

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ  
Кафедра Инженерной гидрологии

Рабочая программа дисциплины

**ФИЗИКО-СТАТИСТИЧЕСКИЕ ПРОГНОЗЫ ЛЕДОВОГО РЕЖИМА  
РЕК, ОЗЕР И ВОДОХРАНИЛИЩ**

Основная профессиональная образовательная программа  
высшего образования по направлению подготовки

**05.04.05 «Прикладная гидрометеорология»**


Направленность (профиль):  
**Инженерная гидрология и рациональное  
использование водных ресурсов**

Уровень:  
**Магистратура**


Форма обучения  
**Очная/заочная**

Согласовано  
Руководитель ОПОП

 Гайдукова Е.В.

Председатель УМС  
 И.И. Палкин

Рекомендована решением  
Учебно-методического совета РГГМУ  
24 июня 2021 г., протокол № 9

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры  
«31 мая 2021 г., протокол № 20/21-10  
Зав. кафедрой  Хаустов В.А.

Авторы-разработчики:  
 Гайдукова Е.В.  
 Викторова Н.В.  
 Хаустов В.А.

## 1. Цель и задачи освоения дисциплины

**Цель** освоения дисциплины – подготовка магистров прикладной гидрометеорологии, обучающихся по профилю прикладная гидрология, владеющих систематизированными знаниями по методологии анализа качества и полноты исходной гидрометеорологической информации, необходимой для последующего применения в гидрологических прогнозах и расчетах стока.

### Задачи:

- освоение методов, основанных как на теплобалансовых расчетах;
- формирование представления о физико-статистических прогнозах ледового режима рек, озер и водохранилищ;
- изучение методов многомерной статистики в технике корреляционного анализа.

## 2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Физико-статистические прогнозы ледового режима рек, озер и водохранилищ» относится к дисциплинам по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина читается в третьем семестре для очной формы обучения и на втором курсе для заочной формы обучения.

Для освоения данной дисциплины, обучающиеся должны освоить разделы дисциплин бакалавриата: «Математика», «Физика вод суши», «Гидрология суши», «Гидрологические прогнозы» и др.

Параллельно с дисциплиной «Физико-статистические прогнозы ледового режима рек, озер и водохранилищ» изучаются дисциплины обязательной части: «Дистанционные методы исследования природной среды», «Философские проблемы естествознания», «Моделирование природных процессов в океане», «Базы гидрометеорологических данных», а также дисциплины части, формируемой участниками образовательных отношений: «Оценка изменений гидрологического режима при антропогенных воздействиях» и дисциплины по выбору: «История и методология науки и производства в гидрометеорологии», «Саморегулирующиеся системы в гидрологии», «Гидрологическое обеспечение эксплуатации водохранилищ», «Эрозионные процессы на водосборах», «Современные проблемы науки и производства в гидрометеорологии», «Моделирование природных процессов (продвинутый уровень)».

Дисциплина является основой для научно-исследовательской профессиональной деятельности.

## 3. Перечень планируемых результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций: ПК-3; ПК-4.

Таблица 1.

### Профессиональные компетенции

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Результаты обучения
ПК-3. Использует теоретические основы и практические методы для расчетов гидрологических характеристик	ПК-3.1. Применяет на практике методы и технологии анализа, расчета и моделирования состояния водных объектов ПК-3.2. Использует на практике ме-	<i>Знать:</i> методы и технологии анализа, расчета и моделирования состояния водных объектов <i>Уметь:</i> применять на практике методы и технологии анализа,

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Результаты обучения
	тоды количественной оценки влияния антропогенной деятельности на гидрометеорологические характеристики	расчета и моделирования состояния водных объектов <i>Владеть:</i> методами и технологиями анализа, расчета и моделирования состояния водных объектов
<b>ПК-4.</b> Способен выпускать прогнозы гидрометеорологических характеристик	<b>ПК-4.1.</b> Использует теоретические основы и практические методы, в том числе моделирование, для прогнозов гидрологических характеристик	<i>Знать:</i> теоретические основы и практические методы, в том числе моделирование, для прогнозов гидрологических характеристик <i>Уметь:</i> использовать теоретические основы и практические методы, в том числе моделирование, для прогнозов гидрологических характеристик <i>Владеть:</i> практическими методами, в том числе моделирования, для прогнозов гидрологических характеристик
	<b>ПК-4.3.</b> Выполняет верификацию прогностических моделей, анализ оправдываемости прогнозов и эффективности методик прогнозирования	<i>Знать:</i> методы верификации прогностических моделей <i>Уметь:</i> выполнять верификацию прогностических моделей, анализировать оправдываемость прогнозов и эффективность методик прогнозирования <i>Владеть:</i> способами верификации прогностических моделей, анализа оправдываемости прогнозов и эффективности методик прогнозирования

#### 4. Структура и содержание дисциплины

##### 4.1. Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часов.

Таблица 2.

Объем дисциплины по видам учебных занятий в академических часах

Объём дисциплины	Всего часов	
	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
<b>Объем дисциплины</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:</b>	<b>42</b>	<b>12</b>
в том числе:	-	-
лекции	<b>28</b>	<b>8</b>

Объём дисциплины	Всего часов	
	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
занятия семинарского типа:		
практические занятия	14	4
лабораторные занятия		
<b>Самостоятельная работа</b> (далее – СРС) – <b>всего:</b>	<b>66</b>	<b>96</b>
в том числе:	-	-
курсовая работа	-	-
контрольная работа	-	-
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	<b>зачет</b>	<b>зачет</b>

#### 4.2. Структура дисциплины

Таблица 3.

Структура дисциплины для очной формы обучения

№	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
			Лекции	Практические занятия	СРС			
1	Введение	3	6	6	10	Контрольный опрос	ПК-3, ПК-4	ПК-3.1; ПК-4.1; ПК-4.3
2	Краткосрочные прогнозы ледовых явлений	3	10	10	28	Контрольный опрос, выполнение заданий	ПК-3, ПК-4	ПК-3.1; ПК-4.1; ПК-4.3
3	Долгосрочные прогнозы ледовых явлений	3	12	12	28	Контрольный опрос, выполнение заданий	ПК-3, ПК-4	ПК-3.1; ПК-4.1; ПК-4.3
	<b>ИТОГО</b>	-	<b>28</b>	<b>14</b>	<b>66</b>	-	-	-

Таблица 4.

## Структура дисциплины для заочной формы обучения

№	Раздел дисциплины	Год	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
			Лекции	Практические занятия	СРС			
1	Введение	2	2	-	24	Контрольный опрос	ПК-3, ПК-4	ПК-3.1; ПК-4.1; ПК-4.3
2	Краткосрочные прогнозы ледовых явлений	2	2		36	Контрольный опрос	ПК-3, ПК-4	ПК-3.1; ПК-4.1; ПК-4.3
3	Долгосрочные прогнозы ледовых явлений	2	4	4	36	Контрольный опрос, выполнение задания	ПК-3, ПК-4	ПК-3.1; ПК-4.1; ПК-4.3
	<b>ИТОГО</b>	-	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>96</b>	-	-	-

**4.3. Содержание разделов дисциплины****1. Введение**

Основные виды ледовых прогнозов. Способы оценки эффективности методик прогноза. Необходимость предсказания характеристик ледового режима водоемов, рек и водохранилищ для организации ледовых работ и технико-экономического обоснования рациональной системы продления навигации речного флота. Новые информативные элементы и возможности их прогноза.

**2. Краткосрочные прогнозы ледовых явлений**

Охлаждение водной массы и начало ледообразования. Моделирование процесса замерзания шугоносных рек. Прогноз густоты ледохода (шугохода). Прогноз времени наступления ледостава, перемещения кромки льда и связанных с этим зажорных явлений. Условия начала ледообразования и особенности процесса замерзания озер и водохранилищ.

Прогноз толщины ледяного покрова. Факторы, определяющие толщину ледяного покрова. Прогноз уменьшения толщины и прочности ледяного покрова. Расчет стаивания ледяного покрова и образования жидкой фазы в его толще. Определение времени схода снега со льда. Расчет толщины и относительной прочности льда. Прогноз несущей способности ледяного покрова и проходимости его для судов.

Условия вскрытия рек, основные определяющие факторы. Прогноз вскрытия рек на основе модели процесса вскрытия. Прогнозы вскрытия рек по обобщенной зависимости. Процесс разрушения ледяного покрова водохранилищ и освобождения их ото льда. Прогноз сроков начала дрейфа льда с использованием прогноза погоды. Условия образования заторов льда, их классификация. Прогноз заторов и уровней воды при заторах.

### 3. Долгосрочные прогнозы ледовых явлений

Анализ гидрометеорологических условий ледообразования или разрушения ледяного покрова. Вероятностные характеристики сроков ледовых явлений. Естественные составляющие полей сроков замерзания и вскрытия рек и их анализ. Выявление районов, квази-однородных по срокам ледовых явлений. Оценка возможности учета гидрологических факторов, особенно для прогноза вскрытия рек.

Анализ атмосферных процессов, обуславливающих приток холодного (теплого) воздуха в рассматриваемый район. Выявление пространственно-временных закономерностей развития атмосферных процессов.

Методы прогнозов, основанные на учете закономерностей процессов синоптических сезонов. Региональные индексы циркуляции атмосферы и их использование при разработке методик прогнозов основных фаз ледового режима рек, озер и водохранилищ.

Прогнозы на основе синоптико-статистического метода. Параметризация крупномасштабной атмосферной циркуляции с использованием методов многомерного статистического анализа. Исследование структурных связей гидрологических и атмосферных процессов.

Учет данных о стратосферной циркуляции и температуре поверхности воды Северной Атлантики при разработке фоновых прогнозов. Оценка характера атмосферной циркуляции посредством главных показателей положения оси планетарной фронтальной зоны (ПФЗ). Особенности долгосрочных прогнозов ледового режима водохранилищ. Прогнозы сроков наступления характерной толщины льда и заданных величин его прочности. Возможности использования в прогнозных целях индексов, описывающих циркуляционные механизмы планетарного и регионального масштабов. Прогнозы характеристик ледового режима в связи с антропогенным изменением климата. Степень надежности долгосрочных прогнозов ледовых явлений.

#### 4.4. Содержание занятий семинарского типа

Таблица 5.

Содержание практических занятий для очной формы обучения

№ темы дисциплины	Тематика практических занятий	Всего часов	В том числе часов практической подготовки
1	Прогнозы движения кромки льда и высоты подъема уровня воды при зажорах	2	2
2	Прогноз толщины ледяного покрова	2	2
3	Расчет прочностных характеристик ледяного покрова, его несущей способности	2	2
4	Прогнозы заторов льда и максимальных заторных уровней	2	2
5	Прогноз начала дрейфа льда на водохранилище с учетом изменяющейся структуры тающего снежно-ледяного покрова	4	4
6	Разработка функциональной схемы физико-статистического анализа и прогноза ледовых явлений	2	2

Таблица 6.

## Содержание практических занятий для заочной формы обучения

№ темы дисциплины	Тематика практических занятий	Всего часов	В том числе часов практической подготовки
6	Разработка функциональной схемы физико-статистического анализа и прогноза ледовых явлений	4	4

### 5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

В течение семестра студент обязан самостоятельно прорабатывать материал, изложенный на лекциях, для чего рекомендуется использовать сделанные на лекциях конспекты, изучить основную и дополнительную литературу, презентации лекций и практических работ. Освоение материалом и выполнение практических работ проходит при регулярных, по возможности, консультациях с преподавателем.

### 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Учет успеваемости обучающегося по дисциплине осуществляется по 100-балльной шкале. Максимальное количество баллов по дисциплине за один семестр – 100:

- максимальное количество баллов за выполнение всех видов текущего контроля - 70
- максимальное количество баллов за посещение лекционных занятий - 10;
- максимальное количество баллов за прохождение промежуточной аттестации – 20.

#### 6.1. Текущий контроль

Типовые задания, методика выполнения и критерии оценивания текущего контроля по разделам дисциплины представлены в Фонде оценочных средств по данной дисциплине.

#### 6.2. Промежуточная аттестация

Форма промежуточной аттестации по дисциплине – **зачет**.

Форма проведения **зачета**: тестирование.

**Перечень вопросов для подготовки к зачету:**

ПК-3.1; ПК-4.1; ПК-4.3

1. Принципы оценки эффективности краткосрочных прогнозов элементов ледового режима.
2. Методы оценки оправдываемости и эффективности долгосрочных ледовых прогнозов.
3. Формы выпуска долгосрочных прогнозов.
4. Методы краткосрочного прогноза сроков появления льда и ледостава.
5. Прогнозы продвижения кромки льда и подъёма уровней при зажорах.
6. Прогнозы толщины ледяного покрова.
7. Расчёт прочностных характеристик ледяного покрова, его несущей способности.
8. Прогноз вскрытия рек на основе модели процесса вскрытия.
9. Прогнозы максимальных заторных уровней.
10. Прогноз начала дрейфа льда с использованием прогноза погоды.
11. Методические особенности разработки долгосрочных прогнозов ледовых явлений.
12. Вероятностные характеристики сроков ледовых явлений.

13. Принципы районирования территорий, квазиоднородных по срокам ледовых явлений.
14. Методы прогноза, основанные на закономерностях синоптических сезонов.
15. Региональные и глобальные индексы циркуляции атмосферы.
16. Принципы конструирования прогностической схемы на основе синоптико-статистического подхода.
17. Параметризация крупномасштабной атмосферной циркуляции с использованием метода главных компонент.
18. Выявление прогностически значимой информации с использованием дискриминантного анализа.
19. Гидросиноптические прогнозы ледовых явлений.
20. Учёт данных о стратосферной циркуляции и температуры поверхностных вод Северной Атлантики при разработке фоновых прогнозов.

### 6.3. Балльно-рейтинговая система оценивания

Таблица 7.

Распределение баллов по видам учебной работы

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	Баллы
Посещение лекционных занятий	0–10
Выполнение практической работы 1	0–10
Выполнение практической работы 2	0–10
Выполнение практической работы 3	0–10
Выполнение практической работы 4	0–10
Выполнение практической работы 5	0–10
Выполнение практической работы 6	0–10
Выступление с докладом	0–10
Промежуточная аттестация	0–20
<b>ИТОГО</b>	<b>0–100</b>

Минимальное количество баллов для допуска до промежуточной аттестации составляет 70 баллов при условии выполнения всех видов текущего контроля.

Таблица 8.

Балльная шкала итоговой оценки на зачете

Оценка	Баллы
Зачтено	70-100
Незачтено	0-69

## 7. Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

Методические рекомендации ко всем видам аудиторных занятий, а также методические рекомендации по организации самостоятельной работы, в том числе по подготовке к текущему контролю и промежуточной аттестации представлены в Методических рекомендациях для обучающихся по освоению дисциплины «Физико-статистические прогнозы ледового режима рек, озер и водохранилищ».

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

#### Основная литература

1. Георгиевский Ю.М., Шаночкин С.В. Гидрологические прогнозы. – СПб.: изд. РГГМУ, 2007. – 436 с. – Электронный библиотечный ресурс. Режим доступа:



[http://elib.rshu.ru/files\\_books/pdf/img-090579.pdf](http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-090579.pdf)

2. Бефани Н.Ф., Калинин Г.В. Упражнения и методические разработки по гидрологическим прогнозам. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 391 с. – Электронный библиотечный ресурс. Режим доступа: [http://elib.rshu.ru/files\\_books/pdf/img-214134731.pdf](http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-214134731.pdf)
3. Руководство по гидрологическим прогнозам. Вып. 3. – М.-Л.: Гидрометеиздат, 1989.

#### **Дополнительная литература**

1. Подсечена Т.В. Нарастание льда на волжских водохранилищах и его зависимость от атмосферных процессов. – Труды Гидрометцентра СССР, 1987, Вып. 295. – С. 130 – 137.
2. Полякова К.Н. Коновалова Г.М., Калядина Н.В. Расчет и краткосрочный прогноз нарастания и разрушения ледяного покрова на водохранилищах Волжско-Камского каскада для целей продления навигации. – Труды Гидрометцентра СССР, 1984. Вып. 258. – С. 57 – 73.
3. Шаночкин С.В. Долгосрочный прогноз начала ледообразования на реках севера Европейской территории СССР. – Труды ГГИ, 1980. Вып. 270. – С. 92 – 99.
4. Шаночкин С.В. Долгосрочный прогноз ледового режима ладожского озера. - Моделирование и прогнозы гидрологических процессов. Сборник научных трудов. – РГГМУ, 1999, Вып. 120. – С. 27 – 34. – Электронный библиотечный ресурс: [http://elib.rshu.ru/files\\_books/pdf/img-210121823.pdf](http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-210121823.pdf)
5. Мещерская А.В. и др. Естественные составляющие метеорологических полей. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 160 с.
6. Николаев Ю.В. Классификация гидрометеорологических полей с помощью ЭВМ. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 35 с.

#### **8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"**

1. Гидрологические прогнозы. Режим доступа: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/79169/%D0%93%D0%B8%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5>
2. Дискриминантный анализ. Режим доступа: <http://www.statsoft.ru/home/textbook/modules/stdiscan.html>
3. Издания Государственного гидрологического института. Режим доступа: <http://www.hydrology.ru/izdaniya-ggi-0>

#### **8.3. Перечень программного обеспечения**

1. Microsoft Windows (48130165 21.02.2011)
2. Microsoft Office (49671955 01.02.2012)

#### **8.4. Перечень информационных справочных систем**

1. ЭБС «ГидроМетеоОнлайн». Режим доступа: <http://elib.rshu.ru/>
2. Национальная электронная библиотека (НЭБ). Режим доступа: <https://нэб.рф>
3. ЭБС «Znanium». Режим доступа: <http://znanium.com/>
4. ЭБС «Перспект Науки». Режим доступа: <http://www.prospektnauki.ru/>
5. Электронно-библиотечная система elibrary. Режим доступа: <https://elibrary.ru/>
6. Электронная библиотека РГО. Режим доступа: <http://lib.rgo.ru/dsweb/HomePage>
7. Государственная публичная научно-техническая библиотека СО РАН. Режим доступа: <http://www.spsl.nsc.ru>

## **8.5. Перечень профессиональных баз данных**

1. Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр данных. Режим доступа: <http://meteo.ru/>
2. National Climate Data Center. Режим доступа: <http://www.ncdc.noaa.gov>
3. National Geophysic Data Center. Режим доступа: <http://www.ngdc.noaa.gov>
4. Publishing Network for Geoscientific & Environmental Data. Режим доступа: <http://www.pangaea.de>

## **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

**Учебная аудитории для проведения занятий лекционного типа** – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации: портативным компьютером (ноутбуком), переносным экраном, мультимедиа-проектором.

**Учебная аудитории для проведения занятий практического, семинарского типа** – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации: портативным компьютером (ноутбуком), переносным экраном, мультимедиа-проектором.

**Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций** – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

**Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации** – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

**Помещение для самостоятельной работы** – укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации. Самостоятельная работа проводится в читальном зале библиотеки, а также в Бюро гидрологических прогнозов, укомплектованного: компьютерами, копировально-множительной техникой, мультимедиа оборудованием (переносные проектор, экран).

**Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования** Бюро гидрологических прогнозов – укомплектовано специализированной мебелью

## **10. Особенности освоения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

При определении формы проведения занятий с обучающимся-инвалидом учитываются рекомендации, содержащиеся в индивидуальной программе реабилитации инвалида, относительно рекомендованных условий и видов труда.

При необходимости для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья создаются специальные рабочие места с учетом нарушенных функций и ограничений жизнедеятельности.

## **11. Возможность применения электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

Дисциплина может реализовываться с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на 2022/2023 учебный год без изменений.

Протокол заседания кафедры инженерной гидрологии от 21.06.2022 № 11