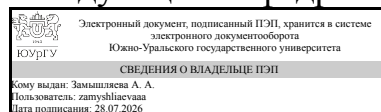


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий кафедрой



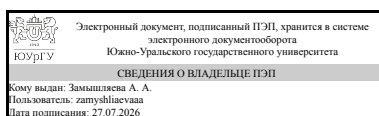
А. А. Замышляева

ПРОГРАММА государственной итоговой аттестации выпускников

для направления 09.03.03 Прикладная информатика
уровень высшее образование - бакалавриат
профиль подготовки Искусственный интеллект, глубокое обучение и анализ данных
кафедра-разработчик Центр ОП топ-уровня в сфере ИИ "ВиртУм"

Программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика, утверждённым приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 922

Разработчик программы,
д.физ.-мат.н., проф., профессор



А. А. Замышляева

1. Общие положения

1.1. Цель и структура ГИА

Целью государственной итоговой аттестации является установление уровня подготовки выпускника к выполнению профессиональных задач и соответствия его подготовки требованиям Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) и образовательной программы высшего образования (ОП ВО), разработанной в университете.

Государственная итоговая аттестация (ГИА) выпускников по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика включает:

-государственный экзамен;

-защиту выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты.

1.2. Перечень компетенций, которыми должен овладеть обучающийся в результате освоения ОП ВО

Планируемые результаты освоения ОП ВО – компетенции	Виды аттестации		
	«внутренняя» система оценки - промежуточная аттестация		«внешняя» система оценки - ГИА
	Дисциплина, завершающая формирование компетенции	Практика, завершающая формирование компетенции	
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Математическая статистика и байесовские модели;	Учебная практика (технологическая, проектно-технологическая) (2 семестр); Учебная практика (технологическая, проектно-технологическая) (2 семестр);	ВКР
УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	Методы прогнозирования социально-экономического развития; Микро- и макроэкономические основы бизнес-решений;	Производственная практика (проектно-технологическая, стажировка) (4 семестр); Производственная практика (проектно-технологическая, стажировка) (4 семестр);	ВКР
УК-3 Способен осуществлять социальное взаимодействие и	Управление ИТ-проектами;	Производственная практика (проектно-	ВКР

реализовывать свою роль в команде		технологическая, стажировка) (4 семестр); Производственная практика (проектно-технологическая, стажировка) (4 семестр);	
УК-4 Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)	Иностранный язык;		ВКР
УК-5 Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах	Философия;		ВКР
УК-6 Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	Математический анализ;	Учебная практика (технологическая, проектно-технологическая) (2 семестр); Учебная практика (технологическая, проектно-технологическая) (2 семестр);	ВКР
УК-7 Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности	Физическая культура;		ВКР
УК-8 Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	Безопасность жизнедеятельности;	Производственная практика (проектно-технологическая, стажировка) (4 семестр); Производственная практика (проектно-технологическая, стажировка) (4 семестр);	ВКР
УК-9 Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности	Безопасность жизнедеятельности;		ВКР
УК-10 Способен формировать нетерпимое отношение к проявлениям экстремизма, терроризма,	Основы российской государственности;		ВКР

коррупционному поведению и противодействовать им в профессиональной деятельности			
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	Математическая статистика и байесовские модели; Специальные главы математики; Численные методы;	Производственная практика (научно-исследовательская работа) (5 семестр); Производственная практика (научно-исследовательская работа) (5 семестр);	ВКР, ГЭ
ОПК-2 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности	Функциональное и логическое программирование;		ВКР
ОПК-3 Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	Основы защиты данных в интеллектуальных системах;		ВКР
ОПК-4 Способен участвовать в разработке стандартов, норм и правил, а также технической документации, связанной с профессиональной деятельностью	Основы защиты данных в интеллектуальных системах; Программная инженерия;		ВКР
ОПК-5 Способен устанавливать программное и аппаратное обеспечение для информационных и автоматизированных систем	Компьютерные сети; Современные языки программирования высокого уровня;		ВКР, ГЭ
ОПК-6 Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и	Методы оптимизации;		ВКР

математического моделирования			
ОПК-7 Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения	Визуальное программирование для систем искусственного интеллекта; Мобильная и веб-разработка систем искусственного интеллекта;	Производственная практика (проектно-технологическая, стажировка) (4 семестр); Производственная практика (проектно-технологическая, стажировка) (4 семестр);	ВКР, ГЭ
ОПК-8 Способен принимать участие в управлении проектами создания информационных систем на стадиях жизненного цикла	Управление ИТ-проектами;		ВКР
ОПК-9 Способен принимать участие в реализации профессиональных коммуникаций с заинтересованными участниками проектной деятельности и в рамках проектных групп	Введение в проектную деятельность;		ВКР
ПК-1 [LC-5] Способен применять и (или) проектировать различные инструменты и инженерные практики промышленной разработки систем ИИ, развертывания и сопровождения моделей машинного обучения в продуктивной среде	Базы данных NoSQL; Трек индустриального партнёра;		ВКР
ПК-2 [MF-4] Способен применять статистические методы для анализа данных, валидации моделей машинного обучения и проведения экспериментов в области ИИ	Анализ временных рядов;	Производственная практика (научно-исследовательская работа) (7 семестр); Производственная практика (научно-исследовательская работа) (7 семестр);	ВКР
ПК-3 [PL-1] Способен применять язык программирования Python для решения задач в области ИИ	Web-программирование для систем искусственного интеллекта;	Производственная практика (проектно-технологическая, стажировка) (4 семестр); Производственная практика (проектно-технологическая, стажировка) (4 семестр);	ВКР
ПК-4 [PL-3] Способен применять языки программирования C/C++ для	Высокопроизводительные параллельные вычисления;		ВКР

решения задач в области ИИ			
ПК-5 [ML-3] Способен применять классические алгоритмы машинного обучения с пониманием их математических основ и областей применения	Анализ временных рядов;	Производственная практика (технологическая, проектно-технологическая, стажировка) (6 семестр);	ВКР
ПК-6 [ML-4] Способен применять методы обучения без учителя для анализа структуры данных и выявления скрытых закономерностей	Интеллектуальный анализ данных; Машинное обучение;	Производственная практика (научно-исследовательская работа) (7 семестр); Производственная практика (научно-исследовательская работа) (7 семестр);	ВКР
ПК-7 [BD-3] Способен организовывать хранения данных, выбирая адекватные технологические решения	Базы данных NoSQL;		ВКР
ПК-8 [BD-1] Способен осуществлять поиск, сбор, очистку и предварительный анализ данных	Анализ временных рядов;		ВКР
ПК-9 [BD-2] Способен определять требования к наборам данных для решения задач машинного обучения, проводить разметку и анализ наборов данных, оценивать качество данных, обеспечивать непрерывную интеграцию данных	Трек индустриального партнёра;	Производственная практика (проектно-технологическая, стажировка) (4 семестр); Производственная практика (проектно-технологическая, стажировка) (4 семестр);	ВКР
ПК-10 [BD-4] Способен применять различные модели и (или) технологии обработки данных	Высокопроизводительные параллельные вычисления; Технологии и системы обработки больших данных;	Производственная практика (научно-исследовательская работа) (7 семестр); Производственная практика (научно-исследовательская работа) (7 семестр);	ВКР
ПК-11 [ML-7] Способен применять автоматическое машинное обучение	Трек индустриального партнёра;		ВКР
ПК-12 [MF-3] Способен применять современные методы оптимизации для обучения моделей машинного обучения, настройки гиперпараметров и решения задач искусственного интеллекта	Проектно-исследовательский семинар;		ВКР
ПК-13 [ML-8] Способен применять алгоритмы обучения на нестандартных	Машинное обучение на нестандартных данных;		ВКР

объемах данных			
ПК-14 [DL-4] Способен применять и (или) разрабатывать алгоритмы, методы и технологии обработки естественного языка	Интеллектуальная обработка естественного языка;	Производственная практика (технологическая, проектно-технологическая, стажировка) (6 семестр);	ВКР
ПК-15 [DL-5] Способен применять и (или) разрабатывать алгоритмы распознавания и генерации речи	Генеративные нейронные сети;		ВКР
ПК-16 [LLM-2] Способен дообучать, адаптировать и оптимизировать генеративные модели под специфические задачи и условия применения	Генеративные нейронные сети;	Производственная практика (технологическая, проектно-технологическая, стажировка) (6 семестр);	ВКР
ПК-17 [LLM-4] Проектирует, разрабатывает и интегрирует интеллектуальных агентов на базе генеративных моделей	Разработка цифровых сервисов с использованием LLM; Экспертные системы;		ВКР
ПК-18 [LLM-5] Организует взаимодействие с генеративными моделями через проектирование, анализ и применение промптов	Разработка цифровых сервисов с использованием LLM;		ВКР
ПК-19 [DL-1] Способен применять и (или) разрабатывать архитектуры глубоких нейронных сетей	Глубокие нейронные сети; Основы компьютерного зрения;	Производственная практика (преддипломная, стажировка) (8 семестр);	ВКР
ПК-20 [DL-2] Способен применять и (или) разрабатывать современные архитектуры генеративных глубоких сетей	Генеративные нейронные сети;		ВКР
ПК-21 [DL-3] Способен применять и (или) разрабатывать алгоритмы, методы и технологии компьютерного зрения	Основы компьютерного зрения;	Производственная практика (технологическая, проектно-технологическая, стажировка) (6 семестр);	ВКР
ПК-22 [ML-6] Способен применять алгоритмы обучения с подкреплением	Обучение с подкреплением;	Производственная практика (преддипломная, стажировка) (8 семестр);	ВКР
ПК-23 [FC-2] Способен проводить фронтирные исследования в области фундаментальных и генеративных моделей	Проектно-исследовательский семинар;	Производственная практика (преддипломная, стажировка) (8 семестр);	ВКР

ПК-24 [ФС-3] Способен проводить фронтальные исследования в области управления, решения, агентных и мультиагентных систем	Проектно-исследовательский семинар;	Производственная практика (преддипломная, стажировка) (8 семестр);	ВКР
--	-------------------------------------	--	-----

Для "внутренней" системы оценки описание показателей и критериев оценивания компетенций, а также шкал оценивания; типовые контрольные задания; методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов освоения образовательной программы приведены в рабочих программах дисциплин и практик, завершающих формирование соответствующих компетенций.

1.3. Трудоемкость ГИА

Общая трудоемкость ГИА составляет 9 з. е., 6 нед.

2. Программа государственного экзамена (ГЭ)

2.1. Процедура проведения ГЭ

1. Государственный экзамен по направлению подготовки бакалавров является государственным аттестационным испытанием, которое проводится в целях определения соответствия результатов освоения обучающимися основных образовательных программ соответствующим требованиям федерального государственного образовательного стандарта.
2. Государственная итоговая аттестация (ГИА) проводится государственными экзаменационными комиссиями (ГЭК). Комиссии возглавляют председатели. Составы ГЭК формируются выпускающей кафедрой и утверждаются приказом ректора Университета не позднее, чем за месяц до даты начала ГИА. В состав ГЭК входят председатель и не менее 4 членов комиссии. Членами ГЭК могут быть ведущие специалисты - представители работодателей, индустриальных партнёров образовательной программы и (или) лица, которые относятся к ППС и (или) научным работникам Университета, других вузов, имеющие ученое звание и (или) ученую степень. Доля лиц, являющихся ведущими специалистами - представителями работодателей составляет не менее 50 % в общем числе ГЭК.
3. Государственный экзамен проводится в форме итогового междисциплинарного экзамена и включает в себя проверку знаний, умений и навыков по группе базовых дисциплин направления подготовки в виде тестирования и письменного ответа на вопросы экзаменационного билета.
4. На государственном экзамене разрешено пользоваться справочниками, учебной и научной литературой, вычислительными средствами.
5. Присутствие лиц на государственном экзамене, не входящих в состав ГЭК, допускается только с разрешения ректора (проректора) Университета.

Порядок подготовки к междисциплинарному государственному экзамену

1. Междисциплинарный государственный экзамен проводится по утвержденной программе, содержащей перечень вопросов, выносимых на экзамен, и рекомендации по подготовке к государственному экзамену, в том числе перечень рекомендуемой

литературы для подготовки к государственному экзамену, которая доводится до сведения обучающихся не позднее, чем за шесть месяцев до начала ГИА.

2. Не позднее, чем за 30 календарных дней до дня проведения междисциплинарного государственного экзамена утверждается расписание, в котором указываются даты, время и место проведения междисциплинарного государственного экзамена и предэкзаменационных консультаций, расписание доводится до сведения студентов.

3. Для проведения междисциплинарного государственного экзамена составляются контрольные варианты тестов и экзаменационные билеты по проверяемым дисциплинам.

4. Содержание контрольных тестов и вопросов экзаменационных билетов до сведения студентов не доводятся.

5. По каждой дисциплине, вынесенной на междисциплинарный государственный экзамен, проводятся консультации студентов с преподавателем, ведущим соответствующую дисциплину.

6. В течение месяца до даты заседания ГЭК студентам предоставляется возможность освоить работу с системой тестирования.

7. По общим вопросам проведения междисциплинарного государственного экзамена проводится консультация студентов секретарем ГЭК.

Порядок проведения междисциплинарного государственного экзамена

1. К междисциплинарному государственному экзамену допускаются студенты, не имеющие академической задолженности и в полном объеме выполнившие учебный план или индивидуальный учебный план по соответствующей образовательной программе высшего образования. Не позднее, чем за 10 календарных дней до начала первого аттестационного испытания издается распоряжение директора института о допуске обучающихся к ГИА.

2. Для проведения междисциплинарного государственного экзамена выделяется аудитория, удовлетворяющая следующим требованиям:

- наличие мест для Государственной экзаменационной комиссии;
- наличие компьютеров для проведения тестирования;
- наличие мест для подготовки студентов к устному ответу из расчета один полный стол (парта) на студента.

3. Междисциплинарный государственный экзамен начинается с входом в аудиторию первой партии студентов по количеству посадочных мест для проведения тестирования.

4. Продолжительность теста составляет не более 60 минут.

5. После прохождения тестирования студенты берут билеты, номера которых регистрируются в экзаменационной ведомости, и приступают к подготовке на указанных им местах в аудитории. Каждый экзаменационный билет содержит два вопроса из разных дисциплин для письменного ответа. На подготовку письменного ответа отводится не более 120 минут.

6. В течение первых пяти минут подготовки студент имеет право обратиться к комиссии с просьбой о замене билета. Билет может быть заменен только один раз. За замену билета оценка не снижается.

7. Студент готовит ответ на экзаменационный билет на специально проштампованных листах бумаги. Эти листы подшиваются к протоколу заседания ГЭК.

8. После ответов на вопросы билета студент сдаёт билет и листы своих записей и

покидает аудиторию. Возвращённый студентом билет в течение данного экзамена больше к раздаче не допускается.

9. Результаты государственного аттестационного испытания объявляются не позднее первого рабочего дня после завершения итогового испытания.

10. Обучающиеся, не прошедшие ГИА в связи с неявкой по уважительной причине, вправе пройти ее в течение 6 месяцев после завершения ГИА путем подачи заявления на перенос срока прохождения ГИА, оформляемого приказом ректора. Обучающийся, не прошедший одно государственное аттестационное испытание по уважительной причине, допускается к сдаче следующего государственного аттестационного испытания.

11. Обучающиеся, не прошедшие ГИА в связи с неявкой по неуважительной причине или в связи с получением оценки "неудовлетворительно", отчисляются из университета с выдачей справки об обучении как не выполнившие обязанностей по добросовестному освоению образовательной программы и выполнению учебного плана.

12. Лицо, не прошедшее ГИА, может повторно пройти ГИА не более двух раз, не ранее, чем через 10 месяцев и не позднее, чем через 5 лет после срока проведения ГИА, которая им не пройдена.

13. Для студентов из числа инвалидов междисциплинарный государственный экзамен проводится с учетом особенностей их психофизического развития, их индивидуальных возможностей и состояния здоровья (в соответствии с пунктами 44-48 «Порядка проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры» и разделом VI «Положения о государственной итоговой аттестации в Южно-Уральском государственном университете по программам бакалавриата, специалитета, магистратуры»).

14. Обучающийся имеет право подать в апелляционную комиссию письменную апелляцию о нарушении, по его мнению, установленной процедуры проведения государственного аттестационного испытания и (или) несогласии с результатами государственного экзамена, согласно разделу VII «Положения о государственной итоговой аттестации в Южно-Уральском государственном университете по программам бакалавриата, специалитета, магистратуры»).

2.2. Паспорт фонда оценочных средств ГЭ

Компетенции, освоение которых проверяется в ходе ГЭ	Дисциплины ОП ВО, выносимые для проверки на ГЭ (показатели)	Критерии оценивания (индикаторы достижения компетенций)
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетеchnические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	Линейная алгебра и аналитическая геометрия	Знает: теоретические основы линейной и векторной алгебры и аналитической геометрии; геометрический и физический смысл основных понятий алгебры и геометрии; простейшие приложения алгебры и геометрии в профессиональных дисциплинах
		Умеет: использовать в познавательной и профессиональной деятельности

		базовые знания линейной алгебры и аналитической геометрии применять на практике знание дисциплины и проявлять высокую степень понимания; переводить на математический язык простейшие проблемы, поставленные в терминах других предметных областей; приобретать новые математические знания, используя образовательные информационные технологии Имеет практический опыт: использования основных методов линейной алгебры и аналитической геометрии для решения задач, связанных с профессиональной деятельностью; навыками анализа учебной и научной математической литературы
	Математическая статистика и байесовские модели	Знает: методы статистического анализа данных Умеет: использовать статистические методы для анализа экспериментальных данных и принимать обоснованные решения Имеет практический опыт: проверки статистических гипотез с помощью тестов, оценки параметров распределения
		Знает: основные понятия и методы дифференциального и интегрального исчисления функций одной и нескольких переменных; основные методы решения стандартных задач, использующих аппарат математического анализа Умеет: использовать методы математического анализа для решения стандартных профессиональных задач; применять математический аппарат для аналитического описания процессов и явлений в профессиональных дисциплинах Имеет практический опыт: решения прикладных задач с использованием методов математического анализа; применения дифференциального и интегрального исчисления функций одной и нескольких переменных в дисциплинах естественнонаучного содержания
	Математический анализ	

Теория вероятностей	Знает: основные математические положения, законы, основные формулы и методы решения задач теории вероятностей
	Умеет: решать классические задачи теории вероятностей, применять математические методы для решения профессиональных задач, ориентироваться в справочной литературе
	Имеет практический опыт: использования основных методов теории вероятностей для решения задач, связанных с профессиональной деятельностью
Дискретная математика	Знает: основные понятия и алгоритмы теории чисел, комбинаторики и теории графов
	Умеет: решать типовые задачи теории чисел, комбинаторики и теории графов, проводить доказательства фактов из указанных областей
	Имеет практический опыт: применения комбинаторных алгоритмов, а также алгоритмов на графах для решения практических задач
Специальные главы математики	Знает: основы теории обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных, основы комплексного анализа
	Умеет: применять методы теории дифференциальных уравнений и комплексный анализ при проведении исследований в области предметно-практической деятельности
	Имеет практический опыт:
Математическая логика	Знает: семантику и синтаксис логики предикатов, правила вывода
	Умеет: использовать формальные и неформальные методы доказательства
	Имеет практический опыт: решения задач с использованием логических операторов и методов
Численные методы	Знает: классические методы численного решения систем линейных алгебраических уравнений, основные

		способы интерполирования функций, основные формулы приближенного вычисления интегралов, основные формулы численного дифференцирования, классические методы решения нелинейных уравнений и систем, основные методы решения задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка в различных пространствах
		Умеет: находить число итераций, необходимое для достижения заданной точности, давать оценку погрешности приближенных формул, строить формулы численного дифференцирования и интегрирования исходя из соображений точности, писать компьютерные программы, реализующие основные алгоритмы численных методов
		Имеет практический опыт: применения основных методов численного анализа; владения навыками использования методов численного моделирования при решении прикладных задач, их реализации с помощью информационных технологий
ОПК-5 Способен устанавливать программное и аппаратное обеспечение для информационных и автоматизированных систем	Компьютерные сети	Знает: принципы работы с сетевым оборудованием
		Умеет: настраивать сетевое оборудование для организации компьютерных сетей
		Имеет практический опыт: конфигурирования сетевого оборудования и организации компьютерных сетей
	Современные языки программирования высокого уровня	Знает:
		Умеет: устанавливать и настраивать среду разработки для выбранного языка программирования
		Имеет практический опыт: настройки и интеграции программных решений с аппаратным обеспечением и внешними устройствами
	Операционные системы	Знает:
		Умеет: устанавливать и настраивать операционную систему, создавать прикладные программы в терминах API ОС

		Имеет практический опыт: использования основных видов интерфейсов операционной системы Windows
ОПК-7 Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения	Современные языки программирования высокого уровня	Знает: базовые понятия и парадигмы современных языков программирования высокого уровня
		Умеет: разрабатывать программы с применением различных языков программирования, выбирать подходящие инструменты для конкретной задачи
		Имеет практический опыт:
	Алгоритмы и структуры данных	Знает: базовые структуры данных и основные алгоритмы их обработки
		Умеет: выбирать оптимальные алгоритмы для решения задач предметной области и осуществлять их программную реализацию
		Имеет практический опыт: применения наиболее распространенных алгоритмов для решения задач с использованием сложных структур данных

2.3. Структура контрольного задания

Государственный экзамен проводится в форме итогового междисциплинарного экзамена и включает в себя проверку знаний, умений и навыков по группе базовых дисциплин направления подготовки в виде тестирования и письменного ответа на вопросы экзаменационного билета.

Тест содержит 20 заданий по блокам: Математика, Информатика, Алгоритмические языки и программирование.

Билет письменной части содержит два вопроса: теоретический вопрос из математических дисциплин и практическое задание с использованием языков программирования.

2.4. Вопросы, выносимые на ГЭ, и типовые контрольные задания

1. Дисциплина "Математическая статистика и байесовские модели":

1. Характеристики и свойства важнейших дискретных (биномиальное, пуассоновское) и абсолютно непрерывных (нормальное, гамма-, бета-) распределений;
2. Основные классы оценок (точечные, интервальные), свойства точечных оценок, методы/формулы нахождения оценок;
3. Статистические гипотезы. Общая схема проверки гипотез. Построение

критериев для проверки нулевых гипотез против двусторонних и односторонних альтернатив. Ошибки первого и второго рода.

4. Линейная регрессия и её модификации;
5. Дискриминантный анализ и классификация данных;
6. Факторный анализ и снижение размерности;
7. Методы анализа многомерных данных. Канонический корреляционный анализ, кластерный анализ, многомерное масштабирование;
8. Апостериорная вероятность, правило Байеса. Байесовские оценки и критерии. Априорные и апостериорные распределения;
9. Байесовская смесь нормальных распределений. Смешанные модели, задача кластеризации, ЕМ-алгоритм;
10. Правдоподобие и его связь с методом наименьших квадратов. Информационная энтропия и дистанция Кульбака-Лейблера.

2. Дисциплина "Математическая логика":

1. Понятие логического следования, принцип дедукции;
2. Базовый алгоритм проверки общезначимости КНФ;
3. Правило резолюций, метод резолюций;
4. Специальные классы булевых функций. Теорема Поста о полноте системы булевых функций;
5. Булевы функции от двух аргументов. Булевы функции и формулы алгебры высказываний;
6. Алгоритмы преобразования формул в КНФ и ДНФ;
7. Понятие предиката. Логические операции над предикатами;
8. Кванторные операции над предикатами. Определения, свойства;
9. Понятие формулы логики предикатов. Приведенная и предваренная нормальная форма для формул логики предикатов;
10. Нормальные формы формул логики предикатов.

3. Дисциплина "Численные методы":

1. Численные методы линейной алгебры;
2. Аппроксимация и интерполяция данных;
3. Численное дифференцирование;
4. Численное интегрирование;
5. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений;
6. Численные методы решения уравнений в частных производных;
7. Градиентные методы их применение для обучения моделей ИИ.

4. Дисциплина "Алгоритмы и структуры данных";

1. Временная и пространственная сложность алгоритмов;
2. Многомерные массивы. Организация и особенности хранения;
3. Быстрая сортировка: идея, преимущества и недостатки;
4. Динамическое программирование;
5. Алгоритмы на графах: жадные алгоритмы;
6. Алгоритмы для рекомендательных систем на основе графов;
7. Двусвязные, циклические и кольцевые двусвязные списки;
8. Понятие стека. Реализация на массивах и списках;
9. Применение очередей в графовых моделях;

10. KD-деревья для хранения и поиска в многомерных пространствах. Хэш-таблицы и хэширование.

5. Дисциплина "Дискретная математика";

1. Отношения на множестве. Свойства отношений. Отношение порядка. Отношение эквивалентности;
2. Основные положения теории доказательств и теории целых чисел;
3. Сравнения. Класс вычетов. Операции между классами вычетов;
4. Рекурсивные функции и алгоритмы;
5. Основные принципы комбинаторики. Размещения, перестановки, сочетания;
6. Способы представления графов и методы просмотра вершин. Поиск в ширину и глубину;
7. Двудольные графы, поиск максимального паросочетания;
8. Укладки графов. Свойства планарных графов. Формула Эйлера. Критерий планарности графа. Алгоритм укладки графа на плоскости;
9. Задачи сетевого планирования: правила построения сетевых графиков; метод критического пути; управление проектом с неопределенным временем выполнения работ; оптимизация сетевого графика;
10. Потоки в сетях: алгоритм Форда и Фалкерсона; метод блокирующих потоков.

6. Дисциплина "Современные языки программирования высокого уровня":

1. Rust: ownership, многопоточность без гонок, экосистема, асинхронизация, профилирование;
2. Go: скорость, feature stones, model service, корутины, работа с сетью, управление зависимостями;
3. Kotlin: экосистема JVM, функциональное программирование, работа по Spark, интеграция с MLib;
4. TypeScript: фронтенд для ML-приложений, дашборды, визуализация данных, интерпретируемость моделей.

7. Дисциплина "Операционные системы":

1. Основные функции ОС: диспетчеризация ресурсов, файловые системы, безопасность;
2. Понятие ядра операционной системы. Системные вызовы;
3. Управление процессами. Понятие процесса и потока. Жизненный цикл процесса;
4. Физическая и виртуальная память. Сегментная и страничная организация памяти. Кеширование;
5. Файловые системы. Понятия и основные функции файловых систем. Журналирование. Типы файловых систем;
6. Контейнеризация и виртуализация;
7. Системы контроля версий. Инструменты управления изменениями в коде;
8. Процессы в командах разработки ИТ-проектов. Организация командной разработки: Git, Code Review, Pull/Merge Request.

8. Дисциплина "Теория вероятностей":

1. События. Вероятность. Основные свойства. Алгебра событий. Основные правила вычисления вероятностей;
2. Условные вероятности. Формула полной вероятности. Формула Байеса. Независимость событий. Схема Бернулли;
3. Случайные величины. Математическое ожидание, дисперсия и их свойства. Независимость случайных величин;
4. Неравенства Чебышева. Закон больших чисел. Условное математическое ожидание;
5. Локальная теорема Муавра-Лапласа. Интегральная теорема Муавра-Лапласа. Предельная теорема Пуассона;
6. Распределение Бернулли. Категориальное распределение. Нормальное распределение. Экспоненциальное распределение и распределение Лапласа. Распределение Дирака и эмпирическое распределение. Смеси распределений;
7. Центральная предельная теорема (ЦПТ). Сходимость последовательности случайных величин. Усиление ЦПТ;
8. Понятие случайного процесса. Классификация случайных процессов. Вероятностные характеристики случайных функций. Основные типы случайных процессов. Основное уравнение Маркова для марковских случайных процессов. Дискретный марковский случайный процесс с дискретным временем;
9. Дискретный марковский случайный процесс с непрерывным временем. Процесс гибели и размножения;
10. Системы массового обслуживания. Система массового обслуживания с отказами. Система массового обслуживания с ожиданием.

9. Дисциплина "Линейная алгебра и аналитическая геометрия"

1. Комплексные числа;
2. Матрицы и определители;
3. Системы линейных уравнений;
4. Векторные линейные пространства;
5. Пространства со скалярным произведением;
6. Векторы на плоскости и в пространстве;
7. Линейные преобразования;
8. Квадратичные формы;
9. Аналитическая геометрия на плоскости;
10. Аналитическая геометрия в пространстве.

10. Дисциплина "Компьютерные сети"

1. Модель взаимодействия открытых систем (OSI) и сетевая модель TCP/IP. Уровни, их функции и взаимодействие;
2. Коммутаторы уровня L2: принципы работы;
3. Виртуальные локальные сети (VLAN): концепция, преимущества, тегирование;
4. Динамическая маршрутизация: протоколы OSPF и EIGRP, основные концепции;
5. DHCP: протокол автоматического распределения IP-адресов. Конфигурация и управление;
6. Access List (ACL): списки управления доступом, фильтрация трафика;

7. Wi-Fi, беспроводные сети, и методы диагностики⁴
8. VPN (Virtual Private Network): туннели, типы VPN, безопасность соединений.

11. Дисциплина "Специальные главы математики":

1. Дифференциальные уравнения I порядка;
2. Дифференциальные уравнения высших порядков;
3. Числовые ряды;
4. Функциональные ряды;
5. Ряды Фурье;
6. Преобразование Фурье;
7. Функция комплексной переменной;
8. Дифференциальные уравнения гиперболического типа;
9. Дифференциальные уравнения параболического типа;
10. Дифференциальные уравнения эллиптического типа;

12. Дисциплина "Математический анализ":

1. Предел числовой последовательности (свойства, методы нахождения);
2. Предел функции: свойства, методы вычислений, 1 и 2-ой замечательные пределы, эквивалентность, односторонние пределы;
3. Дифференцирование функций одной переменной;
4. Исследование функций;
5. Первообразная и неопределенный интеграл, методы интегрирования;
6. Определенный интеграл Римана. Несобственные интегралы;
7. Функции нескольких переменных. Формула Тейлора. Экстремумы;
8. Кратные интегралы;
9. Криволинейные интегралы;
10. Поверхностные интегралы;
11. Векторный анализ.

2.5. Процедура оценивания и критерии оценки ответа студента на ГЭ

Процедура и критерии выставления оценки по вопросам задания.

1. После экзамена члены ГЭК проверяют письменные ответы студентов на вопросы билета. На закрытом заседании ГЭК устанавливаются оценки всем студентам с учетом ответов на отдельные вопросы экзаменационного билета и результатов тестирования.
 2. Если студент ответил правильно на 50 % и более вопросов теста, то он считается прошедшим компьютерное тестирование и допускается к письменной части экзамена. Каждое задание билета оценивается по пятибалльной шкале: "Отлично" за правильный, полный, развернутый ответ на вопрос, "Хорошо" за полный ответ с небольшими недочетами или неточностями, "Удовлетворительно" за неполный ответ, "Неудовлетворительно" за отсутствие ответа или ответ с существенными замечаниями или ошибками.
- Итоговая оценка за экзамен высчитывается как среднее арифметическое полученных оценок за каждое задание с округлением до целого в большую сторону.

3. Государственная экзаменационная комиссия имеет право вызвать студента на устное собеседование для уточнения его ответа на вопросы экзаменационного билета.

Процедура выставления итоговой оценки.

Оценка «отлично» выставляется

50 % и более правильных ответов на вопросы теста, среднее арифметическое полученных оценок за каждое задание с округлением до целого в большую сторону равно 5.

Оценка «хорошо» выставляется

50 % и более правильных ответов на вопросы теста, среднее арифметическое полученных оценок за каждое задание с округлением до целого в большую сторону равно 4.

Оценка «удовлетворительно» выставляется

50 % и более правильных ответов на вопросы теста, среднее арифметическое полученных оценок за каждое задание с округлением до целого в большую сторону равно 3.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется

менее 50% правильных ответов на вопросы теста, отсутствие ответа или ответ с существенными замечаниями или ошибками хотя бы на один из вопросов билета.

2.6. Учебно-методическое и информационное обеспечение ГЭ

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Эвнин А. Ю. Дискретная математика : задачник : учеб. пособие для мат. специальностей ун-тов / А. Ю. Эвнин ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Прикл. математика ; ЮУрГУ. - Челябинск : Издательский Центр ЮУрГУ, 2009. - 265 с. : ил.

2. Эвнин А. Ю. Дискретная математика : конспект лекций / А. Ю. Эвнин ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Приклад. математика ; ЮУрГУ. - Челябинск : Издательство ЮУрГУ, 1998. - 176 с. : ил.. URL: http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000150855

3. Кострикин А. И. Введение в алгебру : Учеб. для ун-та по специальностям "Математика" и "Приклад. математика" . Ч. 1. - М. : Физико-математическая литература, 2000. - 271 с. : ил.

4. Пантелеев А. В. Теория функций комплексного переменного и операционное исчисление в примерах и задачах : Учеб. пособие для втузов. - М. : Высшая школа, 2001. - 445 с. : ил.

5. Бицадзе А. В. Уравнения математической физики : учебник для мех.-мат. и физ. спец. вузов / А. В. Бицадзе. - 2-е изд., перераб. и доп.. - М. : Наука, 1982. - 336 с. : ил.

6. Вержбицкий В. М. Основы численных методов : Учеб. для вузов по направлению подгот. дипломир. специалистов "Прикладная математика" / В. М. Вержбицкий. - М. : Высшая школа, 2002. - 847, [1] с.

7. Бахвалов Н. С. Численные методы : учеб. пособие для физ.-мат. специальностей вузов / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков ; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. - 7-е изд.. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2011. - 636 с. : ил.

б) дополнительная литература:

Не предусмотрена

в) методические материалы для подготовки к государственному экзамену:

Не предусмотрена

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Сыромятников, В. П. Структуры и алгоритмы обработки данных: Практикум : учебное пособие / В. П. Сыромятников. — Москва : РТУ МИРЭА, 2020. — 244 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/163915 (дата обращения: 11.08.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Дополнительная литература	ЭБС издательства Лань	Мандрикова Б.С. МЕТОД АНАЛИЗА ДАННЫХ СЛОЖНОЙ СТРУКТУРЫ С ЭЛЕМЕНТАМИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ https://e.lanbook.com/journal/issue/369635
3	Дополнительная литература	eLIBRARY.RU	Алексеева, В. А. Использование методов машинного обучения в задачах бинарной классификации / В. А. Алексеева // Автоматизация процессов управления. – 2015. – № 3(41). – С. 58-63. – EDN ULGFVB. https://elibrary.ru/download/elibrary_24276364_76188180.pdf
4	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Сети ЭВМ и средства коммуникаций : учебное пособие / составители В. Г. Брежнев, Е. В. Беляева. — Ульяновск : УИ ГА, 2019. — 170 с. https://e.lanbook.com/book/162527
5	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Ракитин, Р. Ю. Компьютерные сети : учебное пособие / Р. Ю. Ракитин, Е. В. Москаленко. — Барнаул : АлтГПУ, 2019. — 340 с. — ISBN 978-5-88210-942-3. https://e.lanbook.com/book/139182
6	Дополнительная литература	ЭБС издательства Лань	Платунова, С. М. Ethernet switches L2&L3. Проектирование, настройка, диагностика сетей передачи данных. Учебное пособие по дисциплинам: Теория проектирования вычислительных систем, Компьютерные сети и телекоммуникации, Архитектура и аппаратные средства вычислительных сетей : учебное пособие / С. М. Платунова, И. В. Елисеев, Е. Ю. Авксентьева. — Санкт-

			Петербург : НИУ ИТМО, 2018. — 87 с. https://e.lanbook.com/book/136432
7	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Ильин, В.А. Аналитическая геометрия. [Электронный ресурс] / В.А. Ильин, Э.Г. Позняк. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2009. — 224 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/2179
8	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Глухов, М.М. Алгебра. [Электронный ресурс] / М.М. Глухов, В.П. Елизаров, А.А. Нечаев. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 608 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/67458
9	Дополнительная литература	ЭБС издательства Лань	Беклемишев, Д. В. Курс аналитической геометрии и линейной алгебры : учебник для вузов / Д. В. Беклемишев. — 21-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 448 с. https://e.lanbook.com/book/480134
10	Дополнительная литература	ЭБС издательства Лань	Сборник задач по аналитической геометрии и линейной алгебре : учебное пособие для вузов / Л. А. Беклемишева, Д. В. Беклемишев, А. Ю. Петрович, И. А. Чубаров — 11-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 496 с. https://e.lanbook.com/book/463427
11	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Матросов, В. Л. Математическая логика : учебник / В. Л. Матросов, М. С. Мирзоев. — Москва : Прометей, 2020. — 228 с. — ISBN 978-5-907244-03-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/165998
12	Дополнительная литература	ЭБС издательства Лань	Ершов, Ю. Л. Математическая логика : учебное пособие / Ю. Л. Ершов, Е. А. Палютин. — 6-е изд. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2011. — 356 с. — ISBN 978-5-9221-1301-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/59599
13	Основная литература	Образовательная платформа Юрайт	Трофимов, А. Г. Математическая статистика : учебное пособие для вузов / А. Г. Трофимов. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 182 с. https://urait.ru/bcode/559506/p.1
14	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Дауни, А. Б. Байесовские модели / А. Б. Дауни ; перевод с английского В. А. Яроцкого. — Москва : ДМК Пресс, 2018. — 182 с. https://e.lanbook.com/book/131695
15	Дополнительная литература	ЭБС издательства Лань	Введение в статистическое обучение с примерами на Python : руководство / Г. Джеймс, Д. Уиттон, Т. Хасты, Р. Тибширани ; перевод с английского А. Ю. Гинько. — Москва : ДМК Пресс, 2024. — 846 с. https://e.lanbook.com/book/464258
16	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Фихтенгольц, Г. М. Основы математического анализа : учебник : в 2 томах / Г. М. Фихтенгольц. — 10-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, [б. г.]. — Том 1 — 2015. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-0190-1. https://e.lanbook.com/book/650
17	Дополнительная литература	Образовательная платформа Юрайт	Кудрявцев, Л. Д. Курс математического анализа в 3 т. Том 1 : учебник для бакалавров / Л. Д. Кудрявцев. — 6-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 703 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-3701-5. https://urait.ru/bcode/425369
18	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Петросян, Л. Э. Разработка мобильных приложений на языке Kotlin : учебное пособие для вузов / Л. Э. Петросян, К. В. Гусев. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 104 с. — ISBN 978-5-507-52328-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/448577
19	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Титмус, М. А. Облачный Go / М. А. Титмус ; перевод с английского А. Н. Киселева. — Москва : ДМК Пресс, 2021. — 418 с. — ISBN 978-5-97060-965-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL:

			https://e.lanbook.com/book/241106
20	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Сейерс, Э. Х. Docker на практике / Э. Х. Сейерс, А. Милл ; перевод с английского Д. А. Беликов. — Москва : ДМК Пресс, 2020. — 516 с. — ISBN 978-5-97060-772-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/131719
21	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Розенталс, Н. Изучаем Typescript 3 / Н. Розенталс ; перевод с английского Д. А. Беликова. — Москва : ДМК Пресс, 2019. — 608 с. — ISBN 978-5-97060-757-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/131712
22	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Макиевский, С. Е. Программирование на языке Rust : учебное пособие / С. Е. Макиевский, А. Г. Дворецкий. — Москва : РТУ МИРЭА, 2025 — Часть I — 2025. — 123 с. — ISBN 978-5-7339-2613-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/504872
23	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Курячий, Г. В. Операционная система Linux: Курс лекций : учебное пособие / Г. В. Курячий, К. А. Маслинский. — Москва : ДМК Пресс, 2010. — 348 с. — ISBN 978-5- 94074-591-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — Режим доступа: для авториз. пользователей. https://e.lanbook.com/book/1202
24	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Сафонов, В. О. Основы современных операционных систем : учебное пособие / В. О. Сафонов. — 2-е изд. — Москва : ИНТУИТ, 2016. — 868 с. — ISBN 978-5-9963-0495-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — Режим доступа: для авториз. пользователей. https://e.lanbook.com/book/100347
25	Дополнительная литература	ЭБС издательства Лань	Зубков, С. В. Linux. Русские версии / С. В. Зубков. — Москва : ДМК Пресс, 2007. — 347 с. — ISBN 5-94074- 013-8. — Текст : электронный // Лань : электроннобиблиотечная система. — Режим доступа: для авториз. пользователей. https://e.lanbook.com/book/1192
26	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Фихтенгольц, Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления: Учебник. В 3-х тт. Том 3. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2009. — 656 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/409
27	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Привалов, И.И. Введение в теорию функций комплексного переменного. [Электронный ресурс] Электрон. дан. СПб. : Лань, 2009. 432 с. Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/322
28	Основная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	А.А. Замышляева, Н.А. Манакова, Е.В. Бычков, О.Н. Цыппленкова. Классические модели математической физики. Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2020 http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000568702
29	Основная литература	Образовательная платформа Юрайт	Гмурман, В. Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике : учебник для вузов / В. Е. Гмурман. — 11-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. https://urait.ru/bcode/559583
30	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Иванов, Б. Н. Теория вероятностей и математическая статистика : учебное пособие для вузов / Б. Н. Иванов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 224 с. https://e.lanbook.com/book/393053
31	Дополнительная литература	ЭБС издательства Лань	Гудфеллоу, Я. Глубокое обучение / Я. Гудфеллоу, И. Бенджио, А. Курвилль ; перевод с английского А. А. Слинкина. — 2-е изд. — Москва : ДМК Пресс, 2018. — 652 с.

			https://e.lanbook.com/book/107901
32	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Демидович, Б.П. Основы вычислительной математики. [Электронный ресурс] / Б.П. Демидович, И.А. Марон. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 672 с http://e.lanbook.com/book/2025

3. Выпускная квалификационная работа (ВКР)

3.1. Вид ВКР

выпускная квалификационная работа бакалавра

3.2. Требования к содержанию, объему и структуре ВКР

Выпускная квалификационная работа (ВКР) является итоговой квалификационной работой, отражающей уровень подготовленности выпускника к выполнению профессиональных задач, и представляет собой комплексное самостоятельное учебно-практическое, научно-прикладное, научно-теоретическое или научно-экспериментальное исследование, подводнящее итоги изучению студентом всего набора учебных дисциплин, предусмотренных учебным планом. При этом выпускная квалификационная работа должна быть преимущественно ориентирована на знания, полученные в процессе освоения профильных дисциплин направления, а также в процессе прохождения обучающимся всех видов практик. Работа на получение квалификации "Бакалавр" должна содержать элементы научного исследования и быть связана с разработкой теоретических вопросов или с решением конкретных прикладных задач. Обязательное требование – наличие в работе доказательной базы, подтверждающей достижение заявленного уровня готовности технологии (УГТ), включая использование ресурсов индустриальных партнеров (данные, вычислительные мощности, экспертные оценки и др.).

Пояснительная записка включает в себя:

- титульный лист;
- задание на работу;
- аннотация;
- оглавление;
- обозначения и сокращения;
- введение;
- основная часть работы;
- заключение;
- библиографический список;
- приложения.

Все структурные элементы, кроме обозначений и сокращений, и приложений, являются обязательными. Примеры оформления всех элементов выпускной квалификационной работы приведены в Положении о ВКР (утверждено 21.08.2025, приказ № 145-13/09). Объем пояснительной записки выпускной квалификационной работы бакалавра без учета приложений должен быть в пределах 60 страниц. Представление к защите работы большего объема допускается с разрешения заведующего кафедрой.

3.3. Порядок выполнения ВКР

Перечень тем разрабатывается РОП, профессорско-преподавательским составом центра «ВиртУм» совместно с «якорным» индустриальным партнером ПАО Сбербанк, индустриальными партнерами ООО «ТРИДИВИ», ООО «СтендАп Инновации», ОГБУ «ЧРЦНИТ», ПАО ЧКПЗ и утверждается соответствующими распоряжениями Университета (формы Приложения к Положению о ГИА 4/1, 5/1, 7/1). Тема должна соответствовать профилю подготовки и позволять выпускнику продемонстрировать ключевые профессиональные компетенции, включая проектирование и реализацию ETL- процессов, обработку и анализ данных, разработку и внедрение ML/AI-моделей (профессиональные роли). Студент в начале седьмого семестра обучения может выбрать тему из утвержденного перечня либо по письменному заявлению предложить свою тему с необходимым обоснованием целесообразности ее разработки для практического применения. Директор Центра в 10-дневный срок рассматривает заявление обучающегося и выносит решение о принятии или отклонении предложенной темы. Допускается выдача комплексного задания на выполнение ВКР на группу из нескольких обучающихся с конкретизацией задания и объема работы каждого и его вклада в оформление ВКР. Примерная тематика ВКР:

1. Распознавание печатного и рукописного текста в деловой корреспонденции.
2. Сервис для консультаций по вопросам получения мер государственной поддержки ИТ-компаний Челябинской области.
3. Сервис для консультаций по вопросам получения мер государственной поддержки предпринимателей Челябинской области.
4. Распознавание состояния аварийности здания.
5. Разработка рекомендательной информационной системы на основе статистических данных хоккейных матчей.
6. Распознавание оружия и поз стрельбы (Computer Vision).
7. Обнаружение происшествий (Computer Vision).
8. Создание инструментов ИИ для диагностики физического развития детей и молодежи.
9. Создание инструментов ИИ для диагностики развития речи (коммуникативное развитие).
10. Обучение модели распознавания возраста.
11. Детектирование артефактов съемки для обнаружения атак на Liveness.
12. Разработка AI-агентов для end-to-end MLOps процессов.
13. Анализ загрязнения камеры с помощью компьютерного зрения.
14. Прогнозирование траектории движущихся объектов с использованием фильтра Калмана.
15. Классификация состояния подшипника по пикам в спектре вибрации (CWRU).
16. Раннее обнаружение перегрева подшипника по тренду температуры.
17. Детекция износа и повреждений поверхности дорожного покрытия.
18. Оценка потенциала ребенка с учетом результатов конкурсов, олимпиад, иных мероприятий.
19. Разработка игры для развития связной речи с использованием модуля NeoMe.
20. Голосовой робот-помощник на базе ИИ.

3.4. Методические рекомендации по выполнению ВКР

Каждому студенту назначается руководитель ВКР – из числа профессорско-преподавательского состава центра «ВиртУм», обладающий опытом в области темы

работы и консультант от «якорного» индустриального партнёра. При возможности и по согласованию с ИП консультант может привлекаться из числа экспертов и специалистов партнерских организаций для обеспечения экспертной поддержки, практического сопровождения и предоставления необходимых ресурсов. Обучающемуся предоставляется возможность выбрать форму ВКР с учётом уровня готовности технологии (УГТ):

- прикладной проект (ориентированный на разработку и внедрение технологии на среднем или высоком уровне УГТ, например, создание прототипа или проведение испытаний);
- исследовательский проект (фундаментальные или экспериментальные работы на низких и средних уровнях УГТ, например, подтверждение ключевых характеристик или проведение лабораторных исследований);
- квалификационная работа в формате бизнес-решений («Стартап как диплом») (реализация инновационного продукта или услуги с учётом коммерциализации и доведения технологии до высоких уровней УГТ – от демонстрации прототипа до выхода на рынок).

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки и иллюстрационных материалов (презентаций, плакатов, раздаточного материала, макетов и др.), оформленных в соответствии со стандартом ЮУрГУ [*].

На выпускную квалификационную работу бакалавра студент при помощи руководителя работы составляет задание и календарный план его выполнения. Эти документы должны быть представлены не позднее ноября последнего года обучения. Задания утверждаются директором центра "ВиртУм".

В задании формулируется тема (название) работы и указывается срок представления законченной работы для защиты. Задание должно содержать:

- развернутую постановку задачи, перечень необходимых конкретных исходных данных (числовые значения параметров, характеристики точности вычислений, ограничения на объем памяти, быстродействие, условия эксплуатации для разрабатываемых программных продуктов и т.п.);
- перечень подлежащих разработке вопросов, который может не совпадать с перечнем глав пояснительной записки, например, может быть приведено требование разработки общей структуры системы и перечислены блоки, для которых должно быть проведено подробное исследование или проектирование;
- конкретно указываются подлежащие разработке программы, перечень разрабатываемой программной документации.

Ключевым аспектом ВКР является применение современных методов машинного обучения и глубокого обучения с обязательной их адаптацией под конкретные практические задачи. Работа выполняется с учётом специализированных направлений, включая проектирование ETL-процессов, создание и оптимизацию хранилищ данных, интеграцию и консолидацию разнородной информации, обеспечение качества и безопасности данных, а также разработку, оптимизацию и внедрение моделей машинного и искусственного интеллекта.

3.5. Порядок подготовки к процедуре защиты ВКР

Процесс выполнения ВКР подлежит обязательному контролю со стороны центра «ВиртУм». Для этого в первой половине марта текущего учебного года проводится проверка хода подготовки указанной работы. Распоряжением директора центра «ВиртУм» создается комиссия из числа преподавателей центра. Студенты должны

представить комиссии материалы по своей ВКР в произвольной форме, краткий отзыв руководителя, содержащий оценку готовности ВКР (в процентах) и ответить на вопросы членов комиссии. В случае неудовлетворительной оценки работы студента комиссия дает рекомендации по коррекции постановки задачи, состава и графика работ и через 1-2 недели проводит повторный контроль. За 2-3 недели до защиты комиссия от центра «ВиртУм» и представителей «якорного» индустриального партнера ПАО Сбербанк, индустриальных партнеров ООО «ТРИДИВИ» и ООО «СтендАп Инновации», а также партнёров ОГБУ «ЧРЦНИТ» и ПАО ЧКПЗ проводит предварительную защиту ВКР по графику, утвержденному распоряжением директором центра «ВиртУм». Студенту необходимо представить планируемый на защиту доклад, иллюстрируя его материалами презентации. Цель предзащиты – получить от комиссии методические рекомендации по более эффективному представлению результатов своей работы на защите. Результаты предзащиты не влияют на итоговую оценку работы. На предзащите допускается демонстрировать презентационные материалы и доклад в «черновом» варианте. Законченная ВКР представляется студентом на выпускающую кафедру не позднее, чем за 10 календарных дней до дня защиты. Обязательным условием допуска к защите является наличие письменных отзывов руководителя и консультанта от ИП о работе обучающегося в период подготовки ВКР. Отзыв должен содержать краткую характеристику работы: достигнута ли цель работы и заявленный уровень УГТ; степень самостоятельности, проявленная обучающимся при выполнении ВКР; умение обучающегося организовывать свой труд; наличие публикаций и выступлений на конференциях; достоинства и недостатки работы; теоретическая и/или практическая ценность работы; оценку соответствия подготовленности автором выпускной работы требованиям ФГОС; оценку оригинальности работы в %; возможен ли допуск к защите. В случае выполнения ВКР несколькими обучающимися руководитель представляет отзыв об их совместной работе. Объем отзыва – не более полутора страниц. Отзыв подписывается руководителем и передается секретарю ГЭК. Выпускник должен быть ознакомлен с отзывом не позднее, чем за 5 дней до защиты посредством фиксации его подписи на отзыве. Законченная квалификационная работа, оформленная в соответствии с требованиями, подписанная студентом, консультантом(ами) и руководителем(ями), вместе с отзывом руководителя представляется в установленный календарным планом выполнения работы срок в центр для нормоконтроля и рассмотрения директором центра. Проверку качества оформления работы осуществляет ответственный за нормоконтроль, назначаемый директором центра на текущий учебный год. После проверки качества оформления работы (нормоконтроля) никаких изменений в пояснительной записке не допускается. На законченную выпускную работу должна быть получена рецензия от преподавателей или научных сотрудников других кафедр университета или высококвалифицированных специалистов научных и производственных организаций и предприятий. В рецензии отражается соответствие заданию, устанавливается соответствие работы современному уровню развития предметной области, степень использования опыта и данных передовых предприятий и организаций отрасли и новейших достижений, материалов отечественной и иностранной информационной базы, в том числе литературной. Отдельно оценивается оригинальность и новизна решений, качество и тщательность выполнения ВКР. Обязательно отмечаются выявленные грубые ошибки в работе,

если таковые имеются. В рецензии желательно указывать спорные и недостаточно обоснованные вопросы, по которым возможны и другие решения. Эти вопросы обсуждаются на заседании ГЭК при защите ВКР и способствуют выявлению уровня знаний и способностей студента. Рецензия должна содержать ответы на следующие вопросы: актуальность работы; соответствие содержания работы заданию; логичность и последовательность изложения материала; полнота раскрытия темы, достижение цели и решения поставленных задач; достоверность фактического материала, обоснованность выводов, теоретическая и практическая значимость, практическое освоение, внедрение результатов; конкретные замечания по содержанию, выводам, оформлению работы (с указанием страниц); констатация подготовленности автора, как выпускника; оценка работы по четырехбалльной системе (неудовлетворительно, удовлетворительно, хорошо, отлично). Рецензия и пояснительная записка ВКР подписывается рецензентом с указанием фамилии, имени, отчества, ученого звания, ученой степени, места работы и занимаемой должности, даты составления рецензии. Подпись рецензента, не являющегося преподавателем или сотрудником ЮУрГУ, заверяется печатью. Готовая рецензия передается секретарю ГЭК. Выпускник должен быть ознакомлен с рецензией не позднее чем за 5 дней до защиты посредством фиксации его подписи на отзыве. Тексты выпускных квалификационных работ, за исключением текстов выпускных квалификационных работ, содержащих государственную тайну, размещаются в электронно-библиотечной системе Университета и проверяются на объем заимствования, в том числе содержательного, а также выявления неправомерных заимствований. Проверку работы на объем заимствований проводит студент либо руководитель ВКР, отчет о проверке подписывается руководителем, процент оригинальности отражается в отзыве руководителя. Рекомендуемый порог оригинальности 70%. Период непосредственной подготовки к защите включает написание текста доклада для защиты ВКР, предварительную защиту и корректировку текста доклада. Выступление должно быть рассчитано на 5–7 минут. В отдельных случаях, с разрешения ГЭК, продолжительность доклада может быть увеличена, но должна составлять не более 10 минут. В докладе должны быть отражены: актуальность выбранной темы, объект исследования; цель и задачи работы; сравнение с лучшими мировыми и отечественными достижениями в данной области; основные положения работы; теоретические и (или) практические результаты и их значимость; основные выводы. В тексте доклада должны быть ссылки на весь представленный наглядный материал. Выступление не должно быть полностью посвящено изложению известных теоретических положений, заимствованных из литературных источников – основное внимание следует сосредоточить на собственных разработках. По времени рекомендуемая структура выступления – 2/3 времени на рассмотрение практических и проектных результатов и демонстрацию наглядного материала. Текст и цифровой материал на иллюстрациях должны легко читаться с расстояния 4–5 метров. Слайды презентации должны быть пронумерованы. Решение о допуске студента к защите ВКР принимается заведующим кафедрой по результатам предварительной защиты, рассмотрения пояснительной записки, результатов проверки работы в системе «Антиплагиат», отзыва руководителя и рецензии.

3.6. Процедура защиты ВКР

Защита ВКР происходит на открытом заседании ГЭК, которая формируется центром «ВиртУм», согласовывается с директором центра и учебно-методическим управлением и утверждается приказом университета. В состав государственной экзаменационной комиссии включаются ведущие преподаватели и научные сотрудники центра «ВиртУм» и представители «якорного» индустриального партнера ПАО Сбербанк, индустриальных партнеров ООО «ТРИДИВИ» и ООО «СтендАп Инновации», а также партнёров ОГБУ «ЧРЦНИТ» и ПАО ЧКПЗ, а также иные обладающие экспертными знаниями по тематике ВКР работодатели в соответствующей области профессиональной деятельности.

В начале процедуры защиты ВКР секретарь ГЭК представляет студента и объявляет тему работы, передает председателю ГЭК пояснительную записку и все необходимые документы, после чего выпускник получает слово для доклада. По завершению доклада студент отвечает на вопросы членов государственной экзаменационной комиссии и присутствующих на защите. Вопросы членов ГЭК и ответы студента заносятся секретарем ГЭК в протокол. Далее зачитываются отзыв руководителя работы и рецензия на ВКР. Студенту предоставляется возможность ответить на замечания руководителя и рецензента. Секретарь ГЭК перечисляет публикации, имеющиеся у автора по теме ВКР: статьи в журналах и сборниках, выступления на конференциях и тезисы докладов, регистрации программных продуктов, авторских свидетельств и т.д. (если имеются). Продолжительность защиты одной выпускной квалификационной работы не должна, как правило, превышать 30 минут.

3.7. Паспорт фонда оценочных средств защиты ВКР

Компетенции, освоение которых проверяется при защите ВКР	Показатели	Критерии оценивания	Шкала оценивания
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	x	x	x
УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	x	x	x
УК-3 Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	x	x	x
УК-4 Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)	x	x	x
УК-5 Способен воспринимать межкультурное разнообразие	x	x	x

общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах			
УК-6 Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	x	x	x
УК-7 Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности	x	x	x
УК-8 Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	x	x	x
УК-9 Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности	x	x	x
УК-10 Способен формировать нетерпимое отношение к проявлениям экстремизма, терроризма, коррупционному поведению и противодействовать им в профессиональной деятельности	x	x	x
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	x	x	x
ОПК-2 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности	x	x	x
ОПК-3 Способен решать стандартные задачи	x	x	x

профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности			
ОПК-4 Способен участвовать в разработке стандартов, норм и правил, а также технической документации, связанной с профессиональной деятельностью	x	x	x
ОПК-5 Способен устанавливать программное и аппаратное обеспечение для информационных и автоматизированных систем	x	x	x
ОПК-6 Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования	x	x	x
ОПК-7 Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения	x	x	x
ОПК-8 Способен принимать участие в управлении проектами создания информационных систем на стадиях жизненного цикла	x	x	x
ОПК-9 Способен принимать участие в реализации профессиональных коммуникаций с заинтересованными участниками проектной деятельности и в рамках проектных групп	x	x	x
ПК-1 [LC-5] Способен применять и (или) проектировать различные инструменты и инженерные практики промышленной разработки систем ИИ, развертывания и сопровождения моделей машинного обучения в продуктивной среде	x	x	x
ПК-2 [MF-4] Способен применять статистические методы для анализа данных, валидации моделей машинного обучения и проведения	x	x	x

экспериментов в области ИИ			
ПК-3 [PL-1] Способен применять язык программирования Python для решения задач в области ИИ	x	x	x
ПК-4 [PL-3] Способен применять языки программирования C/C++ для решения задач в области ИИ	x	x	x
ПК-5 [ML-3] Способен применять классические алгоритмы машинного обучения с пониманием их математических основ и областей применения	x	x	x
ПК-6 [ML-4] Способен применять методы обучения без учителя для анализа структуры данных и выявления скрытых закономерностей	x	x	x
ПК-7 [BD-3] Способен организовывать хранения данных, выбирая адекватные технологические решения	x	x	x
ПК-8 [BD-1] Способен осуществлять поиск, сбор, очистку и предварительный анализ данных	x	x	x
ПК-9 [BD-2] Способен определять требования к наборам данных для решения задач машинного обучения, проводить разметку и анализ наборов данных, оценивать качество данных, обеспечивать непрерывную интеграцию данных	x	x	x
ПК-10 [BD-4] Способен применять различные модели и (или) технологии обработки данных	x	x	x
ПК-11 [ML-7] Способен применять автоматическое машинное обучение	x	x	x
ПК-12 [MF-3] Способен применять современные методы оптимизации для обучения моделей машинного обучения, настройки гиперпараметров и решения задач искусственного интеллекта	x	x	x
ПК-13 [ML-8] Способен применять алгоритмы обучения на нестандартных объемах данных	x	x	x
ПК-14 [DL-4] Способен	x	x	x

применять и (или) разрабатывать алгоритмы, методы и технологии обработки естественного языка			
ПК-15 [DL-5] Способен применять и (или) разрабатывать алгоритмы распознавания и генерации речи	x	x	x
ПК-16 [LLM-2] Способен дообучать, адаптировать и оптимизировать генеративные модели под специфические задачи и условия применения	x	x	x
ПК-17 [LLM-4] Проектирует, разрабатывает и интегрирует интеллектуальных агентов на базе генеративных моделей	x	x	x
ПК-18 [LLM-5] Организует взаимодействие с генеративными моделями через проектирование, анализ и применение промптов	x	x	x
ПК-19 [DL-1] Способен применять и (или) разрабатывать архитектуры глубоких нейронных сетей	x	x	x
ПК-20 [DL-2] Способен применять и (или) разрабатывать современные архитектуры генеративных глубоких сетей	x	x	x
ПК-21 [DL-3] Способен применять и (или) разрабатывать алгоритмы, методы и технологии компьютерного зрения	x	x	x
ПК-22 [ML-6] Способен применять алгоритмы обучения с подкреплением	x	x	x
ПК-23 [FC-2] Способен проводить фронтальные исследования в области фундаментальных и генеративных моделей	x	x	x
ПК-24 [FC-3] Способен проводить фронтальные исследования в области управления, решения, агентных и мультиагентных систем	x	x	x

3.8. Процедура оценивания уровня подготовки студента при защите ВКР

По окончании публичной защиты ГЭК на закрытом заседании оценивает выпускные работы с учетом результатов защиты и принимает решение о присвоении студенту соответствующей квалификации. Каждый член ГЭК выставляет оценки по показателям:

1. Глубина теоретической подготовки и понимание предметной области.

Оценка включает степень владения студентом основными понятиями, теориями и методологиями, относящимися к теме работы. Особое внимание уделяется способности ясно и последовательно объяснять выбранные подходы, а также релевантные научные и технические аспекты исследования. Важным критерием является грамотность аргументации при обосновании выбора используемых методов и инструментов. Также оценивается знание современного состояния литературы, актуальных технологий и тенденций в области искусственного интеллекта и анализа данных.

2. Навыки самостоятельного анализа и обработки данных.

Студент должен демонстрировать способность самостоятельно собирать, обрабатывать и анализировать значимые данные, применяя при этом правильные методы ETL для построения качественных и воспроизводимых наборов данных. Важным навыком является критическое мышление при выявлении закономерностей, анализе аномалий и проверке гипотез, что обеспечивает глубокое понимание исследуемых процессов. Кроме того, студент должен уметь грамотно интерпретировать полученные результаты и делать обоснованные выводы на основе проведенного анализа.

3. Качество и полнота реализации практической части, включая достижение заявленного УГТ.

Студент должен представить завершенную и работоспособную реализацию проекта, включая модели, прототипы и алгоритмы. Важным аспектом является оптимизация, тестирование и обеспечение корректности работы разработанных решений. Кроме того, необходимо представить убедительные доказательства достижения установленного уровня готовности технологии (УГТ), которые подтверждаются результатами экспериментов, эксплуатационными тестами или пилотными внедрениями. В работе также должно быть отражено использование ресурсов индустриальных партнеров с учетом специфики их бизнес-процессов.

4. Способность аргументировано отвечать на вопросы и вести профессиональную дискуссию.

Студент должен демонстрировать уверенность и полноту ответов на вопросы комиссии, а также умение ясно и доступно объяснять технические и методологические детали своей работы, обосновывая принятые решения. Важно проявлять способность вести конструктивный диалог, грамотно реагировать на замечания и предложения членов комиссии. Кроме того, студенту необходимо показывать понимание комплексности поставленных задач и перспектив дальнейшего развития своей работы.

5. Оформление и научно-технический уровень представленных материалов.

Работа должна соответствовать установленным стандартам оформления, включая требования ГОСТ и внутренние нормативы университета. В ней должна быть четкая

структура, логичное изложение материала и высокая грамотность текста. Обязательным является наличие иллюстраций, таблиц, графиков и схем, которые способствуют лучшему раскрытию содержания работы. Также оценивается качество программных кодов и алгоритмов, а также полнота и точность документации по использованным инструментам и технологиям.

6. Вклад в решение реальных производственных и научных задач, представленность индустриальной экспертизы.

Работа должна обладать практической значимостью и отражать актуальность выбранной тематики для индустриальных партнеров и рынка в целом. Важно учитывать и анализировать отзывы и рекомендации экспертов из отрасли, непосредственно вовлеченных в выполнение и оценку работы. Оценивается степень интеграции результатов ВКР в реальные бизнес-процессы или производственные системы партнеров. Кроме того, желательным является наличие обоснованных рекомендаций для дальнейших исследований и развития в выбранной области.

Каждый показатель оценивается согласно четырехбалльной системе: «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично», а также устанавливает соответствие подготовки требованиям ФГОС. Далее, при условии соответствия подготовки требованиям ФГОС, выставляется итоговая оценка члена ГЭК как

средняя арифметическая оценок по показателям, с округлением в большую сторону. Комиссия выставляет итоговую оценку за защиту ВКР как среднюю арифметическую итоговых оценок членов ГЭК, руководителя и рецензента с округлением до ближайшего целого. В случае спорной оценки председатель ГЭК обладает правом решающего голоса. В случае положительной итоговой оценки («удовлетворительно», «хорошо», «отлично») обучающемуся присваивается квалификация "Бакалавр". Комиссия принимает также решения о выдаче дипломов с отличием и рекомендаций в магистратуру. Комиссия может отметить своим решением уровень выполнения отдельных работ (лучшая работа) и дать рекомендации по использованию их результатов.