



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА
по научной специальности
1.6.16. Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия

Санкт-Петербург
2025

1. Общие положения

Программа кандидатского экзамена по научной специальности 1.6.16. Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия предназначена для аспирантов и соискателей федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный гидрометеорологический университет» (далее – РГГМУ).

Целью кандидатского экзамена является выявление профессиональных знаний, умений и навыков в области исследования физических аспектов формирования водных объектов и разработки методов расчета и прогноза основных гидрологических характеристик, используемых при строительном проектировании, связанном с проблемами водопотребления и водопользования, а также учета антропогенного влияния на эти характеристики, в области изучения и расчета водных ресурсов различных по размеру территорий за разные отрезки времени, составления схем комплексного использования и охраны водных ресурсов с учетом критериев и стандартов качества воды, а также трансформации загрязняющих веществ в водных объектах.

Программа составлена в соответствии с приказом Минобрнауки России от 20.10.2021 №951 «Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)» и приказом от 28.03.2014 №247 «Об утверждении Порядка прикрепления лиц для сдачи кандидатских экзаменов, сдачи кандидатских экзаменов и их перечня».

2. Форма проведения кандидатского экзамена

Кандидатский экзамен проводится очно или с применением дистанционных образовательных технологий в соответствии с расписанием, утвержденным председателем экзаменационной комиссии и размещенном на странице официального сайта РГГМУ (<https://www.rshu.ru/university/postgrad/pricrep.php>). Форма проведения кандидатского экзамена – устная.

Продолжительность кандидатского экзамена 30 минут.

3. Содержание кандидатского экзамена

3.1. Гидрология суши.

Энергетические факторы круговорота воды. Современное представление о водном балансе земного шара и континентов. Современные представления о физических свойствах воды и ее фазовых переходах. Связь климата и вод суши. Циклические колебания основных климатических характеристик и речного стока, их связь во времени и по территории. Изменения климата и водного режима рек (глобальные и локальные) в современных условиях.

Взаимодействие поверхностных и подземных вод. Типы подземных вод. Многолетняя мерзлота. Гидрологические классификации рек и гидрологическое районирование. Термический режим рек. Динамика температуры воды во времени и по длине реки. Расчет температуры воды открытого водотока. Ледовый режим рек. Расчет толщины ледяного покрова, количества льда в заторе. Расчет расхода шуги и количества льда в зажоре.

Формирование наледей.

Методы генетического анализа гидрологических данных. Зональность и аazonальность в пространственном распределении характеристик стока. Формирование снегового половодья на равнинных реках. Влияние озер, болот, леса, мелиорации на максимальные расходы воды половодья. Оценка потерь талой воды за период подъема половодья. Особенности формирования половодья на горных реках. Основные характеристики половодья. Расчет максимальных расходов воды, слоя и объема половодья различной обеспеченности при отсутствии гидрометрических данных. Формирование дождевых паводков. Способы расчета потерь дождевых вод за время формирования паводка. Расчет максимальных расходов воды паводков при отсутствии данных гидрометрических наблюдений. Методы моделирования гидрографов половодий и паводков. Применение математических моделей для построения гидрографов стока и расчета максимальных расходов воды. Типы моделей. Формирование меженного и минимального стока. Расчет основных характеристик минимального стока при отсутствии данных гидрометрических наблюдений. Определение временных и стоковых характеристик межени. Пересыхание и перемерзание рек. Учет влияния хозяйственной деятельности. Теория движения взвешенных наносов. Транспортирующая способность потока. Изменение стока наносов во времени и по фазам стока воды. Типизация русловых процессов. Деформации русла. Пойма, ее типизации, взаимодействие поймы и русла. Способы расчета русловых деформаций. антропогенное влияние на сток наносов и учет руслового процесса при строительном проектировании. Особенности водного и руслового режима устьев рек.

Классификация гидрологических прогнозов. Понятие заблаговременности прогнозов. Факторы, определяющие заблаговременность. Принципы оценки методов и оправданности гидрологических прогнозов. Форма выпуска прогнозов. Классификация методов прогнозирования. Основные методы краткосрочного прогнозирования. Виды долгосрочных прогнозов стока и их практическое назначение. Основные принципы долгосрочного прогнозирования, их отличительные особенности. Классификация долгосрочных прогнозов стока по сезону (весеннего половодья, летне-осенней межени и зимнего стока) и охватываемому району (локальные и фоновые). Долгосрочные прогнозы стока воды за период половодья. Методы прогнозов месячного стока рек по данным о запасах воды в русловой сети. Краткосрочные прогнозы ледовых явлений на реках. Долгосрочные прогнозы сроков замерзания и вскрытия рек. Стохастические модели формирования речного стока на основе марковских случайных процессов. Прогнозирование основных гидрологических характеристик на основе нестационарных и стационарных моделей.

Динамические явления в водоемах. Внешний водообмен озер. Термика озера. Особенности термики водохранилищ. Замерзание озер, особенности замерзания водохранилищ. Таяние и дрейф льда на больших озерах и водохранилищах. Особенности освобождения ото льда водоемов. Влияние хозяйственной деятельности на водный, термический и солевой режим озер. Озерные отложения.

Гидрологическая роль болот. Сток с болотных массивов. Влияние болот на основные характеристики речного стока. Осушение болот и его последствия для рек и прилегающих территорий. Режим и скорость движения ледников. Гидрологическая роль ледников. Налеги и речной сток.

3.2. Водные ресурсы.

Уравнение водного баланса речной системы и участка реки. Русловые запасы реки и

способы их расчета. Кривые истощения русловых запасов. Изменения водного баланса речных бассейнов под влиянием озер, болот, леса и хозяйственной деятельности человека. Уравнение водного баланса озера и водохранилища за различные отрезки времени (многолетний период, год и др.). Определение составляющих уравнений. Уравнение водного баланса болотного массива за теплый и холодный сезоны. Баланс льда и воды в ледниках.

Роль стационарных наблюдений и экспедиционных исследований в оценке водных ресурсов. Основные принципы организации и развития сети гидрологических постов и станций, государственный учет вод и водный кадастр. Водное законодательство России и основные положения «Водного кодекса РФ». Государственный учет вод и водный кадастр. Организация системы статистической отчетности по водопотреблению и водоотведению. Методические основы расчета водохозяйственных балансов. Критерии и стандарты качества воды. Нормирование качества воды для питьевого и рыбохозяйственного использования. Методы оценки качества воды. Управление качеством воды. Очистка природных и сточных вод.

Методические основы расчета водохозяйственных балансов. Бассейновые схемы комплексного использования и охраны водных ресурсов.

Охрана вод и предупреждение вредного воздействия на них хозяйственной деятельности. Виды загрязнений и засорений вод. Антропогенные причины истощения речного стока. Классификация опасных гидрологических явлений и процессов.

3.3. Гидрохимия.

Гидрохимический режим рек, озер и искусственных водоемов: пресные, солоноватые и соляные озера, водохранилища разных типов. Особенности химического состава подземных вод. Минеральные воды. Гидрохимическая зональность атмосферных осадков, рек, озер и подземных вод.

Трансформация загрязняющих веществ в водных объектах. Моделирование самоочищения и кислородного режима водотоков и водоемов. Имитационное моделирование круговорота веществ и биологической продуктивности водоемов.

4. Вопросы кандидатского экзамена

4.1. Гидрология суши

1. Механизм формирования круговоротов воды на Земле. Количество воды, участвующей в глобальном гидрологическом цикле. Внутриматериковый влагооборот.

2. Формирование водных объектов суши и их эволюция. Параметризация водных объектов и их водосборов. Устьевые области.

3. Основные причины и закономерности движения воды в руслах. Русловой процесс и его особенности в различных физико-географических условиях. Типизация русловых процессов.

4. Факторы формирования речного стока. Особенности формирования в различных физико-географических условиях.

5. Условия формирования снегового половодья. Тепловой баланс снежного покрова. Основные характеристики гидрографов половодья, их расчет при наличии и отсутствии наблюдений.

6. Условия формирования дождевых паводков. Основные характеристики паводков, их расчет при наличии и отсутствии наблюдений.

7. Особенности формирования меженей и минимального стока. Особенности внутригодового распределения стока на реках в различных физико-географических условиях.

8. Классификация гидрологических прогнозов. Понятие заблаговременности прогнозов. Факторы, определяющие заблаговременность. Принципы оценки методов и оправдываемости гидрологических прогнозов. Форма выпуска прогнозов.

9. Эмпирические и теоретические модели прогнозов, их преимущества и недостатки. Классификация методов прогнозирования.

10. Классификация методов краткосрочного прогнозирования. Основные методы прогнозирования (метод тенденций; метод соответственных уровней; приближенные способы расчета трансформации волны паводка на бесприточном участке (Маскингам, Калинина-Милукова, графический, по кривым добегаания); метод изохрон).

11. Виды долгосрочных прогнозов стока и их практическое назначение. Основные принципы долгосрочного прогнозирования, их отличительные особенности. Классификация долгосрочных прогнозов стока по сезону (весеннего половодья, летне-осенней межени и зимнего стока) и охватываемому району (локальные и фоновые)

12. Динамика водных масс озер и водохранилищ. Способы расчета элементов ветровых волн и скоростей течений. Водообмен водоемов, их транзитно аккумуляционные свойства. Особенности термического режима озер и водохранилищ. Зимний режим водоемов.

13. Болота и заболоченные земли. Условия формирования болот в различных физико-географических условиях. Стадии развития болот. Влияние болот на речной сток.

14. Ледники, их типы. Образование, распространение. Движение ледников. Участие ледников в формировании речного стока.

4.2. Водные ресурсы.

1. Водный баланс речных бассейнов. Русловые балансы. Определение русловых запасов воды и оценка их сработки.

2. Водный баланс озер и водохранилищ за различные интервалы времени. Особенности водного баланса водохранилищ.

3. Виды хозяйственной деятельности человека, влияющей на гидрологический режим водных объектов.

4. Организация и развитие гидрологической наблюдательной сети. Закономерности ее размещения по территории. Росгидромет и государственный учет вод, водный кадастр.

5. Водное законодательство РФ, основные положения водной стратегии РФ. Водопотребление и водопользование. Водообеспеченность страны.

6. Опасные гидрологические явления. Их виды и влияние на хозяйственную деятельность в стране. Катастрофы.

7. Сели. Условия формирования и распространение селей. Параметры и типы селевого процесса. Селевые очаги и селевая масса. Прорывы ледниковых и моренных озер. Прогноз и профилактика селей и прорывов горных озер.

8. Оползни. Метеорологические и геоморфологические условия формирования и оползней. Классификации оползней. Разнообразие географии оползней. Оползневые процессы в горных районах и прибрежных зонах. Методы мониторинга оползневых процессов

9. Причины и условия формирования заторов и зажоров льда. Процесс образования скоплений льда в реках. Распространение зажорных и заторных явлений.

Методика наблюдений за процессами образования зажоров и заторов.

10. Расчеты характеристик ледовых заторов. Методы расчета максимальных зажорных и заторных уровней воды. Прогноз наводнений, обусловленных зажорами и заторами льда.

11. Условия формирования и режим наледей речных вод. Классификация наледей. Гидрологическая роль наледей. Наледи и потепление климата. Наледная опасность и противоналедные устройства.

12. Условия возникновения и движение лавины. Методы мониторинга лавин и защиты от них. Методические рекомендации по расчету характеристик лавин. Прогнозирование лавин.

13. Метеорологическая, почвенная и гидрологическая засухи. Условия формирования гидрологической засухи. Последствия гидрологической засухи. Изменение климата и засухи.

4.3. Гидрохимия.

1. Химический состав атмосферных осадков и почвенного покрова – основа формирования химического состава природных вод. Типы гидрохимического режима рек в разных физико-географических условиях.

2. Особенности гидрохимического режима озер и водохранилищ. Формирование минеральных озер. Их распределение по территории. Особенности химического состава подземных вод.

3. Трансформация загрязняющих веществ в водных объектах. Качество воды. Условия самоочищения и искусственного восстановления химического состава вод водоемов. Моделирование круговорота веществ и биопродукции водоемов

5. Список литературы, рекомендуемый для подготовки к кандидатскому экзамену

1. Антропогенные воздействия на водные ресурсы России. – М., Наука, 2003.
2. Арсеньев Г.С. Основы управления гидрологическими процессами: водные ресурсы. – СПб., 2005.
3. Барышников Н.Б. Динамика русловых потоков. – СПб, РГГМУ, 2009. – Электронный ресурс: http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-515133045.pdf
4. Барышников Н.Б. Русловые процессы. – СПб.: изд. РГГМУ, 2006. – Электронный ресурс: http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-504194232.pdf.
5. Винников С.Д., Викторова Н.В. Физика вод суши. – СПб, РГГМУ, 2009. – Электронный ресурс: http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-504191603.pdf
6. Владимиров А.М., Орлов В.Г. Охрана и мониторинг поверхностных вод суши. – СПб., 2009. – Электронный ресурс: http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-515133320.pdf
7. Водные проблемы на рубеже веков. – Москва, Наука, 1999.
8. Водный кодекс Российской Федерации. – Москва: Юридическая Литература, 2011
9. Георгиевский Ю.М., Шаночкин С.В. Гидрологические прогнозы. – СПб., 2007. – Электронный ресурс: http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-090579.pdf
10. Догановский А.М., Малинин В.Н. Гидросфера Земли. – СПб., Гидрометеиздат, 2004. Электронный ресурс: http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-504182530.pdf.

11. Коваленко В.В. Гидрологическое обеспечение надежности строительных проектов при изменении климата. – СПб.: изд. РГГМУ, 2009.
12. Коваленко В.В. и др. Моделирование гидрологических процессов. – СПб.: РГГМУ, 2009.
13. Михайлов В.Н., Добровольский А.Д. Общая гидрология. – М.: Высшая школа, 2005.
14. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. СП 33-101–2003.-М., 2004.
15. Сикан А.В. Вероятностные распределения в гидрологии. – СПб: изд. РГГМУ, 2020. Электронный ресурс:
http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/rid_87d638c890a947f99fcec9099b397e64.pdf
16. Сикан А.В. Методы статистической обработки гидрометеорологической информации. – СПб: изд. РГГМУ, 2007. – Электронный ресурс:
http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-515132435.pdf
17. Сикан А.В., Малышева Н.Г., Винокуров И.О. Статистические методы анализа гидрометеорологической информации. – СПб: изд. РГГМУ, 2014. – Электронный ресурс:
http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/rid_c88f5295856f422e84974183ddb1a7.pdf
18. Федеральный закон о гидрометеорологической службе РФ. – М., 1998.
19. Фундаментальные проблемы воды и водных ресурсов. – Барнаул, 2010.

Разработчик программы:

Викторова Н.В. – к.т.н., доцент кафедры инженерной гидрологии.