Минобрнауки России
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Федеральный исследовательский центр «Карельский научный центр Российской академии наук»
(КарНЦ РАН)

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор КарНЦ РАН
член-корр. РАН
_____ О.Н. Бахмет
«01» августа 20 22 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ «ГИДРОХИМИЯ»

НАУЧНАЯ СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 1.6.21 ГЕОЭКОЛОГИЯ

г. Петрозаводск
2022

РАЗРАБОТЧИКИ ПРОГРАММЫ

Старший научный сотрудник ИВПС КарНЦ РАН, к.г.н.		М.Б. Зобков
(должность)	(подпись)	(И.О. Фамилия)
Старший научный сотрудник ИВПС КарНЦ РАН, к.х.н.		Н.Е. Галахина
(должность)	(подпись)	(И.О. Фамилия)
(должность)	(подпись)	(И.О. Фамилия)
(должность)	(подпись)	(И.О. Фамилия)
(должность)	(подпись)	(И.О. Фамилия)
(должность)	(подпись)	(И.О. Фамилия)
(должность)	(подпись)	(И.О. Фамилия)

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения программы аспирантуры

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

Формулировка компетенции	**Планируемые результаты обучения** (индикаторы достижения компетенции)
Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	***Знать:*** теоретические основы гидрохимии, состав воды и свойства растворов электролитов, химический состав воды, особенности формирования природных вод и методы их классификации. ***Уметь:*** самостоятельно выполнять работы по изучению гидрохимического режима водных объектов, давать характеристику химического состава воды и представлять полученные данные в виде рефератов, отчетов, презентаций и т.д. ***Владеть:*** способностью к анализу и оценке современных научных достижений.
Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач	***Знать:*** текущее состояние современных научных достижений. ***Уметь:*** вести научно-исследовательскую деятельность. ***Владеть:*** организационными, коммуникативными навыками, позволяющими осуществлять работу в исследовательских коллективах.
Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития	***Знать:*** текущее состояние современных научных достижений. ***Уметь:*** принимать мотивированное решение. ***Владеть:*** навыками принятия решений и способностью нести ответственность за принятые решения.
Владение методами проведения патентных исследований, лицензирования и защиты авторских прав при создании инновационных продуктов в области профессиональной деятельности	***Знать:*** текущее состояние современных научных достижений, основы законодательства в области интеллектуальной собственности. ***Уметь:*** применять полученные теоретические знания для решения конкретных практических задач, эффективно использовать математические модели в научных исследованиях. ***Владеть:*** способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений.
Владение навыками самостоятельной организации научного исследования с использованием базовой гидрологической, метеорологической и географической информации и научного аппарата сбора, обработки и анализа данных в гидрологии, географии, гидрохимии, геоэкологии,	***Знать:*** базовые принципы и положения планирования и проведения научных наблюдений и измерений, постановки цели и задач исследования; ***Уметь:*** анализировать и оценивать текущее состояние водных объектов и прогнозировать их динамику с учетом природообразующих факторов и возможных антропогенных воздействий; ***Владеть:*** современными приборами и оборудованием для проведения научных исследований и камеральной и лабораторной обработки материалов исследования.

природопользовании	
Обладание навыками критического анализа и теоретического осмысления результатов экспериментальных наблюдений и измерений, научной оценки и представления базовой информации, прогнозирования временной изменчивости водных ресурсов и гидроэкологического состояния, представления собственных научных рекомендаций по сохранению водных объектов от деградации	***Знать:*** закономерности пространственной и временной изменчивости параметров гидрологического состояния в зависимости от природно-климатических и антропогенных условий; ***Уметь:*** диагностировать количественные и качественные изменения состояния водных объектов на основе достижений современной гидрохимии и собственных теоретических и практических навыков; ***Владеть:*** современными геоинформационными технологиями, методами и методиками оценки гидроэкологического состояния водных объектов и водных ресурсов, научного прогнозирования гидроэкологической безопасности в реализации водной стратегии; навыками создания научного коллектива, организации его работы, управления научными проектами; навыками написания и подготовки научных статей и отчетов к представлению и публикации или заявки на патенты на русском и/или иностранном языке.

2. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры и язык преподавания

Дисциплина «Гидрохимия» входит в образовательный компонент учебного плана программы аспирантуры по научной специальности 1.6.21 Геоэкология.

Дисциплина изучается согласно учебному плану.

Изучение дисциплины опирается на знания, умения и навыки, приобретенные при освоении образовательной программы предыдущего уровня.

Язык преподавания – русский.

3. Виды учебной работы и тематическое содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы или 72 академических часа.

3.1. Виды учебной работы

Виды учебной работы	Объем в академических часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	72
В том числе:	
Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем). Всего	36
В том числе:	
Лекции (Л)	16
Практические занятия (Пр)	20
Лабораторные занятия (Лаб)	0

Вид промежуточной аттестации	зачет
Самостоятельная работа обучающихся (СР) (всего)	36
В том числе:	
Самостоятельное изучение разделов дисциплины, подготовка к занятиям	*32*
Подготовка к промежуточной аттестации	4

3.2. Краткое содержание дисциплины по разделам и видам учебной работы

№ п/п	Раздел дисциплины (тематический модуль)	Трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)					Оценочное средство
		Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа обучающихся	
1	Гидрохимия как наука	10	2	2	0	5	коллоквиум
2	Свойства воды и теория растворов электролитов	10	2	2	0	6	собеседование
3	Химический состав природных вод	10	2	2	0	5	коллоквиум
4	Формирование химического состава природных вод	12	4	8	0	5	собеседование
5	Классификация природных вод	10	2	2	0	5	коллоквиум
6	Общая и региональная гидрохимия	10	2	2	0	5	собеседование
7	Прикладная гидрохимия	10	2	2	0	5	коллоквиум
Вид промежуточной аттестации: зачет/экзамен							
	Итого:	72	16	20	0	36	

3.3. Содержание аудиторных занятий.

Содержание лекционных занятий

№ раздела	№ лекции	Основное содержание	Количество часов	В т.ч. с использованием ДОТ (*)
1	1-2	Гидрохимия как наука. Предмет и задачи гидрохимии. Краткий исторический очерк развития гидрохимии в России. Современные проблемы гидрохимии	4	0
2	3-4	Свойства воды и теория растворов электролитов. Состав воды, строение молекул воды и фазовые диаграммы воды. Растворы неэлектролитов и электролитов, истинные и	2	0

		коллоидные растворы, способы выражения концентрации растворов. Законы Рауля и Вант-Гоффа. Растворимость твердых тел и газов в жидкости. Теория сильных электролитов Дебая-Хюккеля. Активная концентрация ионов и средний ионный коэффициент активности.		
3	5-6	Химический состав природных вод. Главные ионы. Органическое вещество. Биогенные элементы. Литофильные элементы. Микроэлементы. Газовый состав, pH воды и взвешенное вещество. Карбонатная и гумусная системы кислотно-основного равновесия в природных водах	2	0
4	7-8	Формирование химического состава природных вод. Химические выпадения с атмосферными осадками. Выщелачивание компонентов на водосборной территории. Внутриводоемные процессы трансформации и круговорота веществ. Продукционно-деструкционные процессы	2	0
5	9-10	Классификация природных вод. Классификация по отдельным химическим показателям: минерализации, органическому веществу, биогенным элементам, газовому составу. Классификация по совокупности химических показателей: щелочности и pH, гумусности (по содержанию ОВ и железа), трофности (по содержания Робщ и хлорофилла «а»). Классификация вод по загрязняющим веществам (индексы загрязнения воды, комбинаторные индексы загрязнения, удельные комбинаторные индексы загрязнения воды).	2	0
6	11-12	Общая и региональная гидрохимия. Гидрохимия атмосферных осадков. Гидрохимия рек. Гидрохимия озер и водохранилищ. Химия морей и океанов. Химия подземных вод. Гидрохимическая зональность.	2	0
7	13-14	Прикладная гидрохимия. Оценка качества воды для питьевых, хозяйственно-бытовых и технических целей. Гидрохимические наблюдения на водных объектах. Форма представления материалов гидрохимических наблюдений. Оценка состояния поверхностных вод суши по химическим показателям. Прогнозирование изменения химического состава поверхностных вод. Контроль загрязнения водных объектов и охрана водных ресурсов. Мониторинг состояния водных объектов.	2	0
		Итого:	16	0

Содержание практических занятий

№ раздела	№ занятия	Основное содержание	Количество часов	В т.ч. с использованием ДОТ (*)
1	1-2	Гидрохимия как наука. Предмет и задачи гидрохимии. Краткий исторический очерк развития гидрохимии в России. Современные проблемы гидрохимии	2	0
2	3-4	Свойства воды и теория растворов электролитов. Состав воды, строение молекул воды и фазовые диаграммы воды. Растворы неэлектролитов и электролитов, истинные и	2	0

		коллоидные растворы, способы выражения концентрации растворов. Законы Рауля и Вант-Гоффа. Растворимость твердых тел и газов в жидкости. Теория сильных электролитов Дебая-Хюккеля. Активная концентрация ионов и средний ионный коэффициент активности.		
3	5-6	Химический состав природных вод. Главные ионы. Органическое вещество. Биогенные элементы. Литофильные элементы. Микроэлементы. Газовый состав, pH воды и взвешенное вещество. Карбонатная и гумусная системы кислотно-основного равновесия в природных водах	2	0
4	7-8	Формирование химического состава природных вод. Химические выпадения с атмосферными осадками. Выщелачивание компонентов на водосборной территории. Внутриводоемные процессы трансформации и круговорота веществ. Продукционно-деструкционные процессы	8	0
5	9-10	Классификация природных вод. Классификация по отдельным химическим показателям: минерализации, органическому веществу, биогенным элементам, газовому составу. Классификация по совокупности химических показателей: щелочности и pH, гумусности (по содержанию ОВ и железа), трофности (по содержания Робщ и хлорофилла «а»). Классификация вод по загрязняющим веществам (индексы загрязнения воды, комбинаторные индексы загрязнения, удельные комбинаторные индексы загрязнения воды).	2	0
6	11-12	Общая и региональная гидрохимия. Гидрохимия атмосферных осадков. Гидрохимия рек. Гидрохимия озер и водохранилищ. Химия морей и океанов. Химия подземных вод. Гидрохимическая зональность.	2	0
7	13-14	Прикладная гидрохимия. Оценка качества воды для питьевых, хозяйственно-бытовых и технических целей. Гидрохимические наблюдения на водных объектах. Форма представления материалов гидрохимических наблюдений. Оценка состояния поверхностных вод суши по химическим показателям. Прогнозирование изменения химического состава поверхностных вод. Контроль загрязнения водных объектов и охрана водных ресурсов. Мониторинг состояния водных объектов.	2	0
		Итого:	20	0

3.4. Организация самостоятельной работы обучающегося

№ раздела	Основное содержание	Количество часов	В т.ч. с использованием ДОТ (*)
Семестры № 5, 6			
1	**Гидрохимия как наука.** Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение по основной и дополнительной литературе	4	0
2	**Свойства воды и теория растворов электролитов.** Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение по основной и дополнительной литературе	5	0
3	**Химический состав природных вод.** Выполнение домашних и контрольных работ с привлечением специальной научно-технической литературы и программных средств. Участие в НИР аспирантов.	5	0
4	**Формирование химического состава природных вод.** Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение по основной и дополнительной литературе.	5	0
5	**Классификация природных вод.** Выполнение домашних и контрольных работ с привлечением специальной научно-технической литературы и программных средств. Участие в НИР аспирантов.	4	0
6	**Общая и региональная гидрохимия.** Выполнение домашних и контрольных работ с привлечением специальной научно-технической литературы и программных средств.	4	0
7	**Прикладная гидрохимия. Оценка качества воды для питьевых, хозяйственно-бытовых и технических целей. Гидрохимические наблюдения на водных объектах.** Участие аспирантов в НИР.	5	0
8	**Подготовка к зачету**	4	0
	Итого:	36	0

4. Образовательные технологии по дисциплине

Лекции, практические занятия, коллоквиум, дискуссия, собеседование, зачет, экзамен. В течение семестра обучающиеся выполняют практические работы, указанные преподавателем. Внеаудиторная работа обучающихся сопровождается рекомендацией литературы для самостоятельного изучения.

5. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

5.1. Текущий контроль осуществляется преподавателем дисциплины при проведении занятий в форме: коллоквиума, собеседования, дискуссии.

Оценочные средства для текущего контроля.

Вопросы к зачету

1. Гидрохимия как наука. Предмет и задачи и современные проблемы гидрохимии
2. Состав воды, строение молекул воды и фазовые диаграммы воды
3. Растворы неэлектролитов и электролитов, истинные и коллоидные растворы, способы выражения концентрации растворов
4. Законы Рауля и Вант-Гоффа для растворов электролитов
5. Растворимость твердых тел и газов в жидкости
6. Теория сильных электролитов Дебая-Хюккеля
7. Активная концентрация ионов и средний ионный коэффициент активности
8. Химический состав природных вод. Главные ионы
9. Химический состав природных вод. Органическое вещество
10. Химический состав природных вод. Биогенные элементы
11. Химический состав природных вод. Литофильные элементы
12. Химический состав природных вод. Микроэлементы
13. Газовый состав, pH воды и взвешенное вещество
14. Карбонатная и гумусная системы кислотно-основного равновесия в природных водах
15. Формирование химического состава природных вод. Физико-географические, геологические, физико-химические, биологические и антропогенные факторы
16. Химические выпадения с атмосферными осадками
17. Выщелачивание компонентов на водосборной территории
18. Внутриводоемные процессы трансформации и круговорота веществ
19. Продукционно-деструкционные процессы
20. Классификация природных вод по отдельным химическим показателям: минерализации, органическому веществу, биогенным элементам, газовому составу
21. Классификация природных вод по совокупности химических показателей: щелочности и pH, гумусности (по содержанию ОВ и железа), трофности (по содержания $P_{общ}$ и хлорофилла «а»)
22. Классификация вод по загрязняющим веществам (индексы загрязнения воды, комбинаторные индексы загрязнения, удельные комбинаторные индексы загрязнения воды)
23. Гидрохимия атмосферных осадков
24. Гидрохимия рек
25. Гидрохимия озер и водохранилищ
26. Химия морей и океанов
27. Химия подземных вод
28. Гидрохимическая зональность
29. Оценка качества воды для питьевых, хозяйственно-бытовых и технических целей
30. Гидрохимические наблюдения на водных объектах
31. Форма представления материалов гидрохимических наблюдений
32. Оценка состояния поверхностных вод суши по химическим показателям
33. Прогнозирование изменения химического состава поверхностных вод
34. Контроль загрязнения водных объектов и охрана водных ресурсов
35. Мониторинг состояния водных объектов

5.2. Промежуточная аттестация проводится в виде **зачета**.

Подробно средства оценивания для проведения промежуточной аттестации обучающихся приведены в Фонде оценочных средств по данной дисциплине.

6. Методические рекомендации обучающимся по дисциплине, в том числе для

самостоятельной работы

Самостоятельная работа включает следующие виды работ:

– работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы;

– выполнение домашнего задания – решение задач, выдаваемых на практических занятиях;

– чтение статей, рекомендованных преподавателем, по темам для самостоятельного изучения;

– подготовка к зачету и экзамену.

Рекомендации обучающимся при освоении лекционного материала:

– конспектирование основного содержания лекций;

– для лучшего усвоения материала после лекции рекомендуется прочесть конспект и соответствующий параграф или главу учебника.

7. Методические рекомендации преподавателям по дисциплине

Коллоквиум, собеседование, дискуссия и зачет оцениваются по системе: зачтено, не зачтено. Экзамен оценивается по системе: отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно.

На практических занятиях контроль осуществляется при ответе у доски и при проверке решений задач.

Самостоятельная работа обучающихся должна быть направлена на решение следующих задач:

- развитие навыков работы с разноплановыми источниками;
- осуществление эффективного поиска информации;
- развитие навыков самостоятельной работы с периодическими источниками, в том числе, на иностранном языке.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Дисциплина полностью обеспечена учебной литературой, представленной в печатном или электронном виде. Для осуществления образовательной деятельности по дисциплине рекомендуется следующая основная и дополнительная литература.

8.1. Основная литература:

1. Алекин О.А. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеоиздат, 1970. 444 с.
2. Глинка Н.Л. Общая химия. Л.: Химия, 1983. 702 с.
3. Крайнов С.Р., Рыженко Б.Н., Швец В.М. Геохимия подземных вод. М.: Наука, 2004. 677 с.
4. Никаноров А.М. Гидрохимия. Ростов-на-Дону: «НОК», 2008. 462 с.
5. Никаноров А.М., Трунов Н.М. Внутриводоемные процессы и контроль качества природных вод. Л.: Гидрометеоиздат, 1999. 156 с.

6. Решетняк О.С., Никаноров А.М. Гидрохимия и охрана водных ресурсов: учебное пособие. Ростов-на-Дону, Таганрог: Южный федеральный университет, 2018. 135 с.
7. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / Под ред. А.Д. Семенова. Л.: Гидрометеоиздат, 1977. 542 с.
8. Шишкина Л.А. Гидрохимия. Л.: Гидрометеоиздат, 1974. 287 с.

8.2. Дополнительная литература:

1. Аналитические, кинетические и расчетные методы в гидрохимической практике / Под ред. П.А. Лозовика, Н.А. Ефременко. СПб.: Нестор-История, 2017. 272 с.
2. Алекин О.А., Бражникова Л.В Сток растворенных веществ с территории СССР. М.: Наука, 1964. 143 с.
3. Блинникова В.Д., Багнавец Н.Л.,Кауфман А.Л. Гидрохимия. Учебно-методическое пособие. М.: РГ-Пресс, 2019. 136 с.
4. Воронков П.П. Формирование химического состава атмосферных вод и влияние его на почвенные растворы и склоновые воды. // Труды ГГИ. 1963. Вып. 102. С. 21-50.
5. Галазий Г.И. Байкал в вопросах и ответах. М.: Мысль, 1988. 286 с.
6. Зенин А.А., Белоусова Н.В. Гидрохимический словарь / Под ред. А.М. Никанорова. Л.: Гидрометеоиздат, 1988. 240 с.
7. Линник П.Н., Набиванец Б.И. Формы миграции металлов в пресных поверхностных водах. Л.: Гидрометеоиздат, 1986. 256 с.
8. Львович М.И. Вода и жизнь. М.: Мысль, 1986. 256 с.
9. Никаноров А.М., Жулидов А.В. Биомониторинг металлов в пресноводных экосистемах. Л.: Гидрометеоиздат, 1991. 312 с.
10. Никаноров А.М., Брызгало В.А. Реки России. Часть I. Реки Кольского Севера (гидрохимия и гидроэкология). Ростов-на-Дону: «НОК», 2009. 200 с.
11. Никаноров А.М., Брызгало В.А. Реки России. Часть II. Реки Европейского Севера и Сибири (гидрохимия и гидроэкология). Ростов-на-Дону: «НОК», 2010. 296 с.
12. Организация и проведение режимных наблюдений за загрязнением поверхностных вод суши на сети Росгидромета. Рекомендации Р.52.24.309. 2004. 127 с.
13. Посохов Е.В. Общая гидрогеохимия. Л.: Недра, 1975. 207 с.

14. Россолимо Л.Л. Изменение лимнологических систем под воздействием антропогенного фактора. М.: Наука, 1977.
15. Фрумин Г.Т. Оценка состояния водных объектов и экологическое нормирование. СПб.: Гидрометеоиздат, 1998. 95 с.
16. Химия окружающей среды / Под ред. Дж.О.М. Бокриса / Пер. с англ. М.: Химия, 1982. 672 с.
17. Хорн Р. Морская химия. М.: Мир, 1972. 400 с.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Обучающиеся и преподаватели КарНЦ РАН имеют доступ к ряду электронных библиотечных систем, к которым подключена Научная библиотека КарНЦ РАН. Для электронных ресурсов используется лицензионное программное обеспечение.

Для поиска учебной и научной литературы аспиранты используют следующие ЭБС:

- Электронная библиотека Республики Карелия http://elibrary.karelia.ru/
- Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» http://biblioclub.ru/
- другие базы данных размещены на сайте Научной библиотеки КарНЦ РАН в разделах «Электронные научные ресурсы» и «Электронные библиотеки» http://library.krc.karelia.ru/section.php?plang=r&id=894, http://library.krc.karelia.ru/section.php?plang=r&id=499.

Интернет-ресурсы	
www.garant.ru	Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы
http://biblioclub.ru	Университетская библиотека Online
http://www.elibrary.ru	Электронная библиотека
http://ndce.edu.ru	Каталог учебников, электронных ресурсов для высшего образования
http://edu.ru	Федеральный портал «Российское образование»
http://windows.edu.ru	Портал «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»
http://school.edu.ru	Российский общеобразовательный портал
http://webofknowledge.com	Библиографическая и реферативная база данных Web of Science
http://www.scopus.com/	Библиографическая и реферативная база данных Scopus

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническая база КарНЦ РАН обеспечивает проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, практической и научно-исследовательской работы обучающихся, предусмотренных учебным планом и соответствует действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Минимально-необходимый перечень для информационно-технического и материально-технического обеспечения дисциплины:

- аудитория для проведения лекционных и практических занятий, оснащенная рабочими местами для обучающихся и преподавателя, доской, мультимедийным оборудованием;
- библиотека с читальным залом и залом для самостоятельной работы обучающегося, оснащенное компьютером с выходом в Интернет, книжный фонд которой составляет специализированная научная, учебная и методическая литература, журналы (в печатном или электронном виде).