

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра гидрометрии

Рабочая программа по дисциплине

ЛАБОРАТОРНОЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования программы бакалавриата по направлению подготовки

05.03.05 Прикладная гидрометеорология

Направленность (профиль):

Прикладная гидрология

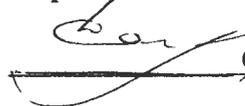
Квалификация:

Бакалавр

Форма обучения

Очная/Заочная

Согласовано
Руководитель ОПОП
«Прикладная гидрология»

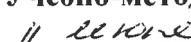

Сакович В.М.

Утверждаю

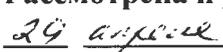
Председатель УМС  И.И. Палкин

Рекомендована решением

Учебно-методического совета

 2019 г., протокол № 7

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

 2019 г., протокол № 8

Зав. кафедрой  Исаев Д.И.

Автор-разработчик:


Саноцкая Н.А.

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Лабораторное гидрологическое моделирование» – ознакомление с методиками экспериментального изучения водотоков в гидролабораториях на физических моделях.

Основными задачами дисциплины «Лабораторное гидрологическое моделирование» являются:

– изучение сложных гидрологических и гидравлических явлений на физических моделях участков рек;

– проверка на моделях результатов теоретических исследований и расчетов;

– изучение на физических моделях влияния запроектированных крупных гидротехнических сооружений на гидрологический режим реки и внесение необходимых изменений в проект;

– установление новых зависимостей и расчетных формул общего вида на основе обобщения результатов лабораторных опытов;

– нахождение опытным путем численных значений коэффициентов, входящих в расчетные формулы, полученные теоретическим путем.

Дисциплина изучается студентами, обучающимися по программе подготовки бакалавров на гидрологическом факультете.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Лабораторное гидрологическое моделирование» для направления 05.03.05 – «Прикладная гидрометеорология», профиль – Прикладная гидрология, относится к дисциплинам по выбору вариативной части.

Для освоения данной дисциплины, обучающиеся должны освоить разделы дисциплин: «Математика», «Физика», «Химия».

Параллельно с дисциплиной «Лабораторное гидрологическое моделирование» изучаются: «Экономика и управление производством», «Методы и средства гидрометеорологических измерений», «Математическое моделирование

гидрологических процессов», «Гидрологические расчеты» и др.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Код компетенции	Компетенция
ОПК-3	способность анализировать и интерпретировать данные натурных и лабораторных наблюдений, теоретических расчетов и моделирования
ПК-2	способность анализировать явления и процессы, происходящие в природной среде, на основе экспериментальных данных и массивов гидрометеорологической информации, выявлять в них закономерности и отклонения
ПК-4	способностью к решению гидрометеорологических задач, достижению поставленных критериев и показателей
ППК-1	способность подбирать приборы и методы наблюдений для решения гидрометеорологических задач, производить наблюдений, проводить обработку и представлять результаты наблюдений по установленным формам

В результате освоения компетенций в рамках дисциплины «Лабораторное гидрологическое моделирование» обучающийся должен:

Знать:

- виды и способы моделирования;
- основы теории размерностей и ее использование в моделировании;
- основы теории подобия и расчетные формулы для масштабных отношений физических характеристик потока.

Уметь:

- решать стандартные профессиональные задачи на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом требований информационной безопасности;
- анализировать явления и процессы, происходящие в природной среде, на основе экспериментальных данных и массивов гидрометеорологической информации, выявлять в них закономерности и отклонения;

- подбирать приборы и методы наблюдений для решения гидрометеорологических задач, производить наблюдения, проводить обработку и представлять результаты наблюдений по установленным формам;
- осуществлять выбор типа модели и производить ее расчет.

Владеть:

- способностью анализировать и интерпретировать данные натурных и лабораторных наблюдений, теоретических расчетов и моделирования;
- способностью прогнозировать основные параметры вод суши на основе проведенного анализа имеющейся информации;
- навыками расчета и построения моделей.

Основные признаки проявленности формируемых компетенций в результате освоения дисциплины «Лабораторное гидрологическое моделирование» сведены в таблице.

Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания

Этап (уровень) освоения компетенции	Основные признаки проявленности компетенции (дескрипторное описание уровня)				
	1.	2.	3.	4.	5.
минимальный	не владеет	слабо ориентируется в терминологии и содержании	Способен выделить основные идеи текста, работает с критической литературой	Владеет основными навыками работы с источниками и критической литературой	Способен дать собственную критическую оценку изучаемого материала
	не умеет	не выделяет основные идеи	Способен показать основную идею в развитии	Способен представить ключевую проблему в ее связи с другими процессами	Может соотнести основные идеи с современными проблемами
	не знает	допускает грубые ошибки	Знает основные рабочие категории, однако не ориентируется в их специфике	Понимает специфику основных рабочих категорий	Способен выделить характерный авторский подход
базовый	не владеет	плохо ориентируется в терминологии и содержании	Владеет приемами поиска и систематизации, но не способен свободно изложить материал	Свободно излагает материал, однако не демонстрирует навыков сравнения основных идей и концепций	Способен сравнивать концепции, аргументированно излагает материал
	не умеет	выделяет основные идеи, но не видит проблем	Выделяет конкретную проблему, однако излишне упрощает ее	Способен выделить и сравнить концепции, но испытывает сложности с их практической привязкой	Аргументированно проводит сравнение концепций по заданной проблематике
	не знает	допускает много ошибок	Может изложить основные рабочие категории	Знает основные отличия концепций в заданной проблемной области	Способен выделить специфику концепций в заданной проблемной области
продвинутый	не владеет	ориентируется в терминологии и содержании	В общих чертах понимает основную идею, однако плохо связывает ее с существующей проблематикой	Видит источники современных проблем в заданной области анализа, владеет подходами к их решению	Способен грамотно обосновать собственную позицию относительно решения современных проблем в заданной области
	не умеет	выделяет основные идеи, но не видит их в развитии	Может понять практическое назначение основной идеи, но затрудняется выявить ее основания	Выявляет основания заданной области анализа, понимает ее практическую ценность, однако испытывает затруднения в описании сложных объектов анализа	Свободно ориентируется в заданной области анализа. Понимает ее основания и умеет выделить практическое значение заданной области
	не знает	допускает ошибки при выделении рабочей области анализа	Способен изложить основное содержание современных научных идей в рабочей области анализа	Знает основное содержание современных научных идей в рабочей области анализа, способен их сопоставить	Может дать критический анализ современным проблемам в заданной области анализа

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины «Лабораторное гидрологическое моделирование» составляет 5 зачетные единицы, 180 часов.

*Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий
в академических часах)*

Объём дисциплины	Всего часов	
	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
Общая трудоёмкость дисциплины	180	180
Контактная работа обучающихся с преподавателям (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	70	20
в том числе:		
лекции	28	8
практические занятия	42	12
семинарские занятия		
Самостоятельная работа (СРС) – всего:	110	160
в том числе:		
курсовая работа		
контрольная работа		
Вид промежуточной аттестации (зачет)	зачет	зачет

4.1. Структура дисциплины

Очная форма обучения

№ п/п	Раздел и тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Занятия в активной и интерактивной форме, час.	Формируемые компетенции
			Лекции	Семинар Лабора- Прак- тич.	Самост. работа			
1	Гидролаборатории: устройство, приборная база, решаемые задачи	6	8	12	20	Коллоквиум	1	ОПК-3 ПК-2 ПК-4 ППК-1
2	Принцип размерно-	6	10	10	20	Колло-	2	ОПК-3

	сти и его использование в моделировании					квиум		ПК-2 ПК-4 ППК-1
3	Основы теории подобия и расчетные формулы для масштабных отношений физических характеристик потока	6	6	10	20	Коллоквиум	2	ОПК-3 ПК-2 ПК-4 ППК-1
4	Практические приемы и правила моделирования. Расчет речных русловых моделей	6	4	10	10	Контрольная работа	2	ОПК-3 ПК-2 ПК-4 ППК-1
	ИТОГО		28	42	70		7	

Заочная форма обучения

№ п/п	Раздел и тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Занятия в активной и интерактивной форме, час.	Формируемые компетенции
			Лекции	Семинар Лаб. работ. Практич.	Самост. работа			
1	Гидролаборатории: устройство, приборная база, решаемые задачи	7	2	2	40	Коллоквиум	1	ОПК-3 ПК-2 ПК-4 ППК-1
2	Принцип размерности и его использование в моделировании	7	2	2	40	Коллоквиум		ОПК-3 ПК-2 ПК-4 ППК-1
3	Основы теории подобия и расчетные формулы для масштабных отношений физических характеристик потока	7	2	4	40	Коллоквиум	1	ОПК-3 ПК-2 ПК-4 ППК-1
4	Практические приемы и правила моделирования. Расчет речных русловых моделей	7	2	4	40	Контрольная работа	1	ОПК-3 ПК-2 ПК-4 ППК-1
	ИТОГО		8	12	160		3	

4.2. Содержание разделов дисциплины

Гидролаборатории: устройство, приборная база, решаемые задачи

Виды деятельности гидролабораторий. Закрытые и открытые виды лабораторий. Базовое оснащение гидролабораторий. Специальные установки и устройства гидролабораторий. Виды задач, решаемые посредством гидрологического и физического моделирования. Средства измерений линейных величин (уровень воды, глубина). Средства измерений скорости водного потока и расхода воды.

Принцип размерности и его использование в моделировании

Формула размерности. Принцип однородности. π -теорема и критерии подобия.

Основы теории подобия и расчетные формулы для масштабных отношений физических характеристик потока

Определение подобия. Масштабные отношения. Общий закон подобия Ньютона. Критерий подобия Ньютона. Критерий подобия систем, находящихся под воздействием сил тяжести. Масштабные отношения при преобладании сил тяжести. Критерий подобия систем, находящихся под воздействием сил трения. Возможности учета одновременного воздействия на поток различных сил.

Практические приемы и правила моделирования.

Расчет речных русловых моделей

Ограничительные условия применения законов подобия. Условия совместного действия нескольких сил. Соответствие режима и состояния движения жидкости на модели режиму движения в натуре. Условия подобия шероховатости. Расчет моделей речных русел с неразмываемым руслом. Моделирование с искажением масштабов. Моделирование речных русел с размываемым ложем.

4.3. Семинарские, практические, лабораторные занятия, их содержание

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Форма проведения	Формируемые компетенции
1	1	Понятие расчетных моделей. Расчетная формула плоского водослива	практическая работа	ОПК-3 ПК-2 ПК-4 ППК-1
2	1	Подбор насосного оборудования для обеспечения работы произвольной установки гидролаборатории. Формула Шези как расчетная модель	практическая работа	ОПК-3 ПК-2 ПК-4 ППК-1
3	1	Экскурсия по учебной лаборатории водных исследований	практическая работа	ОПК-3 ПК-2 ПК-4 ППК-1
4	2	Основные и производные физические величины	практическая работа	ОПК-3 ПК-2 ПК-4 ППК-1
5	2	Пример расчета к мостовому быку	практическая работа	ОПК-3 ПК-2 ПК-4 ППК-1
6	2	Практическое применение критериев подобия	практическая работа	ОПК-3 ПК-2 ПК-4 ППК-1
7	2	Искажение масштабов модели	практическая работа	ОПК-3 ПК-2 ПК-4 ППК-1
8	3	Режимы движения жидкости на модели	практическая работа	ОПК-3 ПК-2 ПК-4 ППК-1
9	3	Обеспечения подобия при необходимости использования жидкостей, отличных от воды	практическая работа	ОПК-3 ПК-2 ПК-4 ППК-1
10	3	Общий алгоритм расчета модели с жестким руслом	практическая работа	ОПК-3 ПК-2 ПК-4 ППК-1
11	4	Расчет речных русел. Определение масштабных множителей	практическая работа	ОПК-3 ПК-2 ПК-4 ППК-1
12	4	Расчет речных русел. Различие условий	практическая работа	ОПК-3

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Форма проведения	Формируемые компетенции
		при соблюдении подобия шероховатости	работа	ПК-2 ПК-4 ППК-1
13	4	Расчет речных русел. Расчет условной модели русла	практическая работа	ОПК-3 ПК-2 ПК-4 ППК-1
14	4	Специальные главы моделирования	практическая работа	ОПК-3 ПК-2 ПК-4 ППК-1

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов и оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

5.1. Текущий контроль

Примеры вопросов для коллоквиума

- виды гидролабораторий по способу водоснабжения,
- средства измерений уровня воды и глубины, применяемые в гидролабораториях,
- суть метода размерностей и отличие от методов математического моделирования,
- общий закон подобия Ньютона, критерий подобия Ньютона,
- принцип выбора преобладающей сил, действующих в модельном пространстве.

а) Образцы тестовых и контрольных заданий текущего контроля

Задача 1

Дано: $\alpha_1 = 200$, $Q_n = 7910 \text{ м}^3/\text{с}$, преобладающей силой является сила тяжести.

Найти: Расход воды на модели (Q_m).

Задача 2

Дано:

Длина участка реки $L = 8$ км, ширина $B = 1$ км, средняя глубина $H = 13$ м.

Кинематическая вязкость воды $\nu = 1 \cdot 10^{-6}$ м²/с.

Площадка лаборатории: длина $l = 40$ м, ширина $b = 10$ м.

Максимальный расход воды на модели $q = 10$ л/с.

Найти:

Определить масштабный множитель модели по длине, ширине, глубине и расходу воды.

Определить число Рейнольдса для водного потока на модели.

б) Примерная тематика рефератов, эссе, докладов

не предусмотрено учебным планом

в) Примерные темы курсовых работ, критерии оценивания

не предусмотрено учебным планом

5.2. Методические указания по организации самостоятельной работы

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.

5.3. Промежуточный контроль: зачет

1. Критерии подобия систем

2. Вывод масштабных множителей для систем, находящихся под действием силы тяжести
3. Вывод масштабных множителей для систем, находящихся под действием силы трения
4. π -теорема
5. Вывод критериев подобия на основе π -теоремы
6. Измерительная техника применяемая в лабораторном моделировании
7. Принцип размерности
8. Принцип однородности
9. Базовый состав лаборатории моделирования
10. Общие задачи физического моделирования и его отличие от компьютерного моделирования

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. *Полтавцев В.И., Спицын И.П., Винников С.Д.* Гидрологическое лабораторное моделирование. – Л.: Изд. ЛПИ, 1982. – 142 с.
2. *Клавен А.Б., Копалиани З.Д.* Экспериментальные исследования и гидравлическое моделирование речных потоков и руслового процесса. – СПб.: Нестор-История, 2011. – 504 с.
3. *Михалев М.А.* Физическое моделирование гидравлических явлений. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2009. – 443 с.

б) дополнительная литература:

1. *Чугаев Р.Р.* Гидравлика. Изд. 4-е, пер. и под. – М.: Энергия, 1982. – 672 с.
2. *Лятхер В.М., Прудовский А.М.* Гидравлическое моделирование. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 392 с.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Семинарское занятие	На семинарских занятиях обсуждаются проблемы, поставленные во время лекций. Такие занятия проводятся в форме дискуссий. Как правило, на одном занятии может быть обсуждено 1-2 вопроса. Кроме того, на семинарах студенты представляют доклады, подготовленные во время самостоятельной работы. Основой доклада студента на семинаре являются определения (смысл) терминов, связанных с развитием информационного общества, его характерных свойств. Тема доклада выбирается студентом из перечней, приведенных в конце каждого раздела Доклад представляется в виде презентации (PowerPoint).
Внеаудиторная работа	представляет собой вид занятий, которые каждый студент организует и планирует самостоятельно. Самостоятельная работа студентов включает: <ul style="list-style-type: none">– самостоятельное изучение разделов дисциплины;– выполнение дополнительных индивидуальных творческих заданий;– подготовку рефератов, сообщений и докладов.
Подготовка к зачёту	При подготовке к зачёту необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

8. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Тема (раздел) дисциплины	Образовательные и информационные технологии	Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем
<ul style="list-style-type: none"> • Место гидрометеорологии в сфере материального производства • Регулярная, экстренная, режимная и нормативная гидрологическая информация • Прогностическая гидрологическая информация • Экономические аспекты гидрологической информации • Критерии оптимизации хозяйственных решений и оптимизационные расчёты • Количественная оценка полезности нормативной и прогностической гидрологической информации • Экономический эффект гидрометеорологического обеспечения различных отраслей хозяйственной деятельности 	<p>Образовательные технологии:</p> <ul style="list-style-type: none"> • интерактивное взаимодействие педагога и аспиранта; • сочетание индивидуального и коллективного обучения; • занятия, проводимые в форме диалога, дискуссии; • технология развития критического мышления <p>Информационные технологии:</p> <ul style="list-style-type: none"> • проведение занятий с использованием слайд-презентаций; • организация взаимодействия педагога с аспирантом посредством электронной информационно-образовательной среды • использование профессиональных баз данных и информационно-справочных систем 	<p>Программное обеспечение:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Microsoft Windows • Microsoft Office <p>Информационно-справочные системы:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ЭБС «ГидроМетеоОнлайн» • Национальная электронная библиотека (НЭБ) • ЭБС «Znanium» • ЭБС «Перспектив Науки» • Электронно-библиотечная система eLibrary

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитория 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 аудитория 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.