



Разработчик: Пальшин Николай Иннокентьевич, старший научный сотрудник ИВПС  
КарНЦ РАН, кандидат географических наук

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

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

<b>Формулировка компетенции</b>	<b>Планируемые результаты обучения (индикаторы достижения компетенции)</b>
Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	<p><b>Знать:</b> текущее состояние современных научных достижений в области лимнологии</p> <p><b>Уметь:</b> использовать современные методы обработки и анализа экспериментальных данных, генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.</p> <p><b>Владеть:</b> способностью к анализу и оценке современных научных достижений.</p>
Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач	<p><b>Знать:</b> текущее состояние современных научных достижений в различных областях лимнологии.</p> <p><b>Уметь:</b> вести научно-исследовательскую деятельность.</p> <p><b>Владеть:</b> современными методами и технологиями научной коммуникации на государственном и иностранном языках организационными, коммуникативными навыками, позволяющими осуществлять работу в исследовательских коллективах широкого профиля.</p>
Владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности	<p><b>Знать:</b> текущее состояние методологии научных исследований, современных научных достижений.</p> <p><b>Уметь:</b> осуществлять теоретические и экспериментальные исследования на современном уровне.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками обработки информации и анализа полученных данных, основными методами научных исследований, навыками проведения вычислительного эксперимента.</p>
Владение культурой научного исследования, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных технологий	<p><b>Знать:</b> базовые методы современных научных исследований.</p> <p><b>Уметь:</b> эффективно использовать математические модели в научных исследованиях.</p> <p><b>Владеть:</b> способностью использования современных информационно-коммуникационных технологий для обработки и анализа больших объемов данных.</p>
Владение навыками самостоятельной организации научного исследования с использованием базовой гидрологической, метеорологической и географической информации и научного аппарата сбора, обработки	<p><b>Знать:</b> научный аппарат сбора, обработки и анализа данных в гидрологии, географии, гидрохимии, геоэкологии, природопользовании.</p> <p><b>Уметь:</b> планировать этапы исследования, проводить вычислительные эксперименты, разрабатывать математические модели.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками структурирования сложных задач, планирования и постановки экспериментов, организации междисциплинарных исследований.</p>

и анализа данных в гидрологии	
Способность к развитию аналитических и численных методов оценки, расчета и прогноза гидрологических характеристик и моделирования происходящих в водных объектах явлений	<p><b>Знать:</b> текущее положение современных научных достижений, методику проведения натуральных экспериментов, современную методологию анализа лимнологических данных и моделирования гидрологических процессов.</p> <p><b>Уметь:</b> Производить количественные аналитические расчеты в рамках известных методов исследования динамики физических полей в озерах. Использовать численные методы, алгоритмы вычислительной гидродинамики, разработанные для данного класса задач.</p> <p><b>Владеть:</b> профессиональной терминологией в данной области, классическими и современными методами решения типовых задач, навыками обработки информации и математического анализа полученных данных.</p>

## 2. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры и язык преподавания

Дисциплина «Избранные главы лимнологии» входит в образовательный компонент учебного плана программы аспирантуры по научной специальности 1.6.16 Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия.

Согласно учебному плану дисциплина изучается в 3-м и 4-м семестрах.

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
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	72
В том числе:	
<b>Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем). Всего</b>	36
В том числе:	
Лекции (Л)	16
Практические занятия (Пр)	20
Лабораторные занятия (Лаб)	0
Вид промежуточной аттестации	зачет
<b>Самостоятельная работа обучающихся (СР) (всего)</b>	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	
<b>Семестры № 3, 4</b>							
1	Физические свойства воды. Снег. Лед. Параметры и уравнение состояния природных вод.	20	4	4	0	12	собеседование
2	Формирование термохалинной структуры водных масс озера в годовом цикле. Основные модели, используемые при расчете термохалинной структуры.	24	4	8	0	12	собеседование
3	Этапы годового термического цикла водоемов.	28	8	8	0	12	зачет
Вид промежуточной аттестации в 3 и 4 семестрах: зачет							
<b>Итого:</b>		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 (*)
<b>Семестры № 3, 4</b>				
1	1	Параметры и уравнение состояния природных вод.	2	0
1	2	Распределение плотности в озерах.	2	
2	3	Формирование термохалинной структуры водных масс озера в зимний период и период открытой воды.	2	0
2	4	Основные модели, используемые при расчете термохалинной структуры.	2	0
3	5	Этапы годового термического цикла озер. Весенне-летнее нагревание, осеннее-зимнее охлаждение, зимнее нагревание.	4	0
3	6	Подледная конвекция, ее роль в термическом режиме и в функционировании экосистемы озера	4	0
<b>Итого:</b>			16	0

### Содержание практических занятий

№ раздела	№ занятия	Основное содержание	Количество часов	В т.ч. с использованием ДОТ (*)
<b>Семестры № 3, 4</b>				
1	1-3	Уравнение состояние пресной воды. Вертикальные профили плотности в водоемах в период открытой воды и ледостава. Особенности температурных и плотностных профилей и их годовой и сезонной динамики в озерах с разным типом перемешивания.	4	0
2	4-6	Формирование термохалинной структуры водных масс озера в зимний период и период открытой воды. Этапы годового термического цикла озера.	8	0
3	7-10	Роль весеннего и осеннего полного перемешивания водной толщи озера в функционировании экосистемы озера. Изменение продолжительности этих этапов годового термического цикла в современных условиях изменения климата. Роль проникающей конвекции в функционировании экосистемы озера. Кислородный режим	8	0
<b>Итого:</b>			20	0

#### 3.4. Организация самостоятельной работы обучающегося

№ раздела	Основное содержание	Количество часов	В т.ч. с использованием ДОТ (*)
<b>Семестры № 3, 4</b>			
1	Обзор современных проблем лимнологии. Зимняя лимнология. Современные методы изучения параметров воды. Физические свойства воды. Снег. Лед. Морфология и морфометрия озерных котловин. Питание, водный баланс и уровень режим озера	12	0
2	Формирование термохалинной структуры водных масс озера в годовом цикле. Экспериментальные методы изучения термохалинной структуры. Минерализация и электропроводность.	12	0
3	Этапы годового термического цикла водоемов. Поли- и димиктические водоемы. Сейши. Внутренние волны. Кислородный режим озера в течение года в зависимости от стратификации водной толщи. Моделирование	12	0

распространения пассивной примеси в водной толще.		
<b>Итого:</b>	36	0

#### **4. Образовательные технологии по дисциплине**

Лекции, практические занятия, коллоквиум, дискуссия, собеседование, зачет. 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 коллоквиуму, темы дискуссий и собеседований:*

1. Параметры и уравнение состояния природных вод.
2. Питание, водный баланс и уровенный режим озер.
3. Особенности формирования термохалинной структуры в разнотипных водоемах Карелии.
4. Особенности гидрологического режима в зимний период. Сейши. Внутренние волны.
5. О подледном конвективном перемешивании в озерах.
6. Весенний подледный прогрев озер Вендюрской группы.
7. Интегральные методы расчета термического режима.
8. Моделирование распространения пассивной примеси в водной толще.
9. Физические свойства воды. Снег. Лед.

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, незачтено. 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

### 8.1. Основная литература:

1. Винников С.Д. Викторова Н.В. Физика вод суши. – Санкт-Петербург, 2009.
2. Гидрология: Учебник для вузов/В.Н. Михайлов, А.Д. Добровольский, С.А. Добролюбов. — 2-е изд. испр. — М.: Высш. шк., 2007. — 463 с.: ил.
3. Догановский А.М. Гидрология суши (общий курс). – СПб.: РГГМУ, 2012. – 524 с
4. Кирюхин В. А. Прикладная гидрогеохимия: учебное пособие / В. А. Кирюхин ; Санкт-Петербургский государственный горный университет. - Санкт-Петербург, 2011. - 230 с.
5. Мартынова, М. В. Донные отложения как составляющая лимнических систем / М. В. Мартынова. - М. : Наука, 2010.
6. Пальшин Н.И. Термические и гидродинамические процессы в озерах в период ледостава. – Петрозаводск, 1999. – 84 с.
7. Перетрухина А. Т. Гидросфера как среда обитания : учебное пособие для вузов / А. Т. Перетрухина, О. Ю. Богданова, В. Е. Осауленко ; Мурманский государственный технический университет, Мурманский государственный гуманитарный университет. - Мурманск : Издательство МГТУ, 2013. - 311 с
8. Фундаментальная и прикладная гидрофизика: сборник научных трудов / Санкт-Петербургский научный центр Российской академии наук, Научный совет по проблемам фундаментальной и прикладной гидрофизики; [гл. ред. А. А. Родионов ; ред. совет: О. В. Алёшин и др.]. - Санкт-Петербург: Наука, 2012.
9. Хатчинсон Д. Лимнология. – М.: Прогресс. 1969. 592 с.
10. Чубаренко И.П.. Горизонтальная конвекция над подводными склонами. – Калининград. Terra Балтика, 2010.
11. Эдельштейн К.К. Гидрология озер и водохранилищ. М.: Перо., 2014. – 398 с.

### Дополнительная литература:

1. Аналитические, кинетические и расчетные методы в гидрохимической практике. Под ред. Лозовика П.А., Ефременко Н.А. СПб.: Нестор-История. 2017. 272 с.
2. Бояринов, П. М. Процессы формирования термического режима глубоких пресноводных водоемов / П. М. Бояринов, М. П. Петров. - Л. : Наука, 1991.
3. Гершуни Г.З., Жуховицкий Е.М. Конвективная устойчивость несжимаемой жидкости. - М.: Наука, 1972.



4. Гидрология озер и водохранилищ: терминологический словарь / Т. Г. Флерко, З. Г. Валова, А. И. Павловский ; М-во образования РБ, Гом. гос. ун-т им. Ф. Скорины. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2015. – 44 с.
5. Должанский Ф.В. Лекции по геофизической гидродинамике. – М.: ИВМ РАН. 2006. – 378 с.
6. Евстигнеев В. М., Магрицкий Д. В. Практические работы по курсу «Речной сток и гидрологические расчеты»: Учебное пособие. 3-е изд. – М.: Географический факультет МГУ, 2013. – 108 с. ISBN 978–5–89575–217–3
7. Зилитинкевич С.С. Проникающая турбулентная конвекция. – Таллинн.: Валгус, 1989. 207 с.
8. Зилов Е. А. Гидробиология и водная экология: (организация, функционирование и загрязнение водных экосистем): учебное пособие / Е. А. Зилов ; Иркутский государственный университет, Научно-исследовательский институт биологии. - Иркутск: Издательство Иркутского государственного университета, 2009. - 147 с. :
9. Изучение водных объектов и природно-территориальных комплексов Карелии [Текст][Электронный ресурс] / Карел. науч. центр Рос. акад. наук, Ин-т водных проблем Севера, Карел. гос. пед. ун-т ; [Филатов Н. Н. и др.]. - Петрозаводск, 2007. - 170 с.
10. Ингель Л.Х., Калашник М.В. Нетривиальные особенности гидротермодинамики морской воды и других стратифицированных растворов. Успехи физических наук. 2012. Т. 182, № 4. с. 379-406.
11. Крупнейшие озера-водохранилища Северо-Запада европейской территории России: современное состояние и изменения экосистем при климатических и антропогенных воздействиях. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2015.
12. Методы полевых гидрологических и метеорологических исследований: Учебное пособие/ Ю. В. Бондаренко. – 2-е изд. доп. и исп. – Саратов: Издательский центр «Наука», 2011. – 202 с. - ISBN 978-5-9999-0885-8
13. Миронов Д.В., Тержевик А.Ю. Весенняя конвекция в пресноводных озерах, покрытых льдом. Изв. АН, Физика атмосферы и океана. 2000, т. 36, № 5, с. 681-688.
14. Монин А.С., Яглом А.М. Статистическая гидромеханика. Ч.1. – М.: Наука. 1965.
15. Озера Карелии. Справочник/ Под ред. Н. Н. Филатова, В. И. Кухарева. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2013. 464 с.
16. Педлоски Дж. Геофизическая гидродинамика. – М.: Мир, 1984.
17. Тернер Дж. Эффекты плавучести в жидкостях. – М.: Мир. 1977
18. Термодинамические процессы в глубоких озерах. - Л. : Наука, 1981.
19. Тихомиров, А. И. Термика крупных озер / А. И. Тихомиров. - Л. : Наука, 1982.
20. Фролова Н.Л. Гидрология рек. Антропогенные изменения речного стока. Учебное пособие. Москва: ООО "Издательство ЮРАЙТ", 2022. 115 с. ISBN: 978-5-534-07353-9

### 8.3. 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>.

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