

## Программа дисциплины «ГИДРОХИМИЯ»

Автор: доц. М.Б.Заславская

**Цель** освоения дисциплины: Формирование представлений о закономерностях изменения химического состава природных вод в пространстве и во времени, методах исследования этих закономерностей.

### **Задачи:**

- дать необходимые представления о строении и структурных особенностях воды, закономерностях протекающих в ней процессов, имеющих определенное экологическое значение;
- сформировать знания о природной воде как многокомпонентном растворе;
- изучить факторы формирования химического состава поверхностных вод суши, в том числе физико-химические и биологические внутриводоемные процессы, и их взаимодействие при формировании гидрохимического и экологического режима различных водных объектов суши;
- сформировать знания об особенностях химического состава и гидрохимического режима атмосферных осадков, речных, озерных, водохранилищных и подземных вод в разных географических зонах и поясах;
- ознакомить с методами химического анализа природных вод, организацией работ при проведении гидрохимических исследований на водных объектах и основными методами обобщения материалов гидрохимических исследований;
- показать практическую возможность совместного изучения гидрологических, гидрохимических и гидробиологических процессов в водных объектах для целей рационального использования и охраны водных ресурсов.

### **Место дисциплины в структуре ООП**

Дисциплина «Гидрохимия» входит в вариативную часть ИБ интегрированный магистр МГУ, в учебный план бакалавриата, направление - 021600 Гидрометеорология, профиль подготовки - гидрология, модуль «Водопользование и водная экология», профессиональный блок. Преподается в 4 семестре 2 курса.

Дисциплина «Гидрохимия» предназначена для формирования у студентов общих представлений о важнейших химических свойствах воды, водных растворов и природных вод, закономерностях протекания химических процессов и их роли в природе. Для усвоения данной дисциплины должны быть освоены следующие курсы: «Гидрология», «Гидрометрия и техника безопасности», «Климатология с основами метеорологии», «Геоморфология с основами геологии», «География почв с основами почвоведения», «Общее землеведение», «Химия», «Физика», «Математика». Освоение дисциплины необходимо в качестве предшествующей для курсов «.

В результате изучения дисциплины студент должен:

**Знать:** физические, химические и биологические свойства природных вод; основные химические и биологические процессы, влияющие на формирование их химического состава; основные гидрохимические классификации по минерализации, ионному и газовому составу, биогенным и органическим веществам; природные и антропогенные факторы пространственной и временной изменчивости химического состава поверхностных вод суши и стока растворенных веществ; закономерности гидролого-гидрохимического режима рек, озер и водохранилищ; основные региональные особенности химического состава и гидрохимического режима вод атмосферных осадков, местного и речного стока, озер и водохранилищ, подземных вод; принципы организации гидрохимических работ у водного объекта; содержание гидрохимического раздела государственного водного кадастра.

**Уметь:** использовать основные гидрологические, гидрохимические и водохозяйственные справочные материалы; самостоятельно использовать дополнительную литературу по дисциплине; выполнять практические задания по гидрохимическому практикуму; анализировать

результаты выполненных оценок и расчетов; полно и логично излагать освоенный учебный материал.

**Владеть:** знаниями о гидрохимии водных объектов суши, закономерностях их географического распределения и характерных для них гидрологических и биологических процессах, навыками сбора справочной гидрохимической информации; методами аналитического определения основных компонентов химического состава воды и выполнения простейших гидрохимических расчетов; проведения основных гидрологических и гидрохимических работ на водных объектах суши.

## **Содержание**

### **Раздел 1. Введение.**

#### **Тема 1. Определение науки гидрохимия, цели и задачи курса.**

Гидрохимия как наука, ее предмет, задачи и связь с другими науками. История и этапы развития гидрохимии как науки. Роль гидрохимических исследований на современном этапе развития общества. Важнейшие центры современных гидрохимических исследований. Основные разделы гидрохимии и их содержание.

#### **Тема 2. Вода и ее свойства.**

Физические и химические свойства воды, аномалии свойств воды и их проявление в природных процессах. Вода как растворитель, гидратация. Воздействие на свойства воды внешних условий. Изотопные разновидности воды, их распространенность, участие в природных процессах.

#### **Тема 3. Важнейшие свойства водных растворов.**

Физико-химические свойства растворов: диффузия, осмос, давление пара, испарение и замерзание, криогидраты, влияние солености и давления на температуру наибольшей плотности и замерзания. Гидрологическое и экологическое значение этих свойств.

#### **Тема 4. Химические процессы в природных водах.**

Вода как растворитель, процессы растворения и их энергетика. Разбавленные растворы. Электролиты и неэлектролиты. Теория электролитической диссоциации. Законы Рауля и Вант-Гоффа.

Неэлектролиты, произведение растворимости, ионное произведение воды, величина рН природных вод, ее влияние на формы существования слабых соединений и их экологическое значение. Классификация природных вод по величине рН. Окислительно-восстановительный потенциал, его измерение и вычисление, связь с рН.

Электролиты, активность, коэффициент активности, ионная сила раствора. Гидролиз и его роль в природных водах. Понятие о буферности и буферных растворах. Основные буферные растворы и буферная емкость природных вод. Типы дисперсных систем. Коллоидное состояние вещества. Свойства дисперсных систем в природных водах. Гидрофобные и гидрофильные коллоиды, коагуляция, сорбция, поверхностно-активные вещества, пена, коллоидная защита. Роль коллоидов в миграции вещества в гидросфере.

Растворимость твердых веществ и газов.

### **Раздел 2. Теоретические основы гидрохимии.**

#### **Тема 1. Природные воды как полидисперсные системы.**

Распространенность химических элементов в земной коре. Растворенные, взвешенные и коллоидные компоненты природных вод минерального, газового и органического происхождения. Анионно- и катионногенные источники минеральных веществ.

Макрокомпоненты – главные минеральные компоненты природных вод. Основные природные соли и их растворимость. Минерализация воды и главные ионы. Происхождение хлоридных, сульфатных, карбонатных и силикатных природных вод. Карбонатно-кальциевое равновесие в природных водах.

Важнейшие свойства природных вод, определяемые наличием растворенных веществ. Понятие о солености, жесткости, щелочности, кислотности воды. Агрессивность и корродирующая способность воды.

Состав растворенных газов и их происхождение. Равновесие химического состава воды и атмосферы. Аллохтонные и автохтонные газы.

Биогенные вещества и элементы. Классификация биогенных элементов с учетом их физиологической роли в процессах жизнедеятельности водных организмов.

Органические вещества (ОВ) в природных зонах и их основные типы. Источники поступления ОВ в водные объекты аллохтонного и автохтонного органического вещества. Система косвенных характеристик ОВ: бихроматная (БО) и перманганатная (ПО) окисляемость воды, химическое потребление кислорода (ХПК), биохимическое потребление кислорода (БПК), цветность. Органолептические свойства воды.

Микроэлементы, основные подгруппы, формы нахождения в воде, причины низкого содержания в природных водах, их роль в жизнедеятельности водных организмов. Естественная радиоактивность природных вод, ее измерение и способы выражения.

## **Тема 2. Приемы исследования и способы выражения состава природных вод.**

Методы химического анализа природных вод: химические, электрохимические, оптические, фотохимические и хроматографические. Способы выражения минерализации и ионного состава. Количественное выражение содержания в воде компонентов химического состава при анализе: весовое, эквивалентное, процент-эквивалентное. Переход от одной формы выражения к другой. Проверка результатов химического анализа в пробе воды. Классификации природных вод по минерализации, величине рН, ионному и газовому составу. Принцип преобладающих ионов и ионных соотношений. Генетические коэффициенты. Приемы графического изображения и обобщения результатов химического анализа воды. Гидрохимические разрезы, графики и карты.

## **Раздел 3. Общая и региональная гидрохимия.**

### **Тема 1. Основные факторы формирования химического состава вод суши.**

Физико-географические факторы: климат, рельеф, сток, почвенный и растительный покров. Широтная и вертикальная зональность минерализации и ионного состава вод суши. Влияние геологических и гидрогеологических условий. Азональные факторы. Биологические процессы как гидрохимический фактор. Вода как среда обитания организмов. Зоны толерантности, минимума и оптимума. Лимитирующие факторы. Фото-хемосинтез и анаэробные процессы, их связь с гидрохимическими параметрами. Роль миграции и трансформации вещества и энергии на формирование химического состава природных вод. Понятие о физико-химических и биохимических процессах, определяющих режим растворенных в воде газов, биогенных и органических веществ. Круговорот важнейших биогенных элементов: азота, фосфора, углерода, серы.

**Тема 2. Гидрохимия атмосферных осадков.** Источники поступления и характер переноса, ядра конденсации. Химический состав твердых и жидких осадков. Соли морского происхождения в материковом стоке. Региональные особенности химического состава атмосферных осадков.

**Тема 3. Гидрохимия местного стока.** Отличительные черты вод местного стока. Генетические категории вод по П.П.Воронкову. Зональные гидрохимические характеристики вод местного стока. Гидрохимическая характеристика водосборов и их типизация. Речные водные массы и генетические типы вод.

**Тема 4. Гидрохимия рек.** Условия формирования и гидрохимические характеристики речных вод. Зональность и азональность химического состава, изменение по длине реки и поперечному сечению русла. Гидрохимический режим рек и факторы, его определяющие. Гидрохимические типы режима рек (классификация О.А.Алекиной). Зависимость химического состава речных вод от расхода воды, ее типы и генетический анализ. Сток растворенных веществ

и методы его расчета. Химическая денудация и модуль химического стока. Оценка химического стока с материков и с территории России и ближнего зарубежья.

**Тема 5. Гидрохимия озер и водохранилищ.** Пресные, солоноватые и соляные (минеральные) озера, зональность их распространения. Отличия в характере трансформации растворенных веществ в озерах аридной и гумидной зоны. Пресные и солоноватые озера. Роль различных факторов в формировании их химического состава и гидрохимического режима. Зональные и аazonальные озера по составу воды. Классификация озер по уровню трофности. Понятие продуктивности и евтрофирования. Химический баланс озер, его составляющие, связь с водным балансом. Соляные озера. Особенности их формирования. Классификация по происхождению солевой массы, составу и режиму. Метаморфизация солевого состава, ее причины и показатели. Условия образования карбонатных, сульфатных и хлоридных озер. Особенности формирования химического состава воды водохранилищ, влияние режима регулирования. Стабилизация химического режима после заполнения водохранилища. Солевой баланс и засоление водохранилищ.

**Тема 6. Гидрохимия океана и морей.** Различия химического состава вод океана и суши. Карбонатно-кальциевое равновесие, биогенные и органические вещества в морских водах. Биологические процессы в океане. Преобразование веществ в донных отложениях.

#### **Раздел 4. Заключение.**

##### **Тема 1. Гидрохимические исследования на водных объектах.**

Гидрохимические и гидробиологические исследования на станциях службы наблюдений за состоянием поверхностных вод суши (ГСН) и ведомственных постах при проведении специальных научно-исследовательских работ. Организация и состав гидрохимических работ у водного объекта. Техника безопасности при выполнении работ. Обобщение материалов гидрохимических наблюдений. Государственный учет вод и государственный водный кадастр (ГВК). Гидрохимический раздел, его структура и периодичность издания.

Роль гидрохимии в комплексных исследованиях водных объектов суши, в прогнозировании их экологического состояния, в разработке и экспертизе водохозяйственных проектов.

#### **Рекомендуемая литература:**

##### **Основная:**

Ершова М.Г., Заславская М.Б., Даценко Ю.С., Эдельштейн К.К. Практикум по гидроэкологии озер и водохранилищ. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2004. 104 с.

Никаноров А.М. Гидрохимия: Учебник. – изд. 3-е дополненное. – Ростов/Дон: «НОК», –2008. 461 с.

Цыцарин Г.В., Шмидеберг Н.А. Гидрохимический практикум: В 2 ч. – М.: Изд-во Моск. ун-та. - Ч.1, 1972. 120 с.; Ч. 2, 1981. 144 с.

##### **Дополнительная:**

Гаррельс Р.М., Крайст Ч.Л. Растворы, минералы, равновесия. – М.: Мир, 1968. 368 с.

Алекин О.А. Основы гидрохимии. Учебное пособие. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. 442 с.

Богословский Б.Б. Озероведение. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1960. 335 с.

Воронков П.П. Гидрохимия местного стока Европейской части СССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1970.

Гаррельс Р.М., Крайст Ч.Л. Растворы, минералы, равновесия. – М.: Мир, 1968. 368 с.

Горев Л.Н., Никаноров А.М., Пелешенко В.И. Региональная гидрохимия. – Учебное пособие. Киев. Выща шк. Головное изд-во. 1989. 280 с.

Зайцев О.С. Химия: учебник для студ. высш. учеб. заведений. – М.: издательский центр «Академия», 2008. 544 с.

Линник П. Н., Набиванец Б.И. Формы миграции металлов в пресных поверхностных водах. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. 270 с.

Матарзин Ю.М. Гидрология водохранилищ. Пермь: Изд-во Пермского ун-та, 2003. 295 с.

Никаноров А.М. Научные основы мониторинга качества вод. – СПб: Гидрометеоиздат, 2005. 576 с.

Никаноров А.М., Трунов Н.М. Внутриводоемные процессы и контроль качества природных вод. – СПб: Гидрометеоиздат, 1999. 157 с.

Полякова А.В. Гидрохимия: Учеб. пособие. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2009. 164 с.

Посохов Е.В., Толстихин Н.И. Минеральные воды (лечебные, промышленные, энергетические). – Л.: Недра, 1977. 204 с.

Савенко В.С. Теоретический анализ ионных равновесий в природных водах. /Водные ресурсы. 1981. №2. С. 120-133.

Самарина В.С. Гидрогеохимия. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1977

Суркова Г.В. Химия атмосферы: Учеб. пособие. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2002. 209 с.

Хатчинсон Д. Лимнология. – М.: Прогресс, 1969. 592 с.

Цыцарин Г.В. Введение в гидрохимию. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1988. 104 с.

Эдельштейн К.К. Лимнологическая практика. Методические указания. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1989. 95 с.

Экологический энциклопедический словарь. – М.: "Ноосфера", 1999. 930 с.

***Интернет-ресурсы:***

[www.waterinfo.ru](http://www.waterinfo.ru) (Министерство природных ресурсов Российской Федерации. Федеральное агентство водных ресурсов, ФГУП «Центр Российского регистра гидротехнических сооружений и государственного водного кадастра»)