Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Кафедра Водно-технических изысканий

Рабочая программа дисциплины

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования по направлению подготовки

05.03.05 «Прикладная гидрометеорология»

Направленность (профиль)
Прикладная гидрология

Уровень:
Бакалавриат

Форма обучения
Очная/заочная

Согласовано
Руководитель ОПОП
_____ **Сакович В.М.**

Председатель УМС
_____ **И.И. Палкин**

Рекомендована решением
Учебно-методического совета РГГМУ
19 мая 2021 г., протокол № 8

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры
«05» 04 2021 г., протокол № 13
Зав. кафедрой _____ **Исаев Д.И.**

Авторы-разработчики:
_____ **Исаев Д.И.**
_____ **Гаврилов И.С.**
_____ **Давыденко Е.В.**

Санкт-Петербург 2021

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на 2021/2022 учебный год без изменений

Протокол заседания кафедры водно-технических изысканий от 05.04.2021№13

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – формирование у студентов комплекса знаний, необходимых для основных методов и средств гидрометеорологических измерений, при решении широкого круга научных и прикладных задач.

Задачи:

- освоение комплекса организационных и методических мероприятий по производству гидрометеорологических наблюдений и измерений;
- обучение современным способам обработки результатов наблюдений и измерений;
- изучение принципов подготовки и хранения информации на технических носителях.

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Методы и средства гидрометеорологических измерений» относится к обязательной части Блока 1. Дисциплины (модули).

Дисциплина читается в третьем, четвертом семестрах для очной формы обучения и на третьем курсе для заочной формы обучения.

Для освоения данной дисциплины, обучающиеся должны освоить основные разделы дисциплин: «Физика», «Информатика», «Геодезия», «Инженерная графика», «Геофизика».

Параллельно с дисциплиной «Методы и средства гидрометеорологических измерений» изучаются дисциплины обязательной части: «Философия», «Иностранный язык», «Физика», «Физика атмосферы», «Физика океана», «Физика вод суши», «Теоретическая механика», «Гидромеханика», «Психология», «Теория вероятностей и математическая статистика» «Психология», а также дисциплины части, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина «Методы и средства гидрометеорологических измерений» является базовой для освоение профессиональных дисциплин, в частности дисциплин: «Гидрология суши», «Математическое моделирование гидрологических процессов», «Водно-технические изыскания», «Новая измерительная техника в гидрометеорологии» и др.

3. Перечень планируемых результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций:
ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5.

Таблица 1.

Общепрофессиональные компетенции

Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции	Результаты обучения
ОПК-3. Способен использовать базовые знания в области гидрометеорологии при решении задач профессиональной деятельности	**ОПК-3.1.** Выбирает методы решения профессиональной задачи, используя базовые знания в области гидрометеорологии. **ОПК-3.2.** Анализирует и интерпретирует данные наблюдений, измерений, результаты теоретических расчетов и моделирования с учетом	*Знать:* • знать методы выполнения водно-технических изысканий для различных видов использования рек и водоемов; • наблюдение за температурой воды и ледовой обстановкой;

Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции	Результаты обучения
	базовых знаний в области гидрометеорологии.	• методы наблюдения за переносом льда и тепла; • методы наблюдения за взвешенными и влекомыми наносами и донными отложениями; • методы наблюдения за гидрологическим режимом озер и водохранилищ, их состав и специфика; • гидрологические наблюдения на болотах; • наблюдения за химическим составом, прозрачностью и цветом воды, а также учет стока тепла и растворенных веществ. *Уметь:* • использовать полученные знания для решения практических гидрологических задач; • анализировать результаты наблюдений; • анализировать внешнюю и внутреннюю среду предприятий. *Владеть:* • современными аналитическими, численными и графическими методами обработки результатов наблюдений и измерений
ОПК-4. Способен использовать методы сбора, обработки и представления гидрометеорологической информации для решения задач профессиональной деятельности, выполнять анализ и обобщение полученных результат	**ОПК-4.1** Осуществляет сбор и обработку гидрометеорологической информации.	*Знать:* • измерение продольного уклона водной поверхности; • способы измерения скоростей течения и применяемые при этом приборы; • измерение расходов воды, методы их вычисления и оценка точности полученных результатов; • методы учета стока воды и наносов при различных фазах гидрологического режима; • наблюдения за химическим составом, прозрачностью и цветом воды, а также учет стока тепла и растворенных веществ; водно-технические изыскания для различных видов использования рек и водоемов; *Уметь:*

Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции	Результаты обучения
		• проводить измерения и наблюдения; • составлять описания проводимых исследований; • подготавливать данные для составления обзоров, отчетов и научных публикаций; *Владеть:* • составлять описания проводимых исследований; • подготавливать данные для составления обзоров, отчетов и научных публикаций.
ОПК-5. Способен организовывать и проводить гидрометеорологические измерения и наблюдения, составлять описания проводимых исследований, разрабатывать рекомендации на основе полученных данных	**ОПК-5.1.** Организует и проводит гидрометеорологические измерения и наблюдения с учетом требований нормативных документов и технической документации **ОПК-5.2**. Составляет отчеты по результатам проведенных гидрометеорологических измерений и наблюдений и дает практические рекомендации на их основе.	*Знать:* • принципы устройства гидрологических постов, их основные типы и разряды; • водно-технические изыскания для различных видов использования рек и водоемов; *Уметь:* • использовать полученные знания для решения практических гидрологических задач; • выполнять инженерные расчеты с привлечением современных вычислительных средств *Владеть:* • составлять отчеты по выполненному заданию.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 академических часа.

Таблица 2.

Объем дисциплины по видам учебных занятий в академических часах

Объём дисциплины	**Всего часов**		
	Очная форма обучения		**Заочная форма обучения**
	3 семестр	**4 семестр**	**3 год**
Объем дисциплины	**108**	**108**	**216**
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	**42**	**42**	**24**
в том числе:	**-**		**-**
лекции	**14**	**14**	**12**
занятия семинарского типа:	**-**	**-**	**-**
практические занятия	**-**	**-**	**-**
лабораторные занятия	**28**	**28**	**12**
Самостоятельная работа (далее – СРС) – **всего:**	**66**	**66**	**192**
в том числе:	**-**	**-**	**-**
курсовая работа	**-**	**4**	
контрольная работа	**-**	**-**	
расчетно-графические работы	**0.5**	**-**	**0.5**
Вид промежуточной аттестации	**зачет**	**экзамен**	**экзамен**

4.2. Структура дисциплины

Таблица 3.

Структура дисциплины для очной формы обучения

№	**Раздел / тема дисциплины**	**Семестр**	**Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.**			**Формы текущего контроля успеваемости**	**Формируемые компетенции**	**Индикаторы достижения компетенций**
			Лекции	**Лабораторные занятия**	**СРС**			
Часть 1 Методы полевых (натурных) гидрологических наблюдений и измерений								
1	Введение	3	2	0	5	Коллоквиум	ОПК-3	ОПК-3.1

№	Раздел / тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
			Лекции	Лабораторные занятия	СРС			
2	Стандартные наблюдения за уровнями воды и ледотермическим режимом рек	3	2	6	12	Коллоквиум по приборам, расчетно-графическая работа	ОПК-3 ОПК-4 ОПК-5	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-4.1 ОПК-5.1 ОПК-5.2
3	Промеры глубин и русловые съемки водотоков	3	2	6	12	Коллоквиум по приборам, расчетно-графическая работа	ОПК-3 ОПК-4 ОПК-5	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-4.1 ОПК-5.1 ОПК-5.2
4	Измерение скоростей течения в русловых потоках	3	2	6	12	Коллоквиум по приборам, расчетно-графическая работа	ОПК-3 ОПК-4 ОПК-5	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-4.1 ОПК-5.1 ОПК-5.2
5	Измерение расходов воды	3	4	10	15	Коллоквиум по приборам, расчетно-графическая работа	ОПК-3 ОПК-4 ОПК-5	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-4.1 ОПК-5.1 ОПК-5.2
6	Методы наблюдений за переносом льда и тепла	3	2	0	10	Коллоквиум	ОПК-3 ОПК-4 ОПК-5	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-4.1 ОПК-5.1 ОПК-5.2
	ИТОГО	**-**	**14**	**28**	**66**	**-**	-	-
Часть 2 Методы учета жидкого, твердого и теплового стока рек. Озерные и специальные наблюдения								
7	Методы наблюдения за наносами	4	2	10	10	Коллоквиум по приборам, расчетно-графическая работа	ОПК-3 ОПК-4 ОПК-5	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-4.1 ОПК-5.1 ОПК-5.2
8	Наблюдения за гидрологическим режимом озер и водохранилищ	4	2	2	10	Тест, доклад Коллоквиум по приборам, расчетно-графическая работа	ОПК-3 ОПК-4 ОПК-5	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-4.1 ОПК-5.1 ОПК-5.2

№	Раздел / тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
			Лекции	Лабораторные занятия	СРС			
9	Гидрологические наблюдения на болотах	4	2	0	10	Коллоквиум	ОПК-3 ОПК-4 ОПК-5	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-4.1 ОПК-5.1 ОПК-5.2
10	Учет стока воды и наносов	4	2	12	12	расчетно-графическая работа	ОПК-3 ОПК-4 ОПК-5	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-4.1 ОПК-5.1 ОПК-5.2
11	Наблюдения за химическим составом, прозрачностью и цветом воды рек	4	2	2	7	Коллоквиум	ОПК-3 ОПК-4 ОПК-5	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-4.1 ОПК-5.1 ОПК-5.2
12	Учет стока тепла и растворенных веществ	4	2	2	10	Коллоквиум	ОПК-3 ОПК-4 ОПК-5	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-4.1 ОПК-5.1 ОПК-5.2
13	Метрологическое обеспечение и контроль гидрологических наблюдений	4	2	0	7	расчетно-графическая работа	ОПК-3 ОПК-4 ОПК-5	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-4.1 ОПК-5.1 ОПК-5.2
	ИТОГО	**-**	**14**	**28**	**66**	**-**	-	-
	ВСЕГО		**28**	**56**	**132**			

Таблица 4.

Структура дисциплины для заочной формы обучения

№	Раздел / тема дисциплины	Год	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
			Лекции	Лабораторные занятия	СРС			
Часть 1 Методы полевых (натурных) гидрологических наблюдений и измерений								
1	Введение	3	2	2	16	Контрольная работа	ОПК-3	ОПК-3.1
2	Стандартные наблюдения за уровнями воды и ледотермическим режимом рек	3	0	0	16	Контрольная работа	ОПК-3 ОПК-4 ОПК-5	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-4.1 ОПК-5.1 ОПК-5.2
3	Промеры глубин и русловые съемки водотоков	3	2	2	16	Контрольная работа	ОПК-3 ОПК-4 ОПК-5	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-4.1 ОПК-5.1 ОПК-5.2
4	Измерение скоростей течения в русловых потоках	3	0	0	16	Контрольная работа	ОПК-3 ОПК-4 ОПК-5	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-4.1 ОПК-5.1 ОПК-5.2
5	Измерение расходов воды	3	0	2	16	Контрольная работа	ОПК-3 ОПК-4 ОПК-5	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-4.1 ОПК-5.1 ОПК-5.2
6	Методы наблюдений за переносом льда и тепла	3	4	0	9	Контрольная работа	ОПК-3 ОПК-4 ОПК-5	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-4.1 ОПК-5.1 ОПК-5.2
Часть 2 Методы учета жидкого, твердого и теплового стока рек. Озерные и специальные наблюдения								
7	Методы наблюдения за наносами	3	0	0	17	Контрольная работа	ОПК-3 ОПК-4 ОПК-5	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-4.1 ОПК-5.1 ОПК-5.2
8	Наблюдения за гидрологическим режимом озер и водохранилищ	3	2	2	16	Контрольная работа	ОПК-3 ОПК-4 ОПК-5	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-4.1 ОПК-5.1 ОПК-5.2

№	Раздел / тема дисциплины	Год	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
			Лекции	Лабораторные занятия	СРС			
9	Гидрологические наблюдения на болотах	3	0	2	18	Контрольная работа	ОПК-3 ОПК-4 ОПК-5	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-4.1 ОПК-5.1 ОПК-5.2
10	Учет стока воды и наносов	3	0	0	16	Контрольная работа	ОПК-3 ОПК-4 ОПК-5	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-4.1 ОПК-5.1 ОПК-5.2
11	Наблюдения за химическим составом, прозрачностью и цветом воды рек	3	0	2	18	Контрольная работа	ОПК-3 ОПК-4 ОПК-5	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-4.1 ОПК-5.1 ОПК-5.2
12	Учет стока тепла и растворенных веществ	3	0	2	16	Контрольная работа	ОПК-3 ОПК-4 ОПК-5	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-4.1 ОПК-5.1 ОПК-5.2
13	Метрологическое обеспечение и контроль гидрологических наблюдений	3	2	0	2	Контрольная работа	ОПК-3 ОПК-4 ОПК-5	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-4.1 ОПК-5.1 ОПК-5.2
	ВСЕГО		**12**	**12**	**192**			

4.3. Содержание ***разделов/тем*** дисциплины

Часть 1. Методы полевых (натурных) гидрологических наблюдений и измерений

1. Введение

Результаты гидрометеорологических наблюдений и измерений - база формирования натурных исходных данных для последующего анализа и обобщения информации о явлениях и процессах в атмосфере, океане и водах суши. Методическую основу гидрометеорологических измерений составляют понятия: измерительные преобразователи, погрешности измерений, системные и внесистемные единицы измерений, метрологическое обеспечение.

2. Наблюдения за уровнями воды и ледотермическим режимом рек

Понятие о водном и ледотермическом режиме рек. Цель наблюдений.

Принципы устройства гидрологических постов. Системы отметок и отсчетов. Реперы и уровнемерные устройства. Классификация гидрологических постов по назначению и устройству; основные их типы и разряды.

Выбор участка гидрологического поста в различных условиях. Рекогносцировочное обследование и съемка участка гидрологического поста. Уклонные посты.

Измерение уровней воды и наблюдения за продольными уклонами водной поверхности. Самописцы уровня воды, типы самопишущих установок. Автоматические гидрологические комплексы (АГК). Точность наблюдений за уровнями воды.

Обработка и кодирование результатов наблюдений за уровнями и продольными уклонами водной поверхности и занесение гидрологической информации на технический носитель.

Наблюдения за температурой воды и их точность. Поправки к показаниям термометров. Состав стандартных и специальных наблюдений за ледовой обстановкой. Визуальные наблюдения за ледовой обстановкой. Измерение толщины льда. Точность ледомерных наблюдений. Ледомерные съемки.

Обработка и кодирование наблюдений за ледотермическим режимом, снежным покровом и состоянием рек и занесение гидрологической информации на технический носитель.

3. Промеры глубин и русловые съемки водотоков

Сущность, задачи и состав промерных работ. Приборы и оборудование для производства промеров, пределы их применения и точность измерений. Способы определения плановых координат промерных вертикалей. Гидроакустические, радиометрические и аэрокосмические методы производства промеров. Эхолоты, профилографы, сонары.

Русловые съемки, в том числе по меткам высоких вод. Обработка материалов промерных работ и русловых съемок. Приведение промеров к расчетному уровню. Составление поперечных и продольных профилей и планов русла в изобатах и горизонталях. Определение морфометрических характеристик русла в створе. Цифровые модели рельефа дна.

Оценка точности определения площади водного сечения и оптимизация числа промерных вертикалей в створе.

4. Измерения скоростей течения в русловых потоках

Основные сведения о движении потоков. Формирование поля скоростей и механизм сопротивления в различных условиях протекания. Пульсация продольных и поперечных скоростей.

Аналитические зависимости для оценки распределения скоростей течения. Построение эпюр скоростей и проведение изотах.

Приборы для измерения величины и направления скорости течения воды и их классификация. Поплавки. Приборы, основанные на физических эффектах текущей воды.

Гидрометрические вертушки. Метрологические характеристики гидрометрических вертушек. Основные типы вертушек. Способы измерения скоростей течения вертушкой и их точность. Вычисление средней скорости на вертикали. Мобильные гидрологические лаборатории. Акустические профилографы.

5. Измерение расходов воды

Понятие о расходе воды. Классификация методов измерения расходов воды.

Метод скорость-площадь, его модели и разновидности. Состав и организация работ

по определению расходов воды методом скорость-площадь. Определение плановых координат скоростных вертикалей. Многоточечный, основной, ускоренный, сокращенный и интеграционный способы измерения расхода воды.

Измерение расходов воды путем применения поверхностных и глубинных поплавков. Применение акустических приборов и аэрометодов. Измерение расходов воды объемным способом.

Вычисление аналитическим и графическим способами расходов воды по данным о промерах и скоростях, измеренных различными способами.

Метод смешения. Индикаторы и аппаратура. Способ ионного паводка.

Определение расходов воды по гидравлическим формулам.

Оценка точности измерения и вычисления расходов воды. Оптимизация измерений в различных условиях. Кодирование сведений о расходах воды и занесение гидрологической информации на технический носитель.

6. Методы наблюдений за переносом льда и тепла

Измерение расходов льда и шуги, тепловой расход. Точность этих измерений.

Часть 2. Методы учета жидкого, твердого и теплового стока рек. Озерные и специальные наблюдения

7. Методы наблюдений за наносами

Общие сведения о речных наносах. Состав наносов и механизм их перемещения. Деление наносов на взвешенные и влекомые (донные).

Приборы для взятия проб взвешенных наносов. Фотомутномеры. Определение расхода взвешенных наносов точечными и интеграционными способами. Обработка расходов взвешенных наносов аналитическим и графическим способами. Точность определения мутности и расходов взвешенных наносов.

Приборы для наблюдений за влекомыми наносами. Измерение и обработка расхода влекомых наносов. Особенности определения расхода наносов при донно-грядовом режиме.

Селевые потоки. Оценка расходов селевого потока.

Определение состава донных отложений. Приборы для отбора проб. Первичная и лабораторная обработка проб, взвешенных и влекомых наносов, а также отложений. Кодирование данных о наносах. Точность сведений о наносах и донных отложениях.

8. Наблюдения за гидрологическим режимом озер и водохранилищ

Особенности стандартных наблюдений за уровнями, прозрачностью и цветом воды, направлением и скоростью течений, волнением, термическим режимом и составом растворенных веществ в воде озер и водохранилищ. Аэрокосмическая информация о термике крупных водоемов.

Специфика ледового режима озер и водохранилищ. Стандартные и специальные наблюдения. Аэрокосмические методы наблюдений за ледовым режимом водоемов.

Состав стандартных наблюдений за характеристиками волнения и элементами волн на прибрежных и открытых акваториях.

Наблюдения за течениями. Приборы и оборудование.

Наблюдения за наносами и донными отложениями озер и водохранилищ.

9. Гидрологические наблюдения на болотах

Наблюдения за уровнями болотных вод, температурой торфяной залежи и промерзанием болота.

10. Учет стока воды и наносов

Методические основы учета стока воды. Связь расходов и уровней воды Q = f(H) как основа для учета стока воды. Вспомогательные зависимости к кривой расходов Q = f(H).

Учет стока при неустойчивых руслах. Зависимости Q=f(H), относящиеся к конкретным фазам режима. Введение в расчет календарных поправок. Учет стока при переменном подпоре. Использование данных об уклонах водной поверхности. Учет стока при ярко выраженном неустановившемся движении воды. Учет стока при наличии льда и водной растительности. Особенности схемы расчета расходов воды за переходные фазы режима: весеннее вскрытие, предледоставный период, заторно-зажорные явления.

Определение максимальных значений расходов воды по меткам уровней высоких вод.

Экстраполяция зависимостей Q = f(H) до заданных максимальных уровней в условиях беспойменных и пойменных створов. Экстраполяция кривых расходов Q = f(H) до заданных минимальных уровней.

Учет стока наносов. Методика подсчета стока взвешенных наносов по данным о единичных пробах мутности, а также по связи между расходами воды и наносов. Подсчет стока влекомых наносов.

Оценка точности учета стока воды и наносов. Использование комплексного графика гидрометеорологических элементов для контроля адекватности методики подсчета. Гидрологический анализ полученных данных о стоке, увязка их с данными по смежным створам.

11. Наблюдения за химическим составом, прозрачностью и цветом воды рек

Цель и задачи наблюдений. Выбор пунктов наблюдений, оборудование и приборы. Методика производства полевых наблюдений и лабораторный анализ проб воды. Расход растворенных веществ.

12. Учет стока тепла и растворенных веществ

Формирование стока тепла зарегулированных и незарегулированных рек. Мониторинг качества воды рек и озер.

13. Метрологическое обеспечение и контроль гидрологических наблюдений

Основы государственной метрологической службы. Организация метрологической службы в системе гидрологических наблюдений. Градуировка гидрометрических вертушек и других измерителей скорости течения.

Принципы нормирования погрешностей измерения уровней и расходов воды. Поверка средств измерений и аттестация методик гидрологических наблюдений.

4.4. Содержание занятий семинарского типа

Таблица 5.

Содержание лабораторных занятий для очной формы обучения

№ темы дисциплины	Тематика лабораторных занятий	Всего часов	В том числе часов лабораторной подготовки
2	Обработка данных водомерных наблюдений	8	2
2	Построение графика соответственных уровней	9	2
3	Построение поперечного профиля и вычисление морфометрических характеристик	10	2
3	Приборы и приспособления для выполнения промеров	2	2
3	Эхолоты и другое оборудование для проведения русловых съемок	2	2
4	Гидрометрические вертушки, их классификация и устройство	2	2
4	Поверхностные и глубинные поплавки и другие приборы для измерения скоростей	10	2
5	Вычисления расхода воды, измеренного поверхностными поплавками	10	2
5	Аналитический способ вычисления расхода воды, измеренного гидрометрической вертушкой	11	2
5	Графический способ вычисления расхода воды, измеренного гидрометрической вертушкой	12	4
5	Метод изотах для вычисления расхода воды, измеренного гидрометрической вертушкой	11	2
7	Приборы для взятия проб взвешенных наносов	2	2
7	Приборы для взятия проб влекомых наносов, а также донных отложений	2	2
7	Аналитический способ обработки расхода взвешенных наносов	9	2
7	Графический способ обработки расхода взвешенных наносов	11	4
8	Приборы для измерения температуры воды	2	2
10	Учет годового жидкого стока при однозначной связи между расходами и уровнями воды	9	2
10	Экстраполяция кривой расходов	9	2
10	Учет стока воды при наличие ледовых явлений	9	2
10	Учет стока воды при переменном подпоре	9	2
10	Учет стока воды при наличие деформируемого русла	9	2
10	Расчет параметров связи расходов и уровней с использованием специального программного обеспечения	12	6

№ темы дисциплины	Тематика лабораторных занятий	Всего часов	В том числе часов лабораторной подготовки
10	Вычисление годового стока взвешенных наносов на основе данных о мутности единичных проб	9	2
13	Градуировка вертушки в лаборатории. Построение градуировочного графика	9	2

Таблица 6.

Содержание лабораторных занятий для заочной формы обучения

№ темы дисциплины	Тематика лабораторных занятий	Всего часов	В том числе часов лабораторной подготовки
2	Обработка данных водомерных наблюдений	9	1
2	Построение графика соответственных уровней	10	0
3	Построение поперечного профиля и вычисление морфометрических характеристик	11	1
3	Приборы и приспособления для выполнения промеров	2	0
3	Эхолоты и другое оборудование для проведения русловых съемок	2	0
4	Гидрометрические вертушки, их классификация и устройство	2	0
4	Поверхностные и глубинные поплавки и другие приборы для измерения скоростей	11	0
5	Вычисления расхода воды, измеренного поверхностными поплавками	11	0
5	Аналитический способ вычисления расхода воды, измеренного гидрометрической вертушкой	12	1
5	Графический способ вычисления расхода воды, измеренного гидрометрической вертушкой	13	1
5	Метод изотах для вычисления расхода воды, измеренного гидрометрической вертушкой	12	2
7	Приборы для взятия проб взвешенных наносов	2	0
7	Приборы для взятия проб влекомых наносов, а также донных отложений	2	0
7	Аналитический способ обработки расхода взвешенных наносов	10	2
7	Графический способ обработки расхода взвешенных наносов	12	0
8	Приборы для измерения температуры воды	2	0
10	Учет годового жидкого стока при однозначной связи между расходами и уровнями воды	10	1

№ темы дисциплины	Тематика лабораторных занятий	Всего часов	В том числе часов лабораторной подготовки
10	Экстраполяция кривой расходов	10	1
10	Учет стока воды при наличие ледовых явлений	10	1
10	Учет стока воды при переменном подпоре	10	0
10	Учет стока воды при наличие деформируемого русла	10	0
10	Расчет параметров связи расходов и уровней с использованием специального программного обеспечения	12	1
10	Вычисление годового стока взвешенных наносов на основе данных о мутности единичных проб	10	0
13	Градуировка вертушки в лаборатории. Построение градуировочного графика	9	0

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

Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Методы и средства гидрометеорологических измерений». - СПб.: из-во РГГМУ, 2021.

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 - 54;
- максимальное количество баллов за посещение лекционных занятий - 7;
- максимальное количество баллов за прохождение промежуточной аттестации - 30;
- максимальное количество дополнительных баллов - 9.

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/экзамен/зачет с оценкой/курсовая работа/курсовой проект.**

1. зачет (**очная** форма обучения – 3 семестр)
2. экзамен (**очная** форма обучения – 4 семестр; **заочная** форма обучения – 3 год обучения)
3. курсовая работа (**очная** форма обучения – 4 семестр; **заочная** форма обучения – 3 год обучения)

Форма проведения **зачета/экзамена**:

1. зачет – устно, ответы на вопросы (тестирование)
2. экзамен - устно по билетам

Перечень вопросов для подготовки к зачету:

ОПК-3., ОПК-4., ОПК-5.

1. Наблюдения за уровнем воды. Система отметок и отсчетов. Выбор типа и места расположения водпоста.
2. Наблюдения за уровнем воды рек, озер и водохранилищ.
3. Измерение расхода воды поверхностными поплавками.
4. Измерение расходов воды глубинными поплавками.
5. Наблюдения за уровнем воды. Простые и передаточные посты.
6. Способы определения плановых координат промерных вертикалей.
7. Наблюдения за уровнем воды. Система отметок и отсчетов. Регистрация максимальных и минимальных уровней.
8. Измерение расхода воды с помощью гидрометрической вертушки при ледоставе и наличии шуги подо льдом.
9. Самописцы уровня воды.
10. Определение расходов с помощью формулы Шези по данным о морфометрических характеристиках, уклоне водной поверхности и шероховатости русла.
11. Выбор участка гидрологического поста.
12. Измерение расхода воды с помощью гидрометрической вертушки при зарастании русла.
13. Градуировка вертушек. Уход за вертушками.
14. Способы выполнения промерных работ.
15. Промеры глубин. Основные приборы
16. Многоточечный способ измерения расходов воды при отсутствии льда и водной растительности.
17. Обработка промеров, приведение к условному уровню.
18. Основной способ измерения расходов воды при отсутствии льда и водной растительности.
19. Способы определения плановых координат промерных вертикалей.
20. Ускоренный способ измерения расходов воды гидрометрической вертушкой.
21. Морфометрические характеристики русла. Точность промерных работ.
22. Сокращенный способ измерения расходов воды гидрометрической вертушкой.
23. Гидрометрические вертушки, их классификация, основные характеристики, уход за вертушками. Вертушка ГР–21М.
24. Интеграционный способ измерения расхода воды вертушкой.
25. Неустановившееся и установившееся, равномерное и неравномерное движение воды.
26. Разбивка гидроствора и уточнение его положения.
27. Распределение скоростей течения по глубине и ширине потока.
28. Морфометрические характеристики озер и водохранилищ. Способы производства промеров на них.
29. Точечный и интеграционный способы измерения скоростей.
30. Способы выполнения промерных работ для построения плана участка реки в изобатах или в горизонталях.
31. Выбор участка гидроствора, его оборудование. Плавучие средства и их установка на вертикалях.
32. Модели расхода воды.
33. Выбор местоположения и разбивка гидрометрического створа.
34. Измерение расхода воды методом смешения при длительном пуске индикатора.
35. Измерение скоростей течения глубинными поплавками.

36. Измерение расхода воды способом «ионного паводка».
37. Система отсчетов и отметок на водпостах и первичная обработка наблюдений.
38. Определение расхода воды методом скорость-площадь при свободном русле и при наличии водной растительности.
39. Сокращенный способ измерения расходов воды.
40. Наблюдения за толщиной льда и ледовой обстановкой. Ледомерная съемка.
41. Ускоренный и объемный способы измерения расходов воды.
42. Техника безопасности при производстве гидрометрических работ зимой.

Перечень вопросов к экзамену:

ОПК-3., ОПК-4., ОПК-5.,

1. Наблюдения за уровнем воды. Система отметок и отсчетов. Выбор типа и места расположения водпоста.
2. Измерение расхода воды поверхностными поплавками.
3. Наблюдения за уровнем воды рек, озер и водохранилищ.
4. Измерение расходов воды глубинными поплавками.
5. Наблюдения за уровнем воды. Простые и передаточные посты.
6. Способы определения плановых координат промерных вертикалей.
7. Наблюдения за уровнем воды. Система отметок и отсчетов. Регистрация максимальных и минимальных уровней.
8. Измерение расхода воды с помощью гидрометрической вертушки при ледоставе и наличии шуги подо льдом.
9. Самописцы уровня воды.
10. Определение расходов с помощью формулы Шези по данным о морфометрических характеристиках, уклоне водной поверхности и шероховатости русла.
11. Выбор участка гидрологического поста.
12. Измерение расхода воды с помощью гидрометрической вертушки при зарастании русла.
13. Градуировка вертушек. Уход за вертушками.
14. Способы выполнения промерных работ.
15. Промеры глубин. Основные приборы
16. Многоточечный способ измерения расходов воды при отсутствии льда и водной растительности.
17. Обработка промеров, приведение к условному уровню.
18. Основной способ измерения расходов воды при отсутствии льда и водной растительности.
19. Способы определения плановых координат промерных вертикалей.
20. Ускоренный способ измерения расходов воды гидрометрической вертушкой.
21. Морфометрические характеристики русла. Точность промерных работ.
22. Сокращенный способ измерения расходов воды гидрометрической вертушкой.
23. Гидрометрические вертушки, их классификация, основные характеристики, уход за вертушками. Вертушка ГР–21М.
24. Интеграционный способ измерения расхода воды вертушкой.
25. Неустановившееся и установившееся, равномерное и неравномерное движение воды.
26. Разбивка гидроствора и уточнение его положения.
27. Распределение скоростей течения по глубине и ширине потока.
28. Морфометрические характеристики озер и водохранилищ. Способы производства промеров на них.
29. Точечный и интеграционный способы измерения скоростей.
30. Способы выполнения промерных работ для построения плана участка реки в изобатах или в горизонталях.

31. Выбор участка гидроствора, его оборудование. Плавучие средства и их установка на вертикалях.
32. Модели расхода воды.
33. Выбор местоположения и разбивка гидрометрического створа.
34. Измерение расхода воды методом смешения при длительном пуске индикатора.
35. Измерение скоростей течения глубинными поплавками.
36. Измерение расхода воды способом «ионного паводка».
37. Система отсчетов и отметок на водпостах и первичная обработка наблюдений.
38. Определение расхода воды методом скорость-площадь при свободном русле и при наличии водной растительности.
39. Сокращенный способ измерения расходов воды.
40. Наблюдения за толщиной льда и ледовой обстановкой. Ледомерная съемка.
41. Ускоренный и объемный способы измерения расходов воды.
42. Техника безопасности при производстве гидрометрических работ зимой.
43. Наносы, их образование и перемещение. Лабораторная обработка взвешенных наносов.
44. Экстраполяция кривых расходов воды в беспойменных створах.
45. Понятие о лабораторной обработке проб наносов и донных отложений.
46. Учет стока воды методом Стаута (деформации русла).
47. Наблюдения за уровнем воды рек, озер и водохранилищ.
48. Способы подсчета стока при наличии ледовых явлений.
49. Приборы для отбора проб воды на мутность.
50. Подсчет стока при нарушении связи между расходами и уровнями воды (переменный подпор, паводочные петли).
51. Наблюдения за волнением, характеристики волнения.
52. Способы выполнения промерных работ для построения плана участка реки в изобатах или в горизонталях.
53. Наблюдения за стоком растворенных веществ.
54. Способы подсчета стока при неустойчивом русле.
55. Измерение расходов взвешенных наносов. Точность измерений.
56. Наблюдения за шугой. Коэффициент шугохода.
57. Обработка промеров, приведение к условному уровню.
58. Требования, предъявляемые к плавучим средствам.
59. Оценка надежности кривой расхода воды. Вычисление годового стока воды.
60. Техника безопасности при гидрологических работах на реке.
61. Подсчет стока воды за периоды переменного подпора.
62. Приборы для взятия проб донных отложений. Лабораторная обработка проб донных отложений.
63. Способы подсчета стока воды при нарушении связи между расходами и уровнями воды (деформации русла; зарастание русла).
64. Стандартные наблюдения за температурой воды рек, озер и водохранилищ.
65. Автоматизированная система ведения Государственного водного кадастра.
66. Методика подсчета стока взвешенных наносов.
67. Экстраполяция кривых расходов воды для пойменных створов.
68. Отстой и фильтрование проб воды на мутность.
69. Приборы для наблюдения за волнением.
70. Регистрация и учет несчастных случаев.
71. Стандартные наблюдения за ледовыми явлениями и толщиной льда.
72. Экстраполяция кривых Q=f(H) методом Стивенса.
73. Оценка характеристик ледохода. Измерение расхода льда.
74. Условия однозначности зависимости Q=f(H).
75. Измерение расходов донных наносов. Приборы и методика измерения.

76. Связь расходов воды и уровней; вспомогательные зависимости элементов расхода от уровней.
77. Обработка данных наблюдений за температурой воды на поверхности и по глубине.
78. Измерение скоростей течения в озерах двойными привязными поплавками.
79. Механизм перемещения взвешенных наносов. Приборы для взятия проб взвешенных наносов.
80. Способы подсчета стока при наличии ледовых явлений ($К_{зим}$. способ Л. М. Ковалева).
81. Способы подсчета стока за периоды русловых деформаций.
82. Наблюдения за прозрачностью и цветом воды озер и водохранилищ.
83. Способы подсчета стока за периоды зарастания русла.
84. Наблюдения на рейдовых вертикалях озер.
85. Химический анализ проб воды в полевых условиях.
86. Экстраполяция графиков зависимости Q=f(H) применительно к гидрографам с неширокой луговой поймой.
87. Комплексный график результатов гидрометеорологических наблюдений.
88. Техника безопасности при гидрологических работах летом.
89. Определение направления и скорости течения воды на озерах и водохранилищах.

Грузоподъемность плавсредств и ее оценка

Курсовая работа

Перечень тем и критерии оценивания курсовой работы представлены в Фонде оценочных средств.

Методика выполнения курсовой работы представлена в Методических рекомендациях для обучающихся по освоению дисциплины «Методы и средства гидрометеорологических изысканий».

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	0-7
Выполнение расчетно-графических работ	0-48
Выполнение контрольной работы	0-6
Промежуточная аттестация	0-30
ИТОГО	**0-91**

Таблица 8.

Распределение дополнительных баллов

Дополнительные баллы (баллы, которые могут быть добавлены до 100)	**Баллы**
Активность на учебных занятиях*	0-3
ИТОГО	**0-9**

Минимальное количество баллов для допуска до промежуточной аттестации составляет 40 баллов при условии выполнения всех видов текущего контроля.

Таблица 9.

Балльная шкала итоговой оценки на зачете

Оценка	**Баллы**
Зачтено	40-100
Незачтено	0-39

Таблица 10.

Балльная шкала итоговой оценки на экзамене

Оценка	**Баллы**
Отлично	85-100
Хорошо	65-84
Удовлетворительно	40-64
Неудовлетворительно	0-39

Курсовая работа

Таблица 11.

Балльная шкала итоговой оценки курсовой работы

Оценка	**Баллы**
Отлично	85-100
Хорошо	65-84
Удовлетворительно	40-64
Неудовлетворительно	0-39

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 рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины «Методы и средства гидрометеорологических измерений».

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Карасев И. Ф., Васильев А. В., Субботина Е. С. Гидрометрия. – Л.: Гидрометеоиздат, 1991.
2. Васильев А. В., Шмидт С. В. Водно-технические изыскания. – Л.: Гидрометеоиздат, 1987.
3. Справочник базовых цен на инженерные изыскания для строительства. Инженерно-гидрографические работы. Инженерно-гидрометеорологические изыскания на реках. Москва 2000 г.
4. Лучшева А. А. Практическая гидрометрия. -Л.: Гидрометеоиздат, 1983

Дополнительная литература

1. *Карасев И. Ф.* Речная гидрометрия и учет водных ресурсов. - Л.: Гидрометеоиздат, 1980.
2. Методические указания по подготовке и занесении гидрометеорологической информации на технический носитель. Раздел 1, вып. 6, часть 1. Обнинск, 2000.
3. Методические указания. Государственная система обеспечения единства измерений. Расход воды на реках и каналах. Методика выполнения измерений методом «скорость-площадь» МИ 1759-87. - М.: Из-во стандартов, 1987.
4. Методические указания к выполнению курсового проекта по гидрометрии. -Л.: из-во ЛПИ, 1983.
5. Методические указания по ведению государственного водного кадастра. Раздел 1, вып.6, часть 1.-Обнинск, 1983.

6. Методические указания по ведению государственного водного кадастра. Раздел 1, вып.6, часть 2, т.1 и т.2 -Л.: Гидрометеоиздат, 1987.
7. Методические указания УГКС по сетевым русловым наблюдениям. -Л.: Гидрометеоиздат, 1981.
8. Наблюдения на гидрологической сети СССР. Определение понятий гидрометеорологических элементов и оценка точности наблюдений. -Л.: Гидрометеоиздат, 1970.
9. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Вып.2, ч.II 1975, вып.6, ч.1, 1978; дополнение к вып.6, ч.1, 1992; вып.6, ч.III, 1966; вып.7, ч.1, 1973. -Л.: Гидрометеоиздат.
10. Правила по технике безопасности при производстве наблюдений и работ на сети Госкомгидромета СССР. - Л.: Гидрометеоиздат, 1983.
11. Свод правил по инженерным изысканиям для строительства. Инженерно-гидрометеорологические изыскания для строительства. СП 11-103-97. Государственный комитет Российской Федерации по жилищной и строительной политике (ГосСтрой России). Москва 1997.
12. Строительные нормы и правила Российской Федерации. Инженерные изыскания для строительства. СНиП 11-02-96. МИНСТРОЙ РОССИИ

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

1. Руководство по гидрологической практике (ВМО-№ 168). Режим доступа: http://www.whycos.org/hwrp/guide/index_ru.php
2. ГОСТ 19179-73. Гидрология суши. Термины и определения. Режим доступа: http://standartgost.ru/g/%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2_19179-73
3. Издания Государственного гидрологического института. Режим доступа: http://www.hydrology.ru/izdaniya-ggi-0
4. Методы полевых (натурных) гидрологических наблюдений и измерений. http://www.o8ode.ru/article/water/molekularnaa_fizika_vody.htm

8.3. Перечень программного обеспечения

3. Microsoft Windows (48130165 21.02.2011)
4. Microsoft Office (49671955 01.02.2012)
5. AutoCad

8.4. Перечень информационных справочных систем

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

8.5. Перечень профессиональных баз данных

1. Электронно-библиотечная система elibrary;
2. База данных издательства SpringerNature;
3. Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологиче-

ской информации – Мировой центр данных. Режим доступа: http://meteo.ru/
4. National Climate Data Center. Режим доступа: http://www.ncdc.noaa.gov
5. National Geophysic Data Center. Режим доступа: http://www.ngdc.noaa.gov
6. 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 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: портативным компьютером (ноутбуком), переносным экраном, мультимедиа-проектором.

Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации: портативным компьютером (ноутбуком), переносным экраном, мультимедиа-проектором.

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 лаборатории гидрологических расчетов, укомплектованной: компьютерами, копировально-множительной техникой, мультимедиа оборудованием (переносные проектор, экран).

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.