

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова  
Факультет вычислительной математики и кибернетики

**УТВЕРЖДАЮ**  
декан факультета вычислительной  
математики и кибернетики

\_\_\_\_\_/И.А. Соколов /  
«27» сентября 2022г.

**Программа реализации блока  
«ГОСУДАРСТВЕННАЯ ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ»**

**Уровень высшего образования:**  
бакалавриат

**Направление подготовки / специальность:**  
01.03.02 "Прикладная математика и информатика" (3++)

**Направленность (профиль) ОПОП:**  
Искусственный интеллект и анализ данных

**Форма обучения:**  
очная

Рабочая программа рассмотрена и утверждена  
на заседании Ученого совета факультета ВМК  
(протокол № 7 от 27 сентября 2022 года)

Москва 2022

Программа разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки 01.03.02 "Прикладная математика и информатика" утвержденного Приказом Министерства образования и науки РФ от 10 января 2018 г. N 9.

**1. Наименование:** Государственная итоговая аттестация

**2. Уровень высшего образования:** бакалавриат

**3. Направление подготовки:** 01.03.02 Прикладная математика и информатика

**Профиль программы:**

реализуется для следующих бакалаврских программ в рамках направления подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика:

- "Искусственный интеллект и анализ данных"

**4. Место дисциплины в структуре ООП:** базовая часть ОПОП, блок 3 «Государственная итоговая аттестация, 8 семестр (очная форма обучения).

**5. Перечень компетенций, которыми должен овладеть обучающийся в результате освоения образовательной программы:**

Выпускник, освоивший программу бакалавриата должен обладать следующими универсальными компетенциями:

Наименование категории (группы) универсальных компетенций	Код и наименование универсальной компетенции выпускника	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции
Системное и критическое мышление	УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Использует различные цифровые средства, позволяющие во взаимодействии с другими людьми достигать поставленных целей УК-1.2. Ставит себе образовательные цели под возникающие жизненные задачи, подбирает способы решения и средства развития других необходимых компетенций
Разработка и реализация проектов	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	УК-2.1. - Реализует нормы права при решении задач в рамках поставленной цели

<p>Командная работа и лидерство</p>	<p>УК-3. Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде</p>	<p>УК-3.1. - Определяет свою роль в команде на основе использования стратегии сотрудничества для достижения поставленной цели, эффективно взаимодействует с другими подразделениями и членами команды, в том числе участвует в обмене информацией, делится знаниями и опытом, осуществляет презентацию результатов работы команды  УК-3.2. - Различает особенности поведения разных групп людей, с которыми работает или взаимодействует, учитывает их в своей деятельности, устанавливая разные виды коммуникации (учебную, деловую, неформальную и др.)</p>
<p>Коммуникация</p>	<p>УК-4. Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)</p>	<p>УК-4.1. – Демонстрирует знание основных норм, функциональных стилей, аспектов взаимодействия в деловой среде на языке коммуникации  УК-4.2. - Умеет правильно, непротиворечиво и аргументированно строить устную и письменную речь  УК-4.3. - Владеет навыками создания и анализа устной и письменной деловой речи с позиции коммуникативной эффективности</p>

Межкультурное взаимодействие	УК-5. Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах	<p>УК-5.1. - Воспринимает социокультурные особенности различных социальных групп, опираясь на знания и умения философского характера</p> <p>УК-5.2. – Владеет навыками построения конструктивного взаимодействия с людьми с учетом их социокультурных особенностей, опираясь на знания и умения этического характера</p> <p>УК-5.3. - Воспринимает межкультурное разнообразие общества, опираясь на знания и умения социально-исторического характера</p>
Самоорганизация и саморазвитие (в том числе здоровьесбережение)	УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	<p>УК-6.1. - Анализирует индивидуальные ресурсы с целью построения траектории профессионального развития и реализует технологию самопродвижения на рынке труда</p> <p>УК-6.2. - Планирует и реализует траектории саморазвития на основе принципа образования в течение всей жизни с учетом тенденций рынка</p>
	УК-7. Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности	<p>УК-7.1. - Выбирает здоровьесберегающие технологии для поддержания здорового образа жизни с учетом физиологических особенностей организма и условий реализации профессиональной деятельности</p> <p>УК-7.2. - Планирует свое рабочее и свободное время для оптимального сочетания физической и умственной нагрузки и обеспечения работоспособности</p>

Безопасность жизнедеятельности	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	УК-8.1. Анализирует, идентифицирует и устраняет факторы вредного влияния элементов среды обитания, в т.ч. в рамках осуществляемой деятельности. УК-8.2. Формирует общую культуру безопасного и ответственного поведения; выявляет и устраняет проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте.
Экономическая культура, в том числе финансовая грамотность	УК-9. Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности	УК-9.1. Понимает базовые принципы функционирования экономики и экономического развития, цели формы участия государства в экономике УК-9.2. Применяет методы личного экономического и финансового планирования для достижения текущих и долгосрочных финансовых целей, использует финансовые инструменты для управления личными финансами (личным бюджетом), контролирует собственные экономические и финансовые риски
Гражданская позиция	УК-10. Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению	УК-10.1. Выявляет и распознает факты коррупции УК-10.2. Демонстрирует неприятие коррупционных отношений

Выпускник, освоивший программу бакалавриата должен обладать следующими **общепрофессиональными компетенциями:**

Наименование категории (группы) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции выпускника	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
Теоретические и практические	ОПК-1. Способен применять фундаментальные знания,	ОПК-1.1 – Обладает фундаментальными знаниями,

основы профессиональной деятельности	полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	полученными в области математических и (или) естественных наук ОПК-1.2 – Умеет использовать их в профессиональной деятельности ОПК-1.3 – Имеет навыки выбора методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических знаний
	ОПК-2. Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач	ОПК-2.1. Знание приемов написания и анализа алгоритмов и компьютерных программ; ОПК-2.2. Способность анализировать и конструировать конкретные алгоритмы на языке высокого уровня для решения разнообразных математических задач на компьютере. ОПК-2.3. Знание парадигм структурного, процедурно-модульного и объектно-ориентированного программирования на языке высокого уровня.
	ОПК-3. Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности	ОПК-3.1 - Знает математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности ОПК-3.2 - Умеет применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности
Информационно-коммуникационные технологии для профессиональной деятельности	ОПК-4. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-4.1. – знать и понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности ОПК-4.2. - уметь выбирать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства

		при решении задач профессиональной деятельности ОПК-4.3. - иметь практический опыт применения современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности
	ОПК-5. Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения	ОПК-5.1. Разрабатывает программу для решения задачи с использованием языка высокого уровня. ОПК-5.2. Умение создавать, тестировать и отлаживать программы на языках программирования высокого уровня на компьютере. ОПК-5.3. Навыки написания качественного и хорошо документированного программного кода

### Профессиональные компетенции выпускника, освоившего программу бакалавриата

Производственно-технологический тип задач профессиональной деятельности:

Код и наименование профессиональной компетенции выпускника	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
ПК-1. Способен классифицировать и идентифицировать задачи искусственного интеллекта, выбирать адекватные методы и инструментальные средства решения задач искусственного интеллекта	ПК-1.1. Классифицирует и идентифицирует задачи систем искусственного интеллекта в зависимости от особенностей проблемной и предметной областей ПК-1.2. Выбирает методы и инструментальные средства искусственного интеллекта для решения задач в зависимости от особенностей проблемной и предметной областей
ПК-2. Способен разрабатывать и тестировать программные компоненты решения задач в системах искусственного интеллекта	ПК-2.1. Настраивает программное обеспечение и участвует в разработке программных компонентов систем искусственного интеллекта ПК-2.2. Разрабатывает приложения систем искусственного интеллекта
ПК-3. Способен осуществлять концептуальное моделирование проблемной области и проводить формализацию представления знаний в системах искусственного интеллекта	ПК-3.1. Разрабатывает концептуальную модель проблемной области системы искусственного интеллекта



ПК-4. Способен разрабатывать и применять методы машинного обучения для решения задач	<p>ПК-4.1. Проводит анализ требований и определяет необходимые классы задач машинного обучения</p> <p>ПК-4.2. Определяет метрики оценки результатов моделирования и критерии качества построенных моделей</p> <p>ПК-4.3. Принимает участие в оценке, выборе и при необходимости разработке методов машинного обучения</p>
ПК-5. Способен использовать инструментальные средства для решения задач машинного обучения	<p>ПК-5.1. Осуществляет оценку и выбор инструментальных средств для решения поставленной задачи</p> <p>ПК-5.2. Разрабатывает модели машинного обучения для решения задач</p> <p>ПК-5.3. Создает, поддерживает и использует системы искусственного интеллекта, включающие разработанные модели и методы, с применением выбранных инструментов машинного обучения</p>
ПК-6. Способен создавать и поддерживать системы искусственного интеллекта на основе нейросетевых моделей и методов	<p>ПК-6.1. Осуществляет оценку и выбор моделей искусственных нейронных сетей и инструментальных средств для решения поставленной задачи</p> <p>ПК-6.2. Разрабатывает системы искусственного интеллекта на основе моделей искусственных нейронных сетей и инструментальных средств</p>
ПК-7. Способен осуществлять сбор и подготовку данных для систем искусственного интеллекта	<p>ПК-7.1. Осуществляет поиск данных в открытых источниках, специализированных библиотеках и репозиториях</p> <p>ПК-7.2. Выполняет подготовку и разметку структурированных и неструктурированных данных для машинного обучения</p>
ПК-8. Способен разрабатывать системы анализа больших данных	ПК-8.1. Разрабатывает программные компоненты извлечения, хранения, подготовки больших данных с учетом вариантов использования больших данных, определений, словарей и эталонной архитектуры больших данных
ПК-9. Способен создавать и внедрять одну или несколько сквозных цифровых субтехнологий искусственного интеллекта	<p>ПК-9.1. Участвует в реализации проектов в области сквозной цифровой субтехнологии «Компьютерное зрение»</p> <p>ПК-9.2. Участвует в реализации проектов в области сквозной цифровой субтехнологии «Обработка естественного языка»</p>

Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности:

Код и наименование профессиональной компетенции выпускника	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
--	---

<p>ПК-10. Способен планировать и организовывать свою деятельность в цифровом пространстве с учетом правовых и этических норм взаимодействия человека и искусственного интеллекта и требований информационной безопасности (соответствует УК-1 Модели)</p>	<p>ПК-10.1. Выбирает современные технологии и системы искусственного интеллекта для решения задач в профессиональной деятельности  ПК-10.2. Использует технологии сбора, обработки, интерпретации, анализа и обмена информацией с учетом требований информационной безопасности</p>
<p>ПК-11. Способен анализировать, разрабатывать, внедрять и выполнять организационно-технические и экономические процессы с применением технологий и систем искусственного интеллекта (соответствует ОПК-1 Модели)</p>	<p>ПК-11.1. Использует знание рынка информационных систем и информационно-коммуникационных технологий, методов математического моделирования и искусственного интеллекта для анализа и разработки организационно-технических и экономических процессов  ПК-11.2. Решает задачи по построению организационно-технических и экономических процессов с применением информационных технологий и систем искусственного интеллекта</p>

**6. Объем в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы:**

Объем государственной итоговой аттестации составляет 9 зачетных единиц, в том числе 6 зачетные единицы - подготовка и защита выпускной квалификационной работы, 3 зачетные единицы - подготовка и сдача государственного экзамена.

**7. Входные требования для прохождения итоговой государственной аттестации:**

к государственной итоговой аттестации допускается обучающийся, не имеющий академической задолженности и в полном объеме выполнивший учебный план или индивидуальный учебный план по соответствующей образовательной программе высшего образования.

**8. Содержание государственной итоговой аттестации:**

государственная итоговая аттестация обучающихся организаций проводится в форме: государственного междисциплинарного экзамена по программе бакалавриата, а также защиты выпускной квалификационной работы.

**А. Программа государственного экзамена:**

Государственный междисциплинарный экзамен носит комплексный характер, проводится по одной или нескольким дисциплинами (или) модулям образовательной программы, результаты освоения которых имеют определяющее значение для профессиональной деятельности выпускников.

**Б. Программа выпускной квалификационной работы:**

Выпускная квалификационная работа представляет собой выполненную обучающимся письменную работу, демонстрирующую уровень подготовленности выпускника к самостоятельной профессиональной деятельности. Защита выпускной квалификационной работы представляет собой выступление обучающегося с устным докладом перед государственной экзаменационной комиссией, об основных результатах подготовленной выпускной

квалификационной работы.

## **9. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающегося к подготовке к государственной итоговой аттестации:**

### **А. Подготовка к государственному экзамену:**

Государственный междисциплинарный экзамен проводится в устной форме. В ходе государственного междисциплинарного экзамена обучающийся должен ответить на поставленные в экзаменационном билете вопросы, разработанные в соответствии с программой проведения государственного междисциплинарного экзамена по соответствующей программе бакалавриата (см. Приложение).

### **Б. Подготовка выпускной-квалификационной работы:**

#### **Требования к оформлению выпускной квалификационной работы:**

Результатом научно-исследовательской деятельности обучающегося является выпускная квалификационная работа, выполненная в соответствии с требованиями «Положения о выпускной квалификационной работе бакалавра факультета ВМК МГУ имени М.В. Ломоносова» (утверждено на заседании Ученого совета ВМК МГУ имени М.В. Ломоносова 28 октября 2016 г.).

#### **Типовые вопросы к защите выпускной квалификационной работы:**

- Обоснуйте актуальность темы выпускной квалификационной работы.
- В чем состоит практическая значимость, выполненной выпускной квалификационной работы?
- В чем новизна результатов работы?
- Сформулируйте цели и задачи выпускной квалификационной работы.

## **10. Фонд оценочных средств государственной итоговой аттестации:**

### **Критерии и процедуры оценивания обучающегося на государственной итоговой аттестации:**

#### **А. Критерии оценивания на государственном междисциплинарном экзамене:**

Для оценки готовности выпускника к видам профессиональной деятельности и степени сформированности компетенций государственная экзаменационная комиссия заслушивает устный ответ обучающегося на вопросы, представленные в экзаменационном билете.

##### **Оценка «отлично» ставится если:**

- ответы на поставленные вопросы в билете излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений. Делаются обоснованные выводы;
- демонстрируются глубокие знания в области фундаментальных основ прикладной математики и информатики;
- ответ формулируется развернуто и уверенно, содержит четкие формулировки определений и теорем.

##### **Оценка «хорошо» ставится, если:**

- ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно;
- материал излагается уверенно;
- экзаменуемый обнаруживает твердое знание программного материала;
- ответ демонстрирует способность бакалавра применять знание теории к решению задач профессионального характера.

##### **Оценка «удовлетворительно» ставится, если:**

- допускаются нарушения в последовательности изложения;
- демонстрируется поверхностное знание вопроса;
- имеются затруднения с выводами;

##### **Оценка «неудовлетворительно» ставится, если:**

материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний;

обучающийся не понимает сущности процессов и явлений.

### **Б. Критерии оценивания выпускной квалификационной работы:**

Для оценки готовности выпускника к видам профессиональной деятельности и степени сформированности компетенций, государственная экзаменационная комиссия заслушивает выступление обучающегося о подготовленной выпускной квалификационной работе.

оценка «отлично» выставляется за глубокое раскрытие темы, качественное оформление работы, содержательность доклада и презентации;

оценка «хорошо» выставляется при соответствии вышеперечисленным критериям, но при наличии в содержании работы и её оформлении небольших недочётов или недостатков в представлении результатов к защите;

оценка «удовлетворительно» выставляется за неполное раскрытие темы, выводов и предложений, носящих общий характер, отсутствие наглядного представления работы и затруднения при ответах на вопросы;

оценка «неудовлетворительно» выставляется за слабое и неполное раскрытие темы, несамостоятельность изложения материала, выводы и предложения, носящие общий характер, отсутствие наглядного представления работы и ответов на вопросы.

### **Оценочные средства государственной итоговой аттестации**

Показатели достижения результатов обучения при прохождении государственной итоговой аттестации, обеспечивающие определение соответствия (или несоответствия) индивидуальных результатов государственной итоговой аттестации студента поставленным целям и задачам (основным показателям оценки результатов итоговой аттестации) и компетенциям, приведены в таблице.

Код	Наименование компетенции	Сформированные компетенции и показатели оценки результатов	
		Государственный экзамен	Подготовка и защита ВКР
УК-1	УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Экзаменационный билет	Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР
УК-2.	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	Экзаменационный билет	Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР
УК-3.	УК-3. Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде		Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР
УК-4	УК-4. Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)	Экзаменационный билет	Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР
УК-5	УК-5. Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах	Экзаменационный билет	Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР
УК-6	УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	Экзаменационный билет	Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР
УК-7	УК-7. Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности	Экзаменационный билет	
УК-8	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	Экзаменационный билет	
УК-9	УК-9. Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности	Экзаменационный билет	
УК-10	УК-10. Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению	Экзаменационный билет	

ОПК-1	ОПК-1. Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности		Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР
ОПК -2	ОПК-2. Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач	Экзаменационный билет	Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР
ОПК -3	ОПК-3. Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности	Экзаменационный билет	Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР
ОПК -4	ОПК-4. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	Экзаменационный билет	Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР
ОПК-5	ОПК-5. Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения	Экзаменационный билет	Подготовка и защита ВКР, раздел в ВКР
ПК-1	ПК-1. Способен классифицировать и идентифицировать задачи искусственного интеллекта, выбирать адекватные методы и инструментальные средства решения задач искусственного интеллекта	Экзаменационный билет	Подготовка и защита ВКР
ПК-2	ПК-2. Способен разрабатывать и тестировать программные компоненты решения задач в системах искусственного интеллекта	Экзаменационный билет	Подготовка и защита ВКР
ПК-3	ПК-3. Способен осуществлять концептуальное моделирование проблемной области и проводить формализацию представления знаний в системах искусственного интеллекта	Экзаменационный билет	Подготовка и защита ВКР
ПК-4	ПК-4. Способен разрабатывать и применять методы машинного обучения для решения задач	Экзаменационный билет	Подготовка и защита ВКР
ПК-5	ПК-5. Способен использовать инструментальные средства для решения задач машинного обучения	Экзаменационный билет	Подготовка и защита ВКР
ПК-6	ПК-6. Способен создавать и поддерживать системы искусственного интеллекта на основе нейросетевых моделей и методов	Экзаменационный билет	Подготовка и защита ВКР
ПК-7	ПК-7. Способен осуществлять сбор и подготовку данных для систем искусственного интеллекта	Экзаменационный билет	Подготовка и защита ВКР

ПК-8	ПК-8. Способен разрабатывать системы анализа больших данных	Экзаменационный билет	Подготовка и защита ВКР
ПК-9	ПК-9. Способен создавать и внедрять одну или несколько сквозных цифровых субтехнологий искусственного интеллекта	Экзаменационный билет	Подготовка и защита ВКР
ПК-10	ПК-10. Способен планировать и организовывать свою деятельность в цифровом пространстве с учетом правовых и этических норм взаимодействия человека и искусственного интеллекта и требований информационной безопасности (соответствует УК-1 Модели)	Экзаменационный билет	Подготовка и защита ВКР
ПК-11	ПК-11. Способен анализировать, разрабатывать, внедрять и выполнять организационно-технические и экономические процессы с применением технологий и систем искусственного интеллекта (соответствует ОПК-1 Модели)	Экзаменационный билет	Подготовка и защита ВКР

**ПРОГРАММА ПРОВЕДЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО  
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО ЭКЗАМЕНА**

1. Предел и непрерывность функций одной и нескольких переменных. Свойства функций непрерывных на отрезке.
2. Производная и дифференциал функций одной и нескольких переменных. Достаточные условия дифференцируемости.
3. Определенный интеграл, его свойства. Основная формула интегрального исчисления.
4. Числовые ряды. Абсолютная и условная сходимость. Признаки сходимости: Даламбера, интегральный, Лейбница.
5. Функциональные ряды. Равномерная сходимость. Признак Вейерштрасса. Непрерывность равномерно сходящегося ряда непрерывных функций.
6. Криволинейный интеграл, формула Грина.
7. Степенные ряды в действительной области. Радиус сходимости.
8. Ряд Фурье по ортогональной системе функций. Неравенство Бесселя, равенство Парсеваля, сходимость ряда Фурье.
9. Прямая и плоскость, их уравнения. Взаимное расположение прямой и плоскости, основные задачи на прямую и плоскость.
10. Алгебраические линии и поверхности второго порядка, канонические уравнения, классификация.
11. Системы линейных алгебраических уравнений. Теорема Кронеккера-Капелли. Общее решение системы линейных алгебраических уравнений.
12. Линейный оператор в конечномерном пространстве, его матрица. Норма линейного оператора.
13. Ортогональные преобразования эвклидова пространства. Ортогональные матрицы и их свойства.
14. Характеристический многочлен линейного оператора. Собственные числа и собственные векторы.
15. Линейные обыкновенные дифференциальные уравнения и системы. Фундаментальная система решений. Определитель Вронского.
16. Устойчивость по Ляпунову. Теорема об устойчивости по первому приближению.
17. Вероятностное пространство. Случайные величины. Закон больших чисел в форме Чебышева.
18. Квадратурные формулы прямоугольников, трапеций и парабол.
19. Методы Ньютона и секущих для решения нелинейных уравнений.
20. Численное решение задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Примеры методов Рунге-Кутты.
21. Задачи Коши для уравнения колебания струны. Формула Даламбера.
22. Постановка краевых задач для уравнения теплопроводности. Метод разделения переменных для решения первой краевой задачи.
23. Формализация понятия алгоритма (машина Тьюринга, нормальные алгоритмы Маркова). Алгоритмическая неразрешимость.
24. Процедуры (подпрограммы) и макросредства в языках программирования. Способы передачи параметров в процедурах.
25. Операционные системы, их основные функции.
26. Основные понятия реляционной модели данных. Реляционная алгебра.
27. Функции алгебры логики. Реализация их формулами. Совершенная дизъюнктивная нормальная форма.
28. Схемы из функциональных элементов и простейшие алгоритмы их синтеза. Оценка сложности схем, получаемых по методу Шеннона.
29. Теорема Поста о полноте систем функций в алгебре логики.



30. Графы, деревья, планарные графы; их свойства. Оценка числа деревьев.
31. Схемы из функциональных элементов, реализующие сумматор, дешифратор, шифратор, мультиплексор и оценка их сложности.
32. Транзакционное управление в СУБД. Метод сериализации транзакций.
33. Понятие программного средства (ПС) и его жизненный цикл. Понятие качества ПС, критерии качества ПС.
34. Обучение с учителем (с размеченными данными / метками): целевая функция, объект, метка, классификация, прогнозирование
35. Пространство объектов, признаковое пространство, извлечение признаков, визуализация задач
36. Функции ошибки, эмпирический риск, обучающая выборка, задачи оптимизации в обучении, обобщающая способность
37. Модель алгоритмов, алгоритм, обучение, схема решения задачи машинного обучения
38. Обучение без учителя/с неразмеченными данными, обучение с частично размеченными данными, трансдуктивное обучение
39. Обучение с подкреплением, структурный вывод, активное обучение, онлайн-обучение, Transfer Learning, Multitask Learning, Feature Learning
40. Математика в машинном обучении: бритва Оккама, теорема о бесплатном сыре, футбольный оракул, теория информации, проклятие размерности, сингулярное разложение матрицы (SVD), матричное дифференцирование
41. Сведения из ТВиМС: задание распределений, средние и отклонения, условная плотность, маргинализация и обуславливание, точечное оценивание, оценка максимального правдоподобия, дивергенция Кульбака-Лейблера, ковариация и корреляция, нормальное распределение, центральная предельная теорема
42. Оптимизация: методы безусловной оптимизации, нулевого порядка, первого порядка, второго порядка, метод градиентного спуска в машинном обучении, стационарные точки, метод Ньютона, квази-ньютоновские методы, оптимизация с ограничениями
43. Градиентный спуск, наискорейший градиентный спуск, стохастический градиентный спуск, обучение: Пакетное, онлайн, по минибатчам
44. Метрические алгоритмы (distance-based), ближайший центроид (Nearest centroid algorithm), подход, основанный на близости, kNN в задаче классификации / регрессии, обоснование 1NN, ленивые (Lazy) и нетерпеливые (Eager) алгоритмы
45. Весовые обобщения kNN, регрессия Надарая-Ватсона
46. Различные метрики: Минковского, Евклидова, Манхэттенская, Махаланобиса, Canberra distance, Хэмминга, косинусное, расстояние Джаккарда, DTW, Левенштейна, приложения метрического подхода: нечёткий матчиг таблиц, Ленкор, в DL, классификация текстов, эффективные методы поиска ближайших соседей
47. Линейные методы: линейная регрессия, обобщённая линейная регрессия, проблема вырожденности матрицы, регуляризация, основные виды регуляризации, гребневая регрессия (Ridge Regression), LASSO (Least Absolute Selection and Shrinkage Operator), Elastic Net
48. Селекция признаков, ошибка с весами, устойчивая регрессия (Robust Regression)
49. Линейные скоринговые модели в задаче бинарной классификации, логистическая регрессия, Probit-регрессия, многоклассовая логистическая регрессия
50. Линейный классификатор, перцептрон, оценка функции ошибок через гладкую функцию
51. Деревья решений (CART), предикаты / ветвления, ответы дерева, критерии расщепления в задачах классификации: Missclassification criteria, энтропийный, Джини, критерии останова при построении деревьев, проблема переобучения для деревьев, подрезка (post-pruning), классические алгоритмы построения деревьев решений: ID3, C5.0
52. Важности признаков, проблема пропусков (Missing Values), категориальные признаки, сравнение: деревья vs линейные модели

53. Проблема контроля качества, выбора модели (Model Selection) в широком смысле, правила разбиения выборки, кривые обучения (Learning Curves)
54. перебор параметров
55. Отложенный контроль (held-out data, hold-out set), скользящий контроль (cross-validation), бутстреп (bootstrap), контроль по времени (out-of-time-контроль), локальный контроль
56. Ансамбли алгоритмов: примеры и обоснование, комитеты (голосование) / усреднение, бэггинг, кодировки / перекодировки ответов, ECOC
57. Стекинг и блендинг, бустинг: AdaBoost, Forward stagewise additive modeling (FSAM), «Ручные методы», однородные ансамбли
58. Случайный лес, его параметры, их настройка, бэггинг и OOB (out of bag), важность признаков, близость (Proximity) с помощью RF, Extreme Random Trees
59. Градиентный бустинг над деревьями, его параметры, современные реализации, продвинутые методы оптимизации
60. Рекомендательные системы, персонализация, онлайн и оффлайн рекомендации, рекомендация по контенту (content based methods), One-class recommendation, использование дополнительной информации, современные тренды в практике построения рекомендательных систем
61. Коллаборативная фильтрация: GroupLens-алгоритм, SVD, SVD++, timeSVD++, адаптация SVD под социальные связи
62. Факторизационная машина, факторизационная машина с полями (FFM – field-aware factorization machine)
63. Простые методы рекомендаций: FPM – Frequent Pattern Mining, Deep Semantic Similarity Model (DSSM), контекст рекомендации, Knowledge-based Recommendations, важность объяснений (explanations)
64. Сложность алгоритмов, переобучение, смещение и разброс: проблема обобщения, переобучение, недообучение, сложность алгоритмов, смещение и разброс, способы борьбы с переобучением