

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования**

**Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова**

**Географический факультет**

**ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА**

**по направлению 05.04.04 «Гидрометеорология»**

---

**Квалификация (степень) выпускника: магистр**

**Профиль подготовки: «Гидрология»**

**Форма обучения: очная**

**Выпускающая кафедра: гидрологии суши**

**Москва – 2021**

Программа составлена в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки 05.04.04 «Гидрометеорология» (*программы бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки*) в редакции приказа МГУ от 30 июня 2016 г.

Программу составили: проф., д.г.н. Фролова Н.Л., доц., к.г.н. Алабян А.М., проф., д.г.н. Эдельштейн К.К., с.н.с., проф., д.г.н. Евстигнеев В.М., доц., к.г.н. Магрицкий Д.В., доц., к.г.н. Жук В.А., в.н.с., к.г.н. Гречушникова М.Г., с.н.с., к.г.н. Ефимова Л.Е., проф., д.г.н. Даценко Ю.С., проф., д.г.н. Чалов Р.С., доц., к.г.н. Чалов С.Р., доц., к.г.н. Косицкий А.Г.

Программа утверждена на заседании кафедры гидрологии суши Географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова.

## **I. Общие положения**

Государственная итоговая аттестация (далее – ГИА), завершающая освоение основной профессиональной образовательной программы высшего образования (уровень бакалавриата), является итоговой аттестацией обучающихся по программе бакалавриата.

Государственная итоговая аттестация выпускников включает государственный экзамен и защиту магистерской диссертации.

Целью государственной итоговой аттестации является определение соответствия уровня и качества подготовки выпускника требованиям Образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого МГУ имени М.В. Ломоносова для реализуемых образовательных программ высшего образования по направлению подготовки «Гидрометеорология». При этом проверяются сформированные компетенции – теоретические знания и практические навыки выпускника, необходимые для выполнения профессиональных задач и в целом профессиональной деятельности.

## **II. Процедура проведения государственного экзамена**

Государственный экзамен проходит на заседании государственной экзаменационной комиссии, утвержденной соответствующим Приказом.

Программа ГИА, порядок проведения ГИА размещаются на сайте факультета учебным отделом не позднее, чем за 6 месяцев до начала ГИА.

Перед государственным экзаменом проводятся обязательные консультации по вопросам, включенным в данную программу.

Допуск к ГИА оформляется приказом декана факультета.

Экзамен проводится в устной форме по вопросам и заданиям, перечень которых прилагается в настоящей Программе.

Экзаменационный билет содержит два вопроса.

Билет на экзамене выбирается случайным образом.

Время для подготовки к ответу – не менее 1 академического часа (время зависит от объема экзаменационного задания и может быть установлено экзаменационной комиссией самостоятельно).

Во время проведения государственного экзамена выпускники могут пользоваться программой государственного экзамена по соответствующему профилю, но не допускается использование научной, учебной и справочной литературы, а также любых технических средств (если их необходимость не предусмотрена программой сдачи экзамена по соответствующему профилю).

Проведение экзамена предполагает выступление студента перед экзаменационной комиссией по вопросам, сформулированным в билете. Экзаменаторам предоставляется право задавать студентам дополнительные вопросы в соответствии с утвержденной программой. Время ответа выпускника составляет не более 0,5 часа.

## **III. Содержание государственного экзамена**

### ***Раздел 1. Гидрология суши.***

Предмет гидрологии. Деление гидрологии на разделы и связь её с другими науками о Земле. Значение воды в природе и в жизни человека. Краткая история развития гидрологии. Основные этапы изучения рек и озёр на территории России.

Методы и организация гидрологических наблюдений и исследований. Стационарные наблюдения и экспедиционные исследования. Водобалансовые станции.

Основные принципы размещения и развития сети гидрологических станций и постов. Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Роскомгидромет), ее структура и роль в гидрологическом обеспечении различных отраслей народного хозяйства.

Вода, как вещество, ее молекулярная структура и изотопный состав. Физические свойства воды. Плотность воды и ее аномалии. Теплоемкость. Теплопроводность. Тепловое расширение. Условия переохлаждения и свойства переохлажденной воды. Вязкость и внутреннее трение. Поверхностное натяжение. Оптические и акустические свойства воды.

Агрегатные состояния воды и фазовые переходы. Удельная теплота плавления и парообразования льда.

Физические свойства снега. Структура и плотность. Теплоемкость и теплопроводность. Влажность снега. Радиационные свойства снежного покрова.

Физико-механические свойства льда. Факторы, обуславливающие его структуру, прочность, теплоемкость и теплопроводность. Радиационные свойства снега.

Физические аномалии воды, их гидрологические и общее физико-географическое значение.

Речная долина и ее элементы. Речное русло и его элементы. Пойма. Бассейн реки и его морфометрические характеристики. Понятие о гидрографической сети. Речная система. Структура и густота речной сети. Изменение основных характеристик притоков в зависимости от их порядка.

Поперечное сечение речного русла и его морфометрические характеристики. Продольный профиль реки.

Понятие о режимах движения жидкости. Движение воды в реках. Формула Шези. Турбулентность русловых потоков. Число Рейнольдса. Спокойные и бурные потоки. Число Фруда. Распределение осредненных скоростей течения по вертикали и по живому сечению. Циркуляционные течения в русловом потоке. Основные положения полуэмпирической теории турбулентности. Зависимость скорости течения от уклона и шероховатости русла. Связь расходов и уровней воды (кривые расхода). Изменение гидравлических элементов руслового потока в зависимости от уровня воды. Понятие об установившемся и неустановившемся движении воды. Кривые подпора и спада, способы их построения.

Водный режим рек. Фазы водного режима. Половодье. Паводки. Межень.

Теория движения паводочной волны. Уравнение Сен-Венана и Буссинеска. Способы приближенного расчета движения паводка по руслу.

Питание рек: дождевое, снеговое, ледниковое, подземное.

Осадки, как фактор речного стока. Способы и точность измерения осадков. Расчетные характеристики осадков в речном бассейне и способы их определения.

Снежный покров и его основные характеристики. Снегомерные съемки. Запас воды в снежном покрове на территории России. Снежный покров на равнине и в горах перед весенним снеготаянием. Интенсивность снеготаяния и способы ее расчета. Водоотдача снежного покрова. Самолетная гамма-съемка снежного покрова. Ледники как источник питания рек тальными водами. Сезонная снеговая линия в горах.

Испарение с водной поверхности, способы измерения и расчета. Испарение снега. Испарение с почвы. Транспирация растительного покрова. Суммарное испарение с поверхности бассейна и способы его расчета; средняя многолетняя величина суммарного испарения на территории России. Применение методов теплового баланса и турбулентной диффузии для расчета испарения.

Инфильтрация дождевой воды в почву. Теоретические исследования. Эмпирические формулы для расчета скорости инфильтрации. Инфильтрация талой воды в мерзлую почву; роль льдистости и температуры почвы. Потери воды на инфильтрацию при формировании дождевых паводков и снегового половодья. Задержание воды на поверхности бассейна в бессточных углублениях и его роль в формировании паводков.

Вода в почво-грунтах и ее движение. Влажность и влагоемкость почвы. Залегание подземных вод, воды зоны аэрации и насыщения, грунтовые и артезианские воды. Подземное питание рек. Взаимосвязь рек и подземных вод. Закономерности движения подземных вод. Закон Дарси. Факторы и типы подземного питания рек; способы его определения. Основные черты и показатели подземного питания рек России; соотношение

поверхностного и подземного стока в различных географических районах страны в разные сезоны

Методы исследований речного стока. Цикличность в многолетних колебаниях годового стока и их причины.

Средний многолетний годовой сток (норма стока). Методы и точность его определения при наличии данных гидрометрических наблюдений за стоком.

Внутригодовое распределение стока. Зависимость его от климатических факторов и аккумуляции воды в бассейне реки. Основные черты сезонного распределения стока на территории России. Влияние леса, болот, озер и многолетней мерзлоты почво-грунтов.

Весеннее половодье на равнинных реках и его факторы. Потери талой воды за время снеготаяния на инфильтрацию, испарение и поверхностное задержание. Основные характеристики весеннего половодья на равнинных реках России. Влияние леса на половодье. Типовые гидрографы реки за половодье и их связь с физико-географическими условиями его формирования. Методы расчета максимального расхода воды половодья при наличии и отсутствии данных наблюдений за стоком. Проектирование расчетных гидрографов реки за период половодья при наличии и отсутствии многолетних наблюдений за стоком.

Долгосрочные прогнозы стока за период весеннего и весенне-летнего половодья равнинных и горных рек. Прогноз притока воды в водохранилища крупных ГЭС.

Дождевые паводки. Связь между продолжительностью, интенсивностью и повторяемостью ливней; связь между интенсивностью и площадью выпадения ливня. Способы расчета интенсивности ливней различной вероятности превышения. Способы расчета потерь дождевых вод за время формирования паводка.

Меженный и минимальный сток и его факторы. Методы расчеты стока рек в маловодный период года при наличии и отсутствии данных гидрометрических наблюдений. Пересыхание и перемерзание рек.

Влияние хозяйственной деятельности на речной сток. Статистический и балансовые методы его оценки. Метод учетного руслового баланса.

Склоновая и русловая эрозия. Образование и состав наносов, механизм взвешивания наносов. Гидравлическая крупность наносов. Теории движения взвешенных наносов; закономерность распределения наносов в речном потоке. Транспортирующая способность потока.

Влекомые наносы и механизм их движения. Расход и сток взвешенных наносов и способы их определения. Изменения стока наносов от года к году и от сезона к сезону. Сток наносов в периоды паводков и половодья. Карта мутности рек России. Расход влекомых наносов, движение песчаных гряд. Влияние хозяйственной деятельности на сток наносов. Расчет занесения и заиления водохранилищ.

Русловой процесс. Гидравлический и геоморфологический подходы к его изучению. Макро-, мезо- и микроформы транспорта наносов и речного русла. Типизация русловых процессов. Понятие о знакопеременных (обратимых) и направленных (необратимых) русловых деформациях. Русла прямолинейные, извилистые, разветвленные на рукава. Плесы и перекаты. Сезонные деформации перекатов. Влияние на русловой процесс естественных и антропогенных изменений стока воды и наносов, изменение общего базиса эрозии. Пойма и ее гидравлические характеристики; типизация пойм.

Количественные характеристики руслового процесса разных типов. Гидролого-морфометрические зависимости; способы расчета русловых деформаций. Учет руслового процесса при строительном проектировании.

Устойчивость русла и ее количественные показатели.

Устьевые области рек. Особенности водного и руслового режима устьев рек. Смешение речных и морских вод, процессы дельтообразования.

Происхождение и форма озерных котловин. Крупнейшие сточные и бессточные озера мира. Типы формы ложа водохранилищ, их полезный и полный объем. Основные

морфометрические характеристики водоемов и методы их определения. Батиграфические кривые озер и водохранилищ.

Уравнение водного баланса водоема за многолетний период, год, месяц. Основные составляющие этого баланса и способы его расчета. Роль величины удельного водосбора и гидроклиматических условий в формировании структуры среднего годового водного баланса водоемов, их воднобалансовая классификация. Водообмен водоемов. Многолетние и сезонные колебания уровня воды в озерах. Особенности его колебаний в водохранилищах различного назначения и типа регулирования стока.

Уравнение теплового баланса водоема, основные его составляющие и способы их расчета. Термический режим озер в условиях умеренного климата Стратификация. Слой скачка, его колебания и устойчивость. Конвективное перемешивание водной толщи, упорядоченное перемешивание) Термический бар в пресных больших озерах. Термическая классификация озер. Особенности термического режима водохранилищ. Замерзание озер и водохранилищ. Строение и таяние ледяного покрова, дрейф и разрушение льда.

Течения в озерах и водохранилищах: градиентные (стоковые и плотностные) и ветровые (дрейфовые и компенсационные). Колебания водной поверхности и циркуляция воды при сгонах и нагонах. Сейши. Понятие о теории волн зыби, ветровое волнение и факторы, определяющие параметры ветровых волн на водоемах. Динамические перемешивание воды в водоемах.

Понятие о водных массах озер и водохранилищ. Круговорот биогенных и органических веществ в водоемах и роль в нем водных организмов. Газовый режим озер и водохранилищ. Особенности термического и газового режима озер с соленой водой, их донные отложения.

Влияние озер, водохранилищ и прудов на водный, тепловой, химический сток рек, сток наносов и природные условия побережий. Воздействие хозяйственной деятельности на гидрологический и химический режим озер и водохранилищ.

## ***Раздел 2. Водные ресурсы.***

Круговорот воды на земном шаре. Влагооборот и баланс влаги в атмосфере.

Основные черты и показатели водного баланса континентов. Водный баланс земного шара

Запасы воды на Земле. Понятие о гидросфере. Основные сведения об океанах, морях, крупнейших озерах и реках, оледенении горных районов и полярных стран.

Физические основы процессов в гидросфере Время возобновления различных природных вод в процессе круговорота воды. Ежегодно возобновляемые природные воды и их значение в хозяйственной деятельности человека. Водные ресурсы.

Уравнение водного баланса бассейна за многолетний период, гидрологический год, сезон и за периоды паводка и половодья. Приближенная количественная оценка главных составляющих баланса за многолетний период по физико-географическим зонам на равнине и высотным зонам в горах

Уравнение водного баланса речной системы и участка реки. Русловые запасы воды и способы их расчета. Кривые истощения русловых запасов воды.

Изменения водного баланса бассейна, вызываемые лесом, болотами, и хозяйственной деятельностью человека.

Методы количественной оценки влияния хозяйственной деятельности на элементы водного баланса.

Водные ресурсы России. Водообеспеченность территории России в целом и наиболее крупных экономических регионов. Дефицитные по воде районы. Значение воды в развитии отдельных отраслей народного хозяйства. Современное водопотребление и его возможное изменение в ближайшей перспективе. Количественные и качественные показатели водных ресурсов. Влияние хозяйственной деятельности наводные ресурсы. Проблемы дефицита, регулирования и территориального перераспределения водных ресурсов. Основные

водохозяйственные проблемы России. Регулирование речного стока путем строительства водохранилищ. Развитие мелиорации и гидроэнергетики. Проблемы рационального использования и охраны водных ресурсов.

Водное законодательство России. Основные положения водного кодекса РФ.

Использование водных ресурсов в народном хозяйстве. Потребности в количестве и качестве воды отдельных отраслей.

Государственный учет вод и водный кадастр. Организация системы статистической отчетности в России по водопотреблению и водоотведению.

Методические основы расчета водохозяйственных балансов.

Задачи водного хозяйства в связи с необходимостью рационального использования и охраны водных ресурсов.

Понятие о водохозяйственных расчетах. Исходные данные водохозяйственного проектирования. Расчеты регулирования стока по календарным гидрологическим рядам.

Количественные и качественные показатели водных ресурсов. Влияние хозяйственной деятельности на водные ресурсы. Проблемы дефицита, регулирования и территориального перераспределения водных ресурсов. Виды регулирования стока.

Водное хозяйство как отрасль народного хозяйства. Элементы и структура водного хозяйства. Водопользователи и водопотребители.

Водное хозяйство России, его структура и элементы. Задачи водного хозяйства в связи с необходимостью рационального использования и охраны водных ресурсов.

Понятие о водохозяйственных расчетах. Исходные данные водохозяйственного проектирования. Расчеты регулирования стока по календарным гидрологическим рядам.

Расчеты регулирования стока методами математической статистики. Расчеты регулирования стока методом статистических испытаний. Диспетчерские графики управления водохранилищами.

Система учета водных ресурсов и их использования в России. Государственный водный кадастр.

### ***Раздел 3. Гидрохимия.***

Химический состав природных вод. Основные факторы формирования химического состава природных вод.

Пространственно-временная неоднородность химического состава речных вод. Сток растворенных веществ и методы его расчета.

Понятие о водных массах озер и водохранилищ. Круговорот биогенных и органических веществ в водоемах и роль в нем водных организмов. Газовый режим.

Водные экосистемы, их абиотические и биотические компоненты. Воздействие водной среды на водные экосистемы. Понятие о гидроэкологии. Проблемы устойчивости и уязвимости водной экосистемы. Процесс эвтрофирования.

Антропогенное воздействие на природные воды: реки, озера, океаны и моря, подземные воды. Виды водопользователей и водопотребителей. Источники поступления загрязняющих веществ (ЗВ) в водные объекты. Группы ЗВ и их показатели. Характер воздействия водохозяйственных мероприятий, гидротехнического строительства и хозяйственной деятельности человека в целом на количественные и качественные характеристики природных вод. Химический состав сточных вод, образующихся от различных видов хозяйственной деятельности.

Методы охраны вод от загрязнения. Нормирование качества воды (нормативные документы, ГОСТы). Методы оценки загрязненности водных объектов (классификации, интегральные показатели, индексы и др.)

Общие понятия о математическом моделировании процессов в водных экосистемах. Основные компоненты математических моделей. Этапы моделирования.

Процессы самоочищения природных вод. Модели химических и физико-химических процессов. Модели биохимического окисления органического вещества в природных водах. Нелинейные модели самоочищения.

Качественно-аналитические модели эвтрофирования. Оценка трофического состояния водоемов.

Гидрохимические исследования на водных объектах. Принципы организации общегосударственной системы наблюдения и контроля за состоянием водных объектов окружающей среды. Программа и сроки наблюдений. Методы химического анализа природных вод.

#### IV. Список литературы

1. Авакян А.Б., Широков В.М. Рациональное использование и охрана водных ресурсов. - Екатеринбург, 1994
2. Аполлов Б.А., Калинин Г.П. Комаров В.Д. Гидрологические прогнозы. -Л.: Гидрометеиздат, 1975.
3. Бахтияров В.А. Водное хозяйство и водохозяйственные расчеты. - Л.: Гидрометеиздат, 1961.
4. Богословский Б.Б. Озероведение - М., Изд-во МГУ, 1960, 335 с.
5. Виноградов Ю.Б. Математическое моделирование процессов формирования стока. -Л.: Гидрометеиздат, 1988. 312 с.
6. Водный кодекс Российской Федерации. - М: Юрид. Лит., 2007.
7. Евстигнеев В.М. Речной сток и гидрологические расчеты. –М.: Изд-во МГУ, 1990.
8. Кучмент Л.С. Демидов В.Н, Мотовилов Ю.Г. Формирование речного стока. - М.: Наука, 1983.
9. Львович М.И. Мировые водные ресурсы и их будущее. - М., "Наука", 1974.
10. Маккавеев Н.И., Чалов Р.С. Руслловые процессы - М.: Изд-во МГУ, 1986, 264 с.
11. Мировой водный баланс и водные ресурсы Земли. Гидрометеиздат. 1974.
12. Михайлов В.Н., Добролюбов С.А.. Гидрология – М. ; Берлин : Директ-Медиа, 2017
13. Никаноров А.М. Гидрохимия – Л., Гидрометеиздат, 1989
14. Эдельштейн К. К. Водные массы долинных водохранилищ. -М.: Изд-во МГУ, 1991. 176 с.