

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова»

ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

И.о. декана физического факультета МГУ



/ В.В. Белокуров /

«21» марта 2024 г.

**ПРОГРАММА-МИНИМУМ
КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ
1.6.16. Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия**

Шифр и наименование области науки

1. Естественные науки

Наименование отраслей науки, по которым присуждаются ученые степени

Физико-математические науки

Москва 2024

I. Описание программы

Программа-минимум кандидатского экзамена, разработана Физическим факультетом Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова на основе паспорта научной специальности, утвержденного Высшей аттестационной комиссией при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации, и учебного плана программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по специальности 1.6.16. Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия, в отрасли физико-математических наук.

II. Основные разделы и вопросы к экзамену

Общие вопросы

Запасы воды на Земле. Основные сведения об океанах, морях, крупнейших реках и озерах, оледенении горных районов и полярных областей.

Понятие о гидросфере. Гипотезы о происхождении атмосферы и гидросферы Земли. Условия существования атмосферы и гидросферы.

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

Вода как вещество. Изотопный состав, молекулярная структура, водородные связи.

Физические свойства воды: теплоемкость, теплопроводность, вязкость, поверхностное натяжение, сжимаемость. Плотность воды и ее аномалии.

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

Физико-механические свойства льда, его структура, прочность, теплоемкость и теплопроводность.

Физические свойства снега: структура, плотность, теплоемкость, теплопроводность и влагоемкость. Радиационные свойства снежного покрова.

Тема 1. Элементы классической и геофизической гидродинамики

Понятие сплошной среды. Подходы Лагранжа и Эйлера к описанию движения сплошной среды.

Уравнение неразрывности. Уравнения Эйлера и Навье-Стокса. Граничные условия.

Потенциальное и вихревое движения. Гидростатика. Уравнение Бернулли.

Стратификация и ее устойчивость. Адиабатический градиент. Частота Вейселя-Брента.

Термогравитационная конвекция. Уравнения Буссинеска.

Устойчивость течений. Сдвиговая и конвективная неустойчивости. Числа Рейнольдса и Рэлея. Турбулентные и ламинарные течения.

Уравнения Рейнольдса. Проблема замыкания уравнений Рейнольдса.

Полуэмпирические теории турбулентности. Пограничные слои.

Теория Колмогорова-Обухова. Спектр турбулентности.

Влияние плотностной стратификации на турбулентность. Число Ричардсона. Масштаб Ozmidova.

Поверхностные и внутренние гравитационные волны.

Дисперсионное соотношение для гравитационно-капиллярных волн на воде.

Фазовая и групповая скорости волн. Нормальная и аномальная дисперсия.

Теория мелкой воды. Длинные волны.

Распространение звука в жидкости. Волновое уравнение. Уравнение Гельмгольца.

Тема 2. Реки, речные бассейны. Речной сток и процессы его формирования

Бассейн реки, речная долина и ее элементы. Речное русло и его морфометрические характеристики.

Питание рек: дождевое, снеговое, подземное, ледниковое. Фазы водного режима: половодье, паводки, межень. Осадки как фактор формирования речного стока.

Минимальный и меженный сток. Максимальный сток весеннего половодья и дождевых паводков.

Формирование снежного покрова и снеготаяние.

Вода в почво-грунтах и ее движение. Инфильтрация воды в почву.

Испарение с водной поверхности и испарение почвенной влаги. Транспирация воды растительным покровом

Подземные воды: воды зоны аэрации и насыщения, грунтовые и артезианские воды. Подземное питание рек. Взаимосвязь поверхностных и подземных вод. Закономерности движения подземных вод. Закон Дарси.

Тема 3. Динамика русловых потоков

Гидравлическое сопротивление речных русел и пойм. Зависимость скорости течения от уклона и шероховатости русла. Формула Шези.

Связь расходов и уровней воды (кривые расхода). Изменение гидравлических элементов руслового потока в зависимости от уровня воды.

Распределение скоростей течения по вертикали и по живому сечению.

Теория движения паводочной волны.

Образование и состав речных наносов. Склоновая и русловая эрозия. Формы транспорта наносов в речном потоке. Гидравлическая крупность наносов.

Механизм взвешивания наносов, теории движения взвешенных наносов; закономерности распределения наносов в речном потоке. Транспортирующая способность потока.

Грядовое движение наносов, иерархия форм руслового рельефа.

Расчет занесения и заиления водохранилищ.

Русловые деформации: типизация, методы расчета и прогноза. Плесы и перекаты.

Особенности динамики потока и русловых процессов в устьях рек. Смешение речных и морских вод.

Тема 4. Озера и водохранилища

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

Уравнение водного баланса водоема за многолетний период, год, месяц.
Основные составляющие водного баланса водоема и способы его расчета.

Уравнение теплового баланса водоема, основные его составляющие и способы их расчета.

Замерзание озер и водохранилищ. Таяние ледяного покрова, дрейф и разрушение льда.

Течения в озерах и водохранилищах – градиентные и ветровые.

Ветровые волны. Зыбь. Сейши. Сгоны и нагоны.

Циркуляция Ленгмюра. Термобар.

III. Критерии оценивания

Критерии и показатели оценивания ответа на экзамене			
Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Фрагментарные знания в области гидрологии суши, водных ресурсов, гидрохимии	Неполные знания в области гидрологии суши, водных ресурсов, гидрохимии	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания в области гидрологии суши, водных ресурсов, гидрохимии	Сформированные и систематические знания в области гидрологии суши, водных ресурсов, гидрохимии

IV. Рекомендуемая основная литература

1. Алексеевский Н.И. Гидрофизика: учебник для студ. вузов. М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 176 с.
2. Гришанин К.В. Основы динамики русловых потоков. М.: Транспорт, 1990. – 320 с.
3. Кучмент Л.С. Речной сток (генезис, моделирование, предвычисление). М.: 2008. – 394с.
4. Лайтхилл Дж. Волны в жидкостях. М.: Мир, 1981. – 600 стр.
5. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Гидродинамика. Т. VI, М.: Наука, 1986 – 736 с.
6. Маккавеев Н.И., Чалов Р.С. Русловые процессы. М.: Изд-во МГУ, 1986. – 264 с.
7. Мельникова О.Н. Динамика руслового потока. М.:МАКС Пресс. 2006. – 139 с.
8. Михайлов В.Н., Добровольский А.Д., Добролюбов С.А. Гидрология. М.: Высшая школа, 2005. – 463 с.
9. Михайлов В.Н., Добролюбов С.А. Гидрология. М.:DirectMedia, 2017. – 753 с.
10. Монин А.С, Яглом А.М. Статистическая гидромеханика. Гидрометеиздат, 1992.

11. Мотовилов Ю. Г., Гельфан А. Н. Модели формирования стока в задачах гидрологии речных бассейнов. М., Изд. Российской академии наук. 2018. – 300с.
12. Носов М.А. Лекции по теории турбулентности. М.: Янус-К, 2013. – 162 с.
13. Эдельштейн К.К. Гидрология озер и водохранилищ. Учебник для ВУЗов. М: Перо, 2014. – 399 с.

V. Рекомендуемая дополнительная литература

1. Алексеевский Н. И., Фролова Н. Л., Христофоров А. В. Мониторинг гидрологических процессов и повышение безопасности водопользования. М.: Географический ф-т МГУ, 2011. - 367 с.
2. Алексеевский Н.И. Формирование и движение речных наносов. М.: Изд-во МГУ, 1998. – 202 с.
3. Аполлов Б.А., Калинин Г.П. Комаров В.Д. Курс гидрологических прогнозов. Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 406 с.
4. Важнов А.Н. Гидрология рек. М.: Изд-во МГУ, 1976. – 239 с.
5. Винников С.Д., Проскураков Б.В. Гидрофизика. Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 248 с.
6. Гилл А. Динамика атмосферы и океана. Т. 1, 2. М.: Мир, 1986.
7. Даценко Ю.С. Эвтрофирование водохранилищ. Гидролого-гидрохимические аспекты. М.: ГЕОС, 2007. – 252 с.
8. Евстигнеев В.М. Речной сток и гидрологические расчеты. М.: Изд-во МГУ, 1990. – 304 с.
9. Евстигнеев В.М., Магрицкий Д.В. Практические работы по курсу «Речной сток и гидрологические расчеты». М.: Географический ф-т МГУ, 2013. -108 с.
10. Корень В. И. Математические модели в прогнозах речного стока. - Л.: Гидрометеиздат, 1991. 199с.
11. Кучмент Л.С., Демидов В.Н., Мотовилов Ю.Г. Формирование речного стока. - М.: Наука,1983. - 216 с.
12. Кучмент Л.С., Мотовилов Ю.Г., Назаров Н.А. Чувствительность гидрологических систем. М., Наука, 1990.
13. Ле Блон П. Х., Майсек Л.А. Волны в океане. Ч.1, Ч.2, М.: Мир, 1981
14. Педлоски Д. Геофизическая гидродинамика: В 2-х т. Мир, 1984.
15. Чалов Р.С. Русловедение: теория, география, практика. Том 1: Русловые процессы: факторы, механизмы, формы проявления и условия формирования речных русел. М.: ЛКИ, 2008. – 608 с.
16. Эдельштейн К.К. Водоохранилища России: экологические проблемы, пути их решения. М.: ГЕОС, 1998. – 277 с.