

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Факультет географии и геоинформатики

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе и  
интернационализации  
образования **К.В. Козадаев**  
27 января 2023 г.

Регистрационный № 206-ВМ

Программа вступительных испытаний  
при поступлении для получения углубленного высшего образования

Специальность 7-06-0532-02 Гидрометеорология

Минск, 2023 г.

**СОСТАВИТЕЛИ:**

Гледко Ю.А. – заведующий кафедрой общего землеведения и гидрометеорологии, кандидат географических наук, доцент;

**РАСМОТРЕНА И РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой Общего землеведения и гидрометеорологии

Протокол от 19.01.2023 № 7

Заведующий кафедрой

  
(подпись)

Ю.А. Гледко

(инициалы, фамилия)

Советом факультета географии и геоинформатики

Протокол от 26.01.2023 № 6

Председатель Совета

  
(подпись)

Е.Г. Кольмакова

(инициалы, фамилия)

Ответственный за редакцию

  
(подпись)

Ю.А. Гледко

(инициалы, фамилия)

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа вступительного испытания по специальности 7-06-0532-02 Гидрометеорология и методические рекомендации составлены с учётом требований к вступительным испытаниям, установленных Министерством образования Республики Беларусь.

### **Цель и задачи вступительного испытания**

Целью проведения основного вступительного испытания является определение знаний, умений и навыков соискателей, необходимых для успешного обучения в магистратуре, подготовки и защиты магистерской диссертации.

Задачи испытания - формирование знаний о закономерностях общей циркуляции атмосферы, основных факторах формирования климата и погоды в регионах, современных методах моделирования и прогноза погоды и климата, водных ресурсах.

### **Требования к уровню подготовки поступающих**

Для получения углубленного высшего образования в УВО принимаются лица, имеющие высшее образование. Уровень основного образования лиц, поступающих для получения углубленного высшего образования - высшее образование, общее высшее или специальное высшее образование.

Код профиля образования, направления образования, группы специальностей, специальности общего высшего, специального высшего образования (согласно ОКРБ 011-2022): 6-05-0113-04; 05; 06; 07; 08; 102; 103; 104.

Программа вступительного испытания направлена на подтверждение наличия необходимых для успешного освоения образовательной программы II ступени высшего образования следующих компетенций:

#### ***базовых профессиональных:***

БПК-3. Быть способным проводить метеорологические наблюдения, анализировать закономерности формирования погоды, климата, определять гидрометеорологические характеристики и применять их для анализа климатических условий территории; владеть навыками осуществления гидрометеорологической деятельности.

БПК-5. Быть способным проводить гидрологические наблюдения, анализировать закономерности формирования поверхностного стока, определять гидрологические характеристики и применять их для анализа гидрологических условий территории, владеть навыками ведения гидробиологического мониторинга и оценки среды обитания основных гидробионтов водоемов и водотоков

БПК-8. Владеть навыками проведения анализа синоптических объектов и процессов для разработки временных прогнозов погоды и климата, применения методов прогнозирования погоды; быть способным обрабатывать и готовить данные о состоянии погоды и опасных гидрометеорологических явлениях для обеспечения безопасной деятельности субъектов хозяйствования.

Содержание программы носит комплексный и междисциплинарный характер и ориентировано на выявление у поступающих общепрофессиональных и специальных знаний и умений.

Поступающий в магистратуру по специальности 7-06-0532-02 Гидрометеорология (профилизация: Климатические риски и управление водными ресурсами) должен:

**знать:**

- основные понятия и системные концепции синоптической метеорологии;
- физические закономерности, определяющие развитие атмосферных процессов и погодных условий;
- особенности и пространственно-временные закономерности формирования полей основных метеорологических величин;
- особенности и пространственно-временные закономерности возникновения и эволюции основных синоптических объектов;
- научные основы, принципы и методы синоптического анализа погоды;
- географические закономерности формирования погоды и климата и их отдельных значений метеорологических и климатических характеристик;
- закономерности радиационных процессов и структуру энергетического баланса атмосферы и земной поверхности в разных климатических поясах и типах климата земного шара;
- закономерности изменения климата в прошлом, современного и в будущем;
- прямые и обратные связи, теплообмен, влагооборот, существующий между компонентами климатической системы – атмосферой, океаном, материками, криосферой и биосферой;
- роль воды в круговороте веществ Земного шара, в физикогеографических процессах;
- закономерности движения воды и основные количественные показатели водного, химического и твердого стока;
- закономерности гидрологического режима водоемов и водотоков суши.

**уметь:**

- анализировать атмосферные процессы;
- пользоваться данными численных моделей погоды, спутниковой информацией, оперативной гидрометеорологической информацией, данными радиолокационных и аэрологических наблюдений;
- составлять прогноз погоды на срок до трёх суток;
- давать оценку климатических ресурсов, разрабатывать рекомендации по их эффективному использованию в разных отраслях социально-производственной сферы деятельности человека;
- использовать метеорологическую информацию для комплексной климатической характеристики конкретного региона;
- проводить наблюдения за гидрологическим режимом водоемов и водотоков;

- определять морфометрические характеристики водоемов, водотоков и их водосборов;
- определять типы питания рек;
- давать комплексную гидрографическую характеристику водного объекта;
- составлять водный баланс водоемов, водотоков, территории.

**Владеть:**

- современными методами организации и проведения метеорологических наблюдений на станциях, первичной обработки результатов, передачи и использования информации в гидрометеорологических центрах;
- методами анализа и прогнозирования погоды;
- методами обработки данных, составления синоптических и климатических карт;
- современными методами анализа и прогноза развития и перемещения основных синоптических объектов;
- методикой обеспечения метеорологической информацией субъектов хозяйствования в различных отраслях хозяйства;
- основными методами изучения гидрологического режима водных объектов суши и их водосборов;
- навыками составления гидрографической характеристики реки.

**Описание формы и процедуры вступительного испытания**

Вступительное испытание является процедурой конкурсного отбора и условием приёма на обучение для получения углубленного высшего образования.

Организация проведения конкурса и приёма лиц для получения высшего образования II ступени осуществляет приёмная комиссия в соответствии с Положением о приёмной комиссии учреждения высшего образования, утверждаемым Министерством образования и Правилами приёма лиц для получения углубленного высшего образования, утверждёнными Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 01.09.2022 № 574.

Конкурсы на получение углубленного высшего образования в очной и заочной, дистанционной формах получения образования за счёт средств бюджета и на платной основе проводятся отдельно.

Вступительные испытания проводятся по утверждённому председателем приёмной комиссии БГУ расписанию.

Проведение вступительного испытания осуществляется в устной форме на русском или белорусском языке.

Состав экзаменационной комиссии утверждается приказом ректора БГУ.

При проведении вступительного испытания в устной форме время подготовки абитуриента к ответу не менее 30 минут и не должно превышать 90 минут, а продолжительность ответа не более 15 минут. Для уточнения экзаменационной оценки абитуриенту могут быть заданы дополнительные вопросы в соответствии с программой вступительного испытания.

Оценка знаний лиц, поступающих на II ступень высшего образования (магистратура), осуществляется по десятибалльной шкале, положительной считается отметка не ниже «шести».

При проведении вступительного испытания в устной форме экзаменационная отметка объявляется сразу после завершения опроса абитуриента.

### **Характеристика структуры экзаменационного билета**

Экзаменационный билет состоит из вопросов по учебным дисциплинам: «Метеорология и климатология», «Синоптическая метеорология», «Гидрология».

Экзаменационный билет состоит из двух частей: теоретической (3 вопроса по разделам «Метеорология и климатология», «Синоптическая метеорология», «Гидрология») и практической (практические задания по разделу «Метеорология и климатология»), позволяющих оценить полученные в процессе обучения на I ступени высшего образования знания и практические навыки.

### **Критерии оценивания ответа на вступительном испытании**

#### ***10 баллов***

систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы вступительного испытания, а также по вопросам, выходящим за их пределы;

точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке);

стилистически грамотное, логически правильное изложение ответов на вопросы билета;

безупречное владение инструментарием истории и основ теории международных отношений, умение его эффективно использовать в постановке и решении профессиональных задач;

выраженная способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации;

полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы по дисциплине, по которой проводится вступительное испытание;

умение свободно ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях синоптической метеорологии, давать им критическую оценку; использовать научные достижения других наук.

#### ***9 баллов***

систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы вступительного испытания;

точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке);

стилистически грамотное, логически правильное изложение ответов на вопросы билета;

способность самостоятельно решать сложные проблемы в нестандартной ситуации в рамках программы вступительного испытания;

полное усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой вступительного испытания;

умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях синоптической метеорологии и давать им аналитическую оценку.

### **8 баллов**

систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы вступительного испытания;

точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке);

грамотное, логически правильное изложение ответов на вопросы билета; владение инструментарием основ синоптической метеорологии, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;

способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации в рамках программы вступительного испытания;

полное усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой вступительного испытания;

умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях синоптической метеорологии и давать им аналитическую оценку.

### **7 баллов**

систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы вступительного испытания;

использование научной терминологии;

грамотное, логически правильное изложение ответов на вопросы билета;

умение делать обоснованные выводы и обобщения;

владение инструментарием основ синоптической метеорологии, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;

свободное владение типовыми решениями в рамках программы; усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой вступительного испытания;

умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях синоптической метеорологии и давать им аналитическую оценку.

### **6 баллов**

достаточно полные и систематизированные знания в объеме программы вступительного испытания;

использование необходимой научной терминологии;

грамотное, логически правильное изложение ответов на вопросы билета, умение делать обобщения и обоснованные выводы;

владение инструментарием основ синоптической метеорологии, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач;

способность самостоятельно применять типовые решения в рамках программы вступительного испытания;

усвоение основной литературы, рекомендованной программой вступительного испытания;

умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях истории международных отношений и давать им сравнительную оценку.

#### **5 баллов**

достаточные знания в объеме программы вступительного испытания;

использование научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответов на вопросы билета, умение делать выводы;

владение базовым инструментарием основ синоптической метеорологии, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач;

способность самостоятельно применять типовые решения в рамках программы вступительного испытания;

усвоение основной литературы, рекомендованной программой вступительного испытания;

умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях синоптической метеорологии и давать им сравнительную оценку.

#### **4 балла**

достаточный объем знаний в рамках образовательного стандарта высшего образования;

усвоение основной литературы, рекомендованной программой вступительного испытания;

использование научной терминологии, логическое изложение ответов на вопросы билета, умение делать выводы без существенных ошибок;

владение базовым инструментарием основ синоптической метеорологии, умение его использовать в решении стандартных (типовых) задач;

умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях синоптической метеорологии и давать им оценку.

#### **3 балла**

недостаточно полный объем знаний в рамках образовательного стандарта высшего образования;

знание части основной литературы, рекомендованной программой вступительного испытания;

использование научной терминологии, изложение ответов на вопросы билета с существенными логическими ошибками;

слабое владение инструментарием основ синоптической метеорологии;

некомпетентность в решении стандартных (типовых) задач;

неумение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях синоптической метеорологии.

#### **2 балла**

фрагментарные знания в рамках образовательного стандарта высшего образования;

знание отдельных источников, рекомендованных программой вступительного испытания;

неумение использовать научную терминологию, наличие в ответе грубых логических ошибок.



***1 балл***

отсутствие знаний и компетенций в рамках образовательного стандарта высшего образования;

отказ от ответа;

неявка на вступительное испытание без уважительной причины.

# СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

## Теоретическая часть

### Введение

Предмет и задачи дисциплины. Основные структурные части: метеорология и климатология, синоптическая метеорология, гидрология. Гидрометеорологическая служба. Обеспечение потребителей гидрометеорологической информацией.

## Раздел 1. Метеорология и климатология

### Тема 1.1 Основные понятия и определения

Предмет метеорологии и климатологии. Основные понятия и их определения: атмосфера, тропосфера, мезосфера, солнечная радиация, альbedo, радиационный баланс, тепловой баланс, погода, климат, воздушная масса, атмосферный фронт, ветер, циклон, антициклон.

Понятие об атмосферных слоях. Состав атмосферного воздуха и его изменение с высотой. Водяной пар. Главные малые газы составляющие. Первичные и вторичные аэрозоли в атмосфере. Климатические эффекты аэрозоля.

Вертикальное распределение температуры, давления, плотности. Стандартная атмосфера. Зональное и пространственно-временное распределение температуры. Тропопауза. Уравнение статики атмосферы. Барометрическая формула и её применение.

Понятие о солнечной радиации. Солнечная постоянная. Распределение энергии в солнечном спектре. Прямая и рассеянная радиация. Закон ослабления солнечной радиации.

Инфракрасная радиация в атмосфере. Основные фотометрические величины. Физика радиационных процессов. Основные законы излучения. Рассеяние и поглощение радиации в атмосфере.

Понятие о радиационном режиме и тепловом балансе земной поверхности. Общие характеристики радиационного режима. Радиационный баланс подстилающей поверхности. Парниковый эффект.

Климат, климатообразующие процессы, климатообразующие факторы, классификация климатов, климатическое районирование.

Понятие о климате и климатической системе. Закономерности формирования климата. Атмосфера и её роль в климатической системе. Погода и климат. Климатообразующие факторы. Климатические функции мирового океана. Биота и биосфера, углеродный цикл, биологическая регуляция климата. Воздействие человека на климат. Классификация климатов Б.П. Алисова, Кеппена-Треварта, Будыко-Григорьева, Л.С. Берга. Принципы климатического районирования.

## Тема 1.2 Гидротермодинамические процессы в тропосфере

Понятие о термодинамических процессах в атмосфере. Сухоадиабатические процессы. Влажноадиабатические процессы. Термодинамическая устойчивость атмосферы. Фазовые переходы в атмосфере. Ядра конденсации. Глобальный баланс влаги в атмосфере.

Понятие об общей циркуляции атмосферы. Фундаментальные законы гидро- и термодинамики и их приложение к изучению атмосферных процессов. Барометрические формулы для политропной атмосферы и для больших высот. Барическое поле и ветер. Линии тока и траектории частиц воздуха. Характеристики поля ветра: дивергенция, вихрь, циркуляция скорости. Геострофический ветер. Термический ветер. Понятие о воздушных массах. Термодинамическая и географическая классификация воздушных масс. Трансформация воздушных масс.

Общие представления о строении пограничного слоя атмосферы. Суточный ход температуры, ветра и влажности воздуха на разных высотах. Особенности строения пограничного слоя в условиях горизонтально неоднородной поверхности.

Понятие об уравнении движения, сохранения массы и притока тепла в локальных декартовых координатах. Системы упрощенных уравнений, некоторые виды стационарных течений. Внутренние гравитационные волны, адаптация полей ветра и давления. Гидродинамическая неустойчивость зонального потока. Кинетическая и доступная потенциальная энергия общей циркуляции атмосферы. Цикл Лоренца. Общие сведения о методах численного решения уравнений гидротермодинамики.

Характеристики влажности. Вертикальное распределение влажности. Пространственно-временное распределение влажности.

Общие сведения о формировании облаков. Конденсация и сублимация водяного пара в атмосфере. Микроструктура и водность. Классификации облаков и туманов.

Образование осадков. Классификация осадков. Географическое распределение осадков. Типы годового хода осадков. Основные закономерности пространственного распределения годового количества осадков. Основные характеристики поля атмосферных осадков на континентах. Пространственно-временная структура полей осадков. Химический состав осадков, диффузия атмосферных примесей в пограничном слое и трансграничный перенос. Кислотные дожди. Искусственное воздействие на облака и осадки. Снежный покров: физические свойства, географическое распределение и климатическое значение.

Поглощение. Коротковолновая область. Длинноволновая область. Рассеяние. Уравнение переноса излучения. Нагревание средней атмосферы коротковолновой (солнечной) радиацией. Фотодиссоциация. Соляриный климат верхней границы атмосферы. Планетарное альбедо. Уходящее длинноволновое излучение. Тепловой баланс системы Земля-атмосфера.

Глобальное распределение атмосферного озона и его изменчивость. Вертикальное распределение озона. Метан. Формальдегид. Оксид углерода.

Диоксид углерода. Углеводороды. Водяной пар. Закись азота. Фреоны. Свободные электроны в мезосфере.

### **Тема 1.3 Эволюция климата и его численное моделирование**

Закономерности эволюции климата. Изменения климата в плейстоцене и голоцене. Изменения климата в историческую и современную эпохи и их проявления. Атмосферные примеси в тропосфере и стратосфере и их воздействие на климат. Антропогенное воздействие на состояние глобального климата. Изменение климатообразующих факторов в современную эпоху.

Постановка задачи численного моделирования. Основные типы климатических моделей: энергобалансовые модели, модели общей циркуляции атмосферы и океана, модели промежуточной сложности. Валидация климатических моделей. Сценарий изменения климата.

### **Тема 1.4 Климат и хозяйственная деятельность**

Основные аспекты влияния климата на хозяйственную деятельность человека. Климат и его воздействие на сельское, лесное, водное хозяйство, транспорт и энергетику. Климат и проблемы проектирования и строительства. Влияние метеорологических и климатических факторов на условия труда, быта, здоровья населения. Биоклиматология человека. Климат и социально-экономические факторы. Адаптация различных видов деятельности к изменениям климата.

### **Тема 1.5 Воздействия антропогенной деятельности на атмосферу и климат**

Основные понятия и термины: источник загрязнения, фоновое загрязнение, мониторинг загрязнения, нормативы воздействия на атмосферный воздух, предельно допустимая концентрация, предельно допустимый выброс.

Природные и антропогенные источники выбросов. Стационарные и мобильные (передвижные) источники. Источники и стоки парниковых газов. Фоновое загрязнение атмосферы. Антропогенные изменения локального соотношения газовых и аэрозольных компонент в атмосферном воздухе.

Модели переноса и рассеяния загрязняющих веществ. Основные типы моделей переноса и рассеяния. Моделирование трансграничного переноса загрязняющих веществ.

Регулирование воздействий на атмосферный воздух. Законодательство Республики Беларусь в области охраны атмосферного воздуха и климата. Закон об охране атмосферного воздуха.

Предельно допустимые концентрации. Методы оценки качества атмосферного воздуха.

Приоритетные загрязняющие вещества в атмосферном воздухе городов. Различия городов по уровню загрязнения воздуха. Моделирование и расчет загрязнения атмосферного воздуха.

Цели и задачи мониторинга. Методы мониторинга качества атмосферного воздуха. Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь и место в ней мониторинга качества атмосферного воздуха в Беларуси.

Конвенция о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния. Международные соглашения по борьбе с изменениями климата. Рамочная конвенция об изменении климата. Киотский протокол. Научные программы в области мониторинга атмосферы и климата. Программа ЕМЕП

## **Раздел 2. Синоптическая метеорология**

### **Тема 2.1 Общие вопросы синоптической метеорологии**

Синоптическая метеорология, синоптический метод исследования и предсказания погоды. Основные приемы и принципы синоптического анализа.

Понятие об атмосферных фронтах. Теплый и холодный фронты, высотные фронтальные зоны и струйные течения. Циклоны и антициклоны. Тропические циклоны. Конвективные явления. Струйные течения. Смерчи. Местная циркуляция. Обледенение. Метели. Туманы. Пыльные бури. Град. Грозы.

Общее понятие об атмосферной циркуляции. Зональные различия атмосферной циркуляции. Атмосферная циркуляция в умеренных широтах: центры действия атмосферы, циклоническая деятельность, струйные течения. Внетропические циклоны и антициклоны, их возникновение, эволюция и прогноз перемещения. Внетропические муссоны. Атмосферная циркуляция в тропиках: пассаты, муссоны, внутритропическая зона конвергенции, Эль-Ниньо, Ла-Нинья.

Прогноз погоды. Постановка задачи численного прогноза погоды. Прогноз перемещения фронта. Фронтотенез и фронтотиз. Методология краткосрочного прогноза температуры и осадков, ветров и опасных погодных явлений. Прогностические модели и системы усвоения данных. Методы статистической интерпретации численных прогнозов погоды.

Состав наблюдений метеорологических параметров на метеостанциях. Программы метеонаблюдений. Приборы и оборудование, используемые при наблюдении за солнечной радиацией, атмосферным давлением, температурой, осадками, влажностью. Метеорологические зонды. Методическое обеспечение метеонаблюдений.

Дистанционные методы. Основные понятия о дистанционных наблюдениях. Физические основы измерений со спутников. Особенности получения спутниковой информации. Метеорологическое дешифрирование космических снимков земли. Дистанционное зондирование атмосферы и подстилающей поверхности. Лидары.

### **Тема 2.2 Объекты синоптического анализа**

Понятие о воздушных массах и условиях их формирования. Классификации воздушных масс. Характеристика теплых, холодных и нейтральных воздушных масс. Понятие и критерии устойчивости и

неустойчивости воздушных масс. Характеристика географических типов воздушных масс. Трансформация воздушных масс.

Классификация атмосферных фронтов. Наклон фронтальной поверхности. Особенности барического поля и поля тенденций у фронтов, фронт как бароклинная система. Характеристика теплых и холодных фронтов и фронтов окклюзии. Фронтотенез и фронтотиз. Высотные фронтальные зоны и струйные течения.

Понятие и виды барических систем, условия их возникновения. Стадии развития циклонов и антициклонов. Перемещение барических систем. Регенерация циклонов и антициклонов. Повторяемость циклонов и антициклонов. Тропические циклоны.

### **Тема 2.3 Прогноз синоптического положения**

Постановка задачи прогноза синоптического положения. Основные требования к прогностической методике. Традиционные и современные методы прогноза синоптического положения.

Прогноз возникновения барических систем. Прогноз эволюции циклонов и антициклонов. Прогноз перемещения циклонов и антициклонов.

Прогноз эволюции фронтов. Прогноз перемещения атмосферных фронтов.

Постановка задачи составления прогноза погоды и её отдельных элементов и явлений. Основные требования к прогностической методике. Традиционные и современные методы прогнозирования погоды.

Прогноз ветра в приземном слое. Прогноз шквала. Прогноз метели. Прогноз пыльной (песчаной) бури. Прогноз ветра на различных высотах. Прогноз струйных течений и скорости максимального ветра.

Прогноз температуры и влажности воздуха в приземном слое и на различных высотах. Прогноз заморозков.

Общие принципы прогноза облачности. Общие принципы прогноза атмосферных осадков. Прогноз облаков нижнего яруса. Прогноз фронтальной неконвективной облачности. Прогноз обложных осадков. Прогноз конвективной облачности. Прогноз ливневых осадков и гроз. Прогноз града. Прогноз гололедно-изморозевых явлений.

## **Раздел 3. Гидрология**

### **Тема 3.1 Введение в гидрологию**

Вода – один из главных компонентов географической среды и элементов ландшафта, главный фактор развития природных процессов. Вода в гидросфере, атмосфере и литосфере. Сток – глобальный процесс и его роль в круговороте вещества и энергии на Земле, в обмене веществ между географическими сферами. Роль воды в природе и обществе.

Основные составные части гидрологии. Предмет изучения, структура методы гидрологических исследований и расчетов. Гидрологическое

моделирование и прогнозирование. История гидрологических исследований в Беларуси.

### **Тема 3.2 Гидрологические процессы и их физические основы**

Сток как глобальный гидрологический процесс. Подземный и поверхностный сток. Области внутреннего и внешнего стока. Малый и большой круговорот воды в природе и их роль в увлажнении суши и водообмене водных объектов. Типизация водных объектов по степени их водообмена.

Движение воды. Виды воды в почвах и грунтах. Виды движения воды. Особенности ламинарного и турбулентного движения воды. Законы Шези. Влияние физико-географических факторов на сток. Естественная зарегулированность стока. Влияние хозяйственной деятельности человека на сток. Регулирование стока.

### **Тема 3.3 Гидрология рек**

Водосбор и бассейн реки. Типы рек. Гидрографическая сеть, ее элементы. Русловая и гидрографическая сеть. Типы речной сети Беларуси. Количество и длина рек. Морфометрические показатели рек и водосборов. Физико-географические, гидрографические и морфометрические характеристики водосборов.

Характеристика гидрографической сети Беларуси. Особенности формирования гидрографической сети Беларуси (бассейны Балтийского и Черного моря). Роль тектоники в развитии современной гидрографической сети. Влияние современных геоморфологических процессов и мелиорации на формирование современной гидрографической сети Беларуси. Преобразование речных систем в процессе хозяйственной деятельности.

Гидрографические наблюдения на посту. Измерение уровней воды. Понятие приводки и нуля графика

Фазы гидрологического режима. Классификация рек. Водный режим рек. Водный баланс бассейна реки. Виды питания рек: снеговое, дождевое, ледниковое, подземное. Фазы водного режима рек. Гидрограф реки и методы его расчленения по видам питания. Методы Полякова и Куделина. Классификации рек по видам питания и водному режиму.

Уровневый режим рек и методы их измерения, гидрометрический створ и гидрологический пост. Типы водомерных постов. Скорости течения и методы их измерения. Расходы воды и методы их определения. Связь расходов и уровня воды (кривая расходов). Расчеты ежедневного стока.

Повторяемость и продолжительной стояния уровней воды в реке по годовым данным.

Методы определения расходов. Кривые расходов. Скорости течения и методы определения. Методы определения расходов. Кривые расходов. Движение воды в реке и его причины. Теории Лелявского и Лосиевского. Продольное и поперечное равновесие сил в речном потоке. Распределение скорости течения по глубине и ширине русла.

Характеристики стока. Расчленение гидрографа по типам питания. Речной сток как процесс и одна из главных гидрологических характеристик. Виды речного стока: водный, взвешенных веществ и влекомых наносов. Количественные характеристики водного стока. Многолетние колебания речного стока. Пространственное и временное распределение стока. Влияние хозяйственной деятельности на режим стока. Тепловой и ледовый режим рек. Фазы ледового режима. Температура воды в реке и ее изменения. Затопы и заборы на реках. Промерзание и пересыхание рек Беларуси. Гидрохимический режим рек. Химический состав речных вод и его типы. Система Валяшко. Минерализация речных вод и ее изменения. Сток растворенных веществ (ионный сток). Характеристики ионного стока. Главные черты гидрохимического режима рек.

Энергия и работа рек. Мутность воды. Взвешенные и влекомые наносы. Характеристики твердого стока. Русловые процессы Речные наносы. Типы наносов. Особенности взвешенных веществ и влекомых наносов. Транспортирующая способность потока. Закон Эри. Мутность воды сток наносов. Географические закономерности стока наносов рек земного шара. Русловые процессы. Микро-, мезо- и макроформы русла. Типы русловых процессов и их особенности в условиях Беларуси. Меандрирование рек. Перекат и его элементы. Закономерности Фарга.

Расчет среднего расхода воды в реке, общего объема стока, модуля стока, слоя стока при наличии и отсутствии наблюдений.

Устье реки как область взаимодействия реки с водоприемником (морем, озером). Особенности гидрологического режима на приустьевом участке реки и устьевом взморье. Приливные и стонно-нагонные явления в устьях рек. Типы дельт.

### **Тема 3.4 Гидрология подземных вод**

Происхождение подземных вод. Теории конденсации и инфильтрации. Виды подземных вод по условиям залегания. Воды зоны аэрации, грунтовые, напорные (артезианские) воды. Виды воды в почвах и грунтах и механизм их движения. Движение подземных вод, инфильтрация воды. Ламинарное и турбулентное движение подземных вод. Закон Дарси. Коэффициент фильтрации и методы его определения. Питание и режим подземных вод.

Химический состав подземных вод. Взаимодействие поверхностных и подземных вод. Постоянная и временная гидравлическая связь. Периодическая связь, полное отсутствие гидравлической связи. Географическое распространение подземных вод. Зональные и аэональные грунтовые воды, их залегание и минерализация.

Подземные воды Беларуси, особенности залегания, типы, физические и химические свойства. Пресные подземные воды. Минеральные воды и рассолы. Гидротермальные источники и их медицинское и хозяйственное значение. Роль подземных вод Беларуси в гидрологических, природных процессах и в хозяйстве.



### **Тема 3.5 Гидрология озер**

Крупнейшие озера и озерно-речные системы мира и Беларуси. Озерные районы. Роль озер в формировании природных ландшафтов Беларуси. Происхождение озерных котловин. Морфология озерных котловин. Морфометрические характеристики озер и методы их расчета. Объемная и батиграфическая кривые и их применение.

Водный режим озер. Водный баланс озер и особенности его расчета. Колебания уровня воды. Водообмен озер. Типизация озер по водному балансу и водообмену. Уровневый режим озер. Типизация озер по уровневому режиму. Ветровое волнение, элементы ветровых волн. Стоно-нагонные явления. Сейша.

Течения в озерах и особенности их измерения. Типы течений и их роль в перемешивании водной массы и восстановлении озер. Тепловой баланс озер. Фазы термического режима озер. Вертикальная и горизонтальная термическая неоднородность воды в озере. Циркуляция и стагнация. Явление термического бара. Особенности ледового режима озер. Термические классификации озер (Фореля, Хомскиса, Хатчинсона, Тихомирова). Гидрохимический режим озер. Минерализация озерной воды. Солевой баланс в озере. Соленые озера. Садка солей в озере. Кислород и углекислый газ в озере. Газовый режим озера. Основные типы гидробионтов. Гидробиологический режим озера. Трофическая классификация озер. Биологическая продуктивность озер. Донные отложения озер и особенности их использования. Типы донных отложений. Закономерности распределения донных отложений по дну озера. Эволюция озер. Зарастание озер. Основные группы гидробионтов. Гидробиологический режим озер. Трофическая классификация озер. Биологическая продуктивность озер. Донные отложения озер и их использование. Типы донных отложений. Закономерности распределения донных отложений по дну озер.

### **Тема 3.6 Гидрология искусственных водоемов**

Водохранилища. Водохранилищный фонд Беларуси и история его создания. Типы водохранилищ по назначению, характеру образования, географическому положению, морфометрическим показателям. Морфология водохранилищ. Типы берегов. Гидроморфологические особенности водохранилищ. Проектные и наблюдаемые характеристики водохранилищ. Особенности гидрологического режима в различных морфологических частях. Гидрологические районы. Виды регулирования стока. Полное (глубокое) и неполное регулирование стока. Уровневый режим водохранилищ. Водохозяйственный баланс водохранилищ. Заиление и зарастание водохранилищ. Схемы зарастания малых водохранилищ. Эволюция водохранилищ. Влияние водохранилищ на природу прилегающих земель. Влияние водохранилищ на прилегающие ландшафты и гидрологический режим рек в нижнем бьефе.

Пруды. Типы прудов и их распределение по территории Беларуси. Назначение и особенности их использования. Морфометрия прудов.

Особенности гидрологического и гидрохимического режимов. Фильтрация воды с прудов. Особенности заиления и зарастания.

Карьерные водоемы – новый тип водных экосистем. Водохозяйственная рекультивация карьеров. Морфологические и морфометрические особенности котловин карьерных водоемов. Гидрологические особенности и гидрохимический режим. Зарастание карьерных водоемов и основные пути их эволюционного развития.

Каналы как объекты гидрографии. Каналы и водные пути Беларуси. Днепровско-Бугский водный путь. Березинская, Августовская, Вилейско-Минская и Слепнянская водные системы. Днепровско-Неманский водный путь (Огинская водная система). Себежский водный путь. Мелиоративные системы и каналы.

### **Тема 3.7 Гидрология болот**

Болота как природные водные объекты. Геоморфологические и гидрографические особенности болот. Типы болот и их происхождение. Условия питания и растительность болот. Движение воды в торфяном слое. Особенности стока с верховых и низинных болот. Тепловой режим болот. Условия замерзания и оттаивания. Влияние болот на гидрологический режим рек, озер и подземных вод.

Географическое распространение болот и их хозяйственное значение. Болота и заболоченные земли Беларуси. География болот Беларуси, их современное состояние и использование. Крупнейшие болотные массивы. Роль болот в формировании современных ландшафтов Беларуси. Вопросы охраны болотных массивов.

### **Тема 3.8 Гидрология ледников**

Снеговая линия и хионосфера. Климатическая и орографическая снеговая линия. Образование и строение ледников. Процесс режеляции и образование глетчера. Ледники и их типы. Реки с ледниковым питанием и особенности их гидрологического режима.

### **Тема 3.9 Водные ресурсы и гидрологическое районирование территории Беларуси**

Общая характеристика речной сети Беларуси. Типы речной сети. Хозяйственное использование рек. Пространственная и временная неравномерность распределения стока в условиях Беларуси. Влияние природных факторов на сток. Обеспеченность водными ресурсами. Принципы гидрологического районирования. Гидрологические районы и подрайоны. Характеристика гидрологических районов.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### Примерные варианты практических заданий (по дисциплине Метеорология и климатология)

**Задание 1.** Воздушная масса с начальной температурой  $15^{\circ}\text{C}$  и относительной влажностью 65 % поднимается по склону горы высотой 2500 м, а затем спускается по противоположному склону. Определите температуру и относительную влажность этой воздушной массы у подножия противоположного склона, если сухоадиабатический градиент равен  $1^{\circ}\text{C}/100\text{м}$ , а влажноадиабатический составляет  $0,6^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$ .

**Задание 2.** Всемирное время 3 часа. Определить номера часовых поясов, в которых в этот момент поясное время 0 часов, 7 часов, 18 часов.

**Задание 3.** 18 августа на станции Минск ( $27^{\circ}31'$  в.д.) среднее солнечное время 13 ч 30 мин. Определите летнее время, а также истинное солнечное время на станции Брест ( $23^{\circ}42'$  в. д.).

**Задание 4.** На пункте наблюдений с абсолютной высотой -100 м, расположенном на  $30^{\circ}$  с.ш., давление по ртутному барометру 995,4 гПа. Температура  $15^{\circ}\text{C}$ . Вычислите исправленное давление.

**Задание 5.** Относительная высота горы 435 м. Давление у подножия горы 990,0 гПа, а температура  $18^{\circ}\text{C}$ . Определите давление на вершине горы.

**Задание 6.** Определите величину инсоляции на широте Гродно ( $53^{\circ}41'$  с.ш.) в день летнего солнцестояния при коэффициенте прозрачности 0,7.

**Задание 7.** Определите величину поглощенной солнечной радиации поверхностью с альбедо 25%, если угол падения солнечных лучей равен  $35^{\circ}$ , коэффициент прозрачности 0,6, а рассеянная радиация составляет 0,4 от инсоляции.

**Задание 8.** Относительная влажность воздуха 70%, а температура  $3^{\circ}\text{C}$ . До какой температуры должна охладиться подстилающая поверхность, чтобы на ней образовались продукты конденсации? Образуется роса или иней?

**Задание 9.** При температуре воздуха  $15,4^{\circ}\text{C}$  упругость водяного пара составляет 6,3 гПа. Определите относительную влажность и дефицит влажности.

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### Основная литература:

1. Аргунчинцев, В. К. Динамическая метеорология: учеб. пособие / В.К. Аргунчинцев. – 2-е изд., испр. и доп. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 2009. - 161 с.
2. Воробьев, В.И. Основные понятия синоптической метеорологии. Учебное пособие. – Санкт-Петербург: РГГМУ, 2003. – 48 с.
3. Ковриго, П.А. Метеорология и климатология. Учебник / П.А. Ковриго. – Минск: Вышэйшая школа, 2022. – 414 с.
4. Михайлов, В. Н. Гидрология: учебник для вузов / В. Н. Михайлов, С.А. Добролюбов. – М.; Берлин: Директ-Медиа, 2017. – 752 с.
5. Севастьянова, Л.М. Методы краткосрочных прогнозов погоды общего назначения / Л.М. Севастьянова, А.С. Ахметшина. – Томск: Издательский Дом ТГУ, 2014. – 268 с.
6. Савичев, А.И. Синоптические методы прогноза погоды: Учебное пособие. – Л.: Изд. ЛГМИ, 1982. – 54 с.
7. Хромов, С.П. Метеорология и климатология/С.П. Хромов, М.А. Петросянц.– М., 2006. – 528 с.

### Дополнительная литература:

1. Атмосфера. Справочник. / Ред. коллегия Седунов Ю.С. и др. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1991. – 509 с.
2. Белов, П.Н. Численные методы прогноза погоды / П.Н. Белов, Е.П. Борисенков, Б.Д. Панин – Ленинград: Гидрометеиздат, 1989. – 369 с.
3. Борисенков, Е.П. Колебания климата за последнее тысячелетие / Е.П. Борисенков – Ленинград: Гидрометеиздат, 1988. – 408 с.
4. Будыко, М.И. Климат в прошлом и будущем / М.И. Будыко – Ленинград: Гидрометеиздат, 1980. – 352 с.
5. Введение в гидрометеорологию : электронный учебно-методический комплекс для специальности: 1-31 02 02 «Гидрометеорология» / О.В. Давыденко ; БГУ, Факультет географии и геоинформатики, Кафедра общего землеведения и гидрометеорологии. – Минск : БГУ, 2022. – 163 с. : табл. – Библиогр.: с. 159-161. Депонировано 07.09.2022 № 008707092022 (<https://elib.bsu.by/handle/123456789/286112>)
6. Гидрология: электронный учебно-методический комплекс для специальностей: 1-31 02 01 «География (по направлениям)», направление специальности: 1-31 02 01-02 «География (научно-педагогическая деятельность)»; 1-31 02 02 «Гидрометеорология», 1-31 02 03 «Космоаэрокартография», 1-33 01 02 «Геоэкология», 1-56 02 02 «Геоинформационные системы (по направлениям)», направления специальности: 1-56 02 02-01 «Геоинформационные системы (земельно-кадастровые), 1-56 02 02-02 «Геоинформационные системы (специальные)» / П. С. Лопух, Е. В. Логинова ; БГУ, Факультет географии и геоинформатики, Кафедра общего землеведения и гидрометеорологии. – Минск : БГУ, 2021. –

414 с. : ил., табл. – Библиогр.: 413–414. №003707042022, Деп. в БГУ 07.04.2022.

7. Гидрологическое прогнозирование: электронный учебно-методический комплекс для специальности: 1-31 02 02 «Гидрометеорология» / А. А. Новик ; БГУ, Факультет географии и геоинформатики, Кафедра общего землеведения и гидрометеорологии. – Минск : БГУ, 2022. – 61 с. : ил., табл. – Библиогр.: с. 59–60. №004605052022, Деп. в БГУ 05.05.2022.

8. Географический атлас учителя / Рекомендовано научно-методическим учреждением «Национальный институт образования» Министерства образования РБ. - Минск: Белкартография, 2017. - 392 с.

9. Гледко, Ю.А. Экономический эффект использования гидрометеорологической информации в дорожном хозяйстве Республики Беларусь / Ю.А. Гледко, В.М. Лаппо // География. - № 2 (177). – 2022. – С. 19-24.

10. Гледко, Ю.А. Оценка интенсивности воздействия опасных гидрометеорологических явлений на социально-экономическую систему Беларуси / Ю.А. Гледко, М.В. Медведько // Журнал Белорусского государственного университета. География. Геология. – 2022. – № 2. – С. 99-116

11. Долгосрочные метеорологические прогнозы: [Учеб.пособие для вузов по спец. «Метеорология»/ Н. А. Багров, К. В. Кондратович, Д. А. Педь, А. И. Угрюмов; Науч. ред. К. В. Кондратович]. - Л.: Гидрометеиздат, 1985. - 248 с.

12. Изменение климата и климатические риски : электронный учебно-методический комплекс для специальности: 1-31 80 21 «Гидрометеорология», профилизация «Синоптическая метеорология» / Е. В. Логинова ; БГУ, Факультет географии и геоинформатики, Кафедра общего землеведения и гидрометеорологии. – Минск : БГУ, 2022. – 348 с. : ил., табл. – Библиогр.: с. 346–348. № 005017052022, Деп. в БГУ 17.05.2022.

13. Изменения климата Беларуси и их последствия / под ред. В.Ф. Логинова. – Минск: «Тонпик», 2003. – 330 с.

14. Изменение климата: последствия, смягчение, адаптация: учеб-метод. Комплекс/М.Ю. Бобрик [и др.]. – Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2015. – 424 с.

15. Кислов, А.В. Климат в прошлом, настоящем и будущем / А.В. Кислов – М.: МАИК «Наука – Интерпериодика», 2001.- 351 с.

16. Климат Беларуси / ред. В. Ф. Логинов. - Минск: Институт геологических наук АН Беларуси, 1996. - 234 с.

17. Какарека, С.В. Трансграничное загрязнение атмосферного воздуха и его регулирование / С.В. Какарека – Минск: Беларуская Навука, 2009. – 320 с.

18. Кондратьев, К.Я. Глобальный климат / К.Я. Кондратьев – Санкт-Петербург: Наука, 1992. – 357 с.

19. Каўрыга, П. А. Метады дыстанцыйных даследаванняў у гідраметэаралогіі [Электронны рэсурс]: дапаможнік /П.А. Каўрыга. - Мінск, БДУ, 2014. - 222 с.
20. Каўрыга, П. А. Метэаралогія і кліматалогія: даведнік. Мінск: Чатырычвёрці, 2012. - С. 312.
21. Логинов, В.Ф. Диагноз глобального климата / В.Ф. Логинов; Институт природопользования НАН Беларуси. – Минск, 2021. ООО Научно-производственное объединение «Гидротехпроект» Санкт-Петербург, 2021. – СПб.: ЛЕМА, 2021.
22. Логинов, В.Ф. Изменение климата Беларуси: причины, последствия, возможности регулирования // Логинов В.Ф., Лысенко С.А., Мельник В.И. – Минск: УП «Энциклопедикс», 2020.
23. Логинов, В.Ф. Космические факторы климатических изменений / В.Ф. Логинов. – Минск: 2020.
24. Логинов, В.Ф. Опасные метеорологические явления на территории Беларуси / В.Ф. Логинов, А.А. Волчек, И.Н. Шпока. Минск: Беларуская навука, 2010. - 129 с.
25. Логинов, В. Ф. Изменения климата: тренды, циклы, паузы / В. Ф. Логинов, В. С. Микуцкий. - Минск: Беларуская навука, 2017. - 179 с
26. Логинов, В.Ф. Радиационные факторы и доказательная база современных изменений климата / В.Ф. Логинов. Минск: Беларус. навука, 2012. - 266 с.
27. Матвеев, Л.Т. Физика атмосферы / Л.Т. Матвеев. – Санкт-Петербург: Гидрометеиздат, 2000.
28. Метэаралогія і кліматалогія : электронны вучэбна-метадычны комплекс па спецыяльнасцях: 1-31 02 02 «Гідраметэаралогія»; 1-31 02 03 «Космаэракартаграфія»; 1-56 02 02 «Геаінфармацыйныя сістэмы (па накірунках)», накірунак спецыяльнасці: 1-56 02 02-01 «Геаінфармацыйныя сістэмы (зямельна-кадастравыя)»; 1-31 02 01 «Геаграфія (па накірунках)», накірунак спецыяльнасці: 1-31 02 01-02 «Геаграфія (навукова-педагагічная дзейнасць)»; 1-33 01 02 «Геаэкалогія» / П. А. Каўрыга, В. В. Давыдзенка ; БДУ, Фак. геаграфіі і геаінфарматыкі, Каф. агульнага землязнаўства і гідраметэаралогіі. – Мінск : БДУ, 2021. – 152 с. : іл. – Бібліягр.: с. 146–148. <https://elib.bsu.by/handle/123456789/261173>
29. Монин, А.С. Введение в теорию климата / А.С. Монин. - Л.: Гидрометеиздат, 1982. – 247 с.
30. Монин, А.С. История климата / А.С. Монин, Ю.А. Шишков. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1979. – 408 с.
31. Переведенцев, Ю. П., Лопух, П. С., Гледко, Ю. А., Бережкова, Е. С., Хао, В., & Шлендер, Т. В. (2022). Особенности климатических изменений на европейской территории Союзного государства России и Беларуси в начале XXI в. Журнал Белорусского государственного университета. География. Геология, 2, 69-87. <https://doi.org/10.33581/2521-6740-2022-2-69-87>

32. Полтараус Б.В. Климатология / Б.В. Полтараус, А.В. Кислов. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1986. – 144 с.
33. Практикум по синоптической метеорологии: Учеб.пособие. / Под ред. проф. В.И. Воробьева. – СПб.: Изд. РГТМУ, 2005. – 304 с.
34. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды. Часть 1 / под ред. С.Л. Белоусова и др. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1986.
35. Савичев, А.И. Синоптические методы анализа атмосферных процессов: Учебное пособие / А.И. Савичев. – Л.: ЛПИ, 1980. – 100 с.
36. Специализированные прогнозы погоды: Учебное пособие. – Л., изд. ЛГМИ, 1991. – 112 с