

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Кудряшов Максим Георгиевич
Должность: Проректор по образовательной деятельности
Дата подписания: 27.06.2023 20:38:56
Уникальный программный ключ:
790a1a8df2525774421adcf1e96457ff0e8025ff0

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ ЗАОЧНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет энергетики и охраны водных ресурсов
Кафедра гидравлики и водохозяйственных сооружений

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕЛИОРАТИВНЫХ
И ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ
КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

студентам 1 курса направления подготовки магистратура
20.03.02 Природообустройство и водопользование
по профилю «Водоснабжение и водоотведение»

Москва 2012

Составители: *к.т.н., доцент Абидов Мурат Мухамедович*

УДК 528.48 (075.5)

Исследование мелиоративных и водохозяйственных систем:
Методические указания по изучению дисциплины и задания для
контрольной работы/ Рос.гос.аграр.заоч.ун-т; Сост. Абидов М.М.: М., 2012.

Предназначены для студентов 1 курса магистратуры направления
подготовки 20.03.02 Природообустройство и водопользование

Утверждены методической комиссией факультета «Энергетики и
охраны водных ресурсов»

Рецензенты: д.с-х.н., профессор Плиева Т.Х.
д.т.н., профессор Махмутов М.М.

Раздел 1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Исследование мелиоративных и водохозяйственных систем» относится к базовой обязательной части профессионального цикла ООП. Методические указания по данной дисциплине составлены в соответствии с требованиями Федерального Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) третьего поколения, утвержденного Министерством образования и науки РФ 14 января 2010г. по направлению подготовки 20.03.02 Природообустройство и водопользование, примерной программой по дисциплине, утвержденной Департаментом образовательных программ и стандартов и рабочими учебными планами, утвержденными Ученым советом РГАЗУ.

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель – формирование у студента четкого представления о средствах и методах проведения исследований при проектировании, строительстве и эксплуатации мелиоративных и водохозяйственных систем; способности самостоятельно выполнять лабораторные и натурные исследования мелиоративных и водохозяйственных инженерных сооружений, выполняемых для решения поставленных задач в производственно-технологической, проектно-изыскательной, организационно-управленческой и научно-исследовательской деятельности.

Задачи – научить студентов основным методам исследований на моделях мелиоративных и водохозяйственных сооружений, принципам гидравлического моделирования – законы подобия, правила пересчета результатов модельных исследований в натуру. Обратит внимание на особенности моделирования размываемых русел, методы исследования напряженного состояния сооружений. Ознакомиться с основными типами приборов и устройств, используемых при натурных исследованиях, принципами их размещения в теле сооружения и последовательностью выполнения наблюдений.

Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Исследование мелиоративных и водохозяйственных систем» относится к базовой обязательной части профессионального цикла ООП. Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина, являются: Математика, Физика, Информатика, Геодезия, Геология, Гидротехнические сооружения.

Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Общекультурными компетенциями (ОК):

- способностью совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень (ОК-1);

- способностью самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий новые знания и умения, обучаться новым методам исследования и использовать их в практической деятельности, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности (ОК-2);

- способностью оформлять, представлять, докладывать, обсуждать и распространять результаты профессиональной деятельности (ОК-3);

- способностью к поддержанию конструктивного взаимодействия в процессе межличностного и делового общения, свободно пользоваться русским и иностранным языками, как средством делового общения (ОК-4);

- способностью использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, находить и принимать управленческие решения, формировать цели команды, воздействовать на ее социально-психологический климат в нужном для достижения целей направлении, оценивать качество результатов деятельности (ОК-5);

- способностью анализировать и адекватно оценивать собственную и чужую деятельность, разбираться в социальных проблемах, связанных с профессией (ОК-6);

- способностью проявлять инициативу, в том числе в ситуациях риска, брать на себя всю полноту ответственности (ОК-7).

Выпускник должен обладать следующими профессиональными компетенциями (ПК):

- проектно-изыскательская деятельность:

- способностью определять исходные данные для исследования объектов природообустройства и водопользования, руководить изысканиями по оценке состояния природных и природно-техногенных объектов (ПК-1);

- способностью использовать знания методики исследования инженерных сооружений, их конструктивных элементов, методики инженерных расчетов, необходимых для проектирования систем, объектов и сооружений для природообустройства и водопользования (ПК-2);

- готовностью к изучению, анализу и сопоставлению отечественного и зарубежного опыта по исследованию объектов природообустройства и водопользования (ПК-3);

- способностью использовать знания методов принятия решений при формировании структуры природно-техногенных комплексов, методов анализа эколого-экономической и технологической эффективности при проектировании и реализации проектов природообустройства и водопользования, проектов восстановления природного состояния водных и других природных объектов (ПК-4);

- способностью обеспечивать соответствие качества проектов природообустройства и водопользования международным и государственным нормам и стандартам (ПК-5);

- производственно-управленческая деятельность: способностью принять профессиональные решения на основе знания технологических процессов природообустройства и водопользования при строительстве и эксплуатации объектов природообустройства и водопользования (ПК-6);

- способностью использовать знания водного и земельного законодательства и правил охраны водных и земельных ресурсов для проверки их соблюдения при водопользовании, землепользовании и обустройстве природной среды (ПК-8);

- способностью обеспечивать высокое качество работы при строительстве и эксплуатации объектов природообустройства и водопользования (ПК-9);

- научно-исследовательская деятельность: способностью формулировать цели и задачи исследований, применять знания о методах исследования при изучении природных процессов, при обследовании, экспертизе, и мониторинге состояния природных объектов, объектов природообустройства и водопользования и влияния на окружающую среду антропогенной деятельности (ПК-10);

- способностью разрабатывать и вести базы экспериментальных данных, производить поиск и выбор методов и моделей для решения научно-исследовательских задач, проводить сравнение и анализ полученных результатов исследований, выполнять математическое моделирование природных процессов (ПК-10);

- способностью профессионально использовать современное научное и техническое оборудование и приборы, а также профессиональные компьютерные программные средства (ПК-11);

- способностью собирать, обобщать и анализировать экспериментальную и техническую информацию, делать выводы, формулировать заключения и рекомендации, внедрять результаты исследований и разработок и организовывать защиту прав на объекты интеллектуальной собственности (ПК-12);

- способностью проводить поиск, получение, обработку и анализ данных полевых и лабораторных исследований, обследований, экспертизы и мониторинга объектов природообустройства, водопользования (ПК-13).

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать: основные проблемы в области природообустройства и водопользования; принципы исследования систем природообустройства и водопользования, разработки проектов их реконструкции; методы обоснования необходимости природообустройства на основе прогноза изменения природных процессов с учетом вероятностного характера внешних воздействий; руководящие и нормативные материалы, передовой отечественный и зарубежный опыт; методы оценки информации о состоянии природной среды, мониторинга объектов природообустройства и водопользования для оценки их воздействия на окружающую среду; регламентируемые российским законодательством организационно-правовые формы инспектирования работы водохозяйственных, мелиоративных, строительных организаций; принципы эколого-экономического обоснования и экспертизы проектов;

Уметь: принимать решения по формированию структуры природно-техногенных комплексов в условиях неопределенности, критически осмыслить варианты решений; анализировать результаты и делать выводы; определять способы совершенствования и реконструкции мелиоративных и водохозяйственных систем, привлекать новые технологии и приемы их управления; использовать инструментальные средства для получения информации о состоянии окружающей среды;

Владеть: методами исследования объектов природообустройства и водопользования, оценки трансформации их функционирования при вмешательстве человека; методами выбора варианта инженерных решений на основе многокритериального анализа с учетом социальных и экологических факторов; методами эколого-экономического обоснования и экспертизы инженерных проектов, влияющих на природную среду; приемами паспортизации водных объектов, экологической паспортизации водохозяйственных производств, ведения государственного водного и земельного кадастров; методами эколого-экономической оценки бассейнов рек, водохозяйственных объектов и производств.

1.2. Библиографический список

Основной

1. Маслов А.В Геодезия./ Маслов А.В., Гордеев А.В., Батраков Ю.Г. – М.: КолосС, 2007.– 598с., ил.
2. Попов М.А. Природоохранные сооружения: учеб. для ВУЗов. / Попов М.А., Румянцев И.С. -М.: Колос, 2005. – 519с.
3. Кавешников А.Т. Городские гидротехнические сооружения: Учеб. пособие для ВУЗов- 2-е изд., перераб.и доп.-М.: МГУП, 2003.-161с.
4. Штеренлихт Д.В. Гидравлика: учеб.для ВУЗов.-3-е изд., перераб.и доп.- М.: КолосС, 2006.- 655с.
5. Метревели В.Н. Сборник задач по курсу гидравлика с решениями: учеб.пособие для ВУЗов. –М.: Высш.школа, 2007.- 191с.

Дополнительный

6. Кедров В.С. Водоснабжение и водоотведение: - 2-е изд., перераб.и доп./ Кедров В.С., Исаев В.Н., Орлов В.А.-М.: Стройиздат, 2002.-336с.

7. Кичигин В.И. Моделирование процессов очистки воды: учеб.пособие для ВУЗов.-М.: Изд. АСВ, 2003. – 229с.

8. Парамонова Е.Г. Геодезические работы в мелиоративном строительстве./ Парамонова Е.Г., Юнусов А.Г.– М.: Недра,1990.– 203с.: ил.

9. Павлинова И.И. Водоснабжение и водоотведение: учеб. для ВУЗов- 4-е изд., перераб.и доп.-М.: Юрайт, 2012.-472с.

10. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы (Агрикола, Rambler, Yandex, Google).

1.3. Распределение учебного времени по модулям (разделам) и темам дисциплины, часы

Таблица 1

№ п.п.	Наименование модулей и тем дисциплины	Всего	В том числе			Рекомендуемая литература
			лекции	лабораторные практические занятия	Самостоятельная работа	
1	2	3	4	5	6	7
	Модуль 1 Введение. Задачи и методы исследования мелиоративных и водохозяйственных систем	33	1		32	
	Модуль 2 Лабораторные исследования. Основы теории подобия	34	2	2	30	
1.	Геометрическое, кинематическое, динамическое подобие	16	1	1	14	[1,2,5,7]
2.	Установление критериев подобия. Критериальные уравнения	18	1	1	16	[1,2,5,7]
	Модуль 3 Лабораторные исследования. Моделирование работы сооружений	38	2	6	30	
1.	Моделирование гидравлических процессов	20	1	3	16	[1,2,6,7]
2.	Моделирование напряженно-деформированного состояния и прочности бетонных сооружений и их оснований	18	1	3	14	[1,2,3,5]
	Модуль 4 Натурные исследования мелиоративных и водохозяйственных систем.	37	1	6	30	
1.	Натурные исследования в строительный период	17	0,5	2,5	14	[1,2,7,8]
2.	Натурные исследования в эксплуатационный период	20	0,5	3,5	16	[1,2,7,8]
	Итого	144	6	16	122	

Раздел 2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНЫХ МОДУЛЕЙ ДИСЦИПЛИНЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИХ ИЗУЧЕНИЮ

2.1. Модуль 1 Введение. Задачи и методы исследования мелиоративных и водохозяйственных систем.

2.1.1. Содержание модуля.

2.1.2. Методические указания по его изучению.

Введение. Порядок определения исходных данных для исследования. Цели и задачи исследований мелиоративных и водохозяйственных систем Основные методы и модели для решения научно-исследовательских задач. Проведение сравнения и анализ полученных результатов исследований

2.1.3. Вопросы для самоконтроля

1. Назовите основные цели и задачи исследований мелиоративных и водохозяйственных систем; 2.Обоснуйте необходимость проведения исследований; 3.Исходные данные для проведения исследований; 4. Назовите основные методы и модели, применяемые в практике решения научно-исследовательских задач; 5. Порядок обработки и анализа результатов исследований; 6. Какова эффективность внедрения результатов исследований на практике?

2.1.4. Задания для самостоятельной работы

Для более успешного усвоения материала необходимо письменно ответить на предложенные для самопроверки вопросы и предоставить ответы на зачет (1 вопрос по последней цифре зачетки, 2 вопрос на выбор).

2.2. Модуль 2 Лабораторные исследования. Основы теории подобия.

2.2.1. Содержание модуля.

2.2.2. Методические указания по его изучению.

Тема 1.1. Геометрическое, кинематическое, динамическое подобие. Масштабные коэффициенты. Закон динамического подобия Ньютона. Законы гравитационного, вязкостного подобия и при действии сил упругости.

Тема 1.2. Установление критериев подобия. Критериальные уравнения. Критерий Фруда. Критерий Рейнольдса. Критерий Вебера. Критерий Коши. Критерий Эйлера. Критерий Кармана. Число Струхала. Условие тождественности дифференциальных уравнений натуры и модели. Автомодельность.

2.2.3. Вопросы для самоконтроля

1. Какие явления, согласно теории подобия, называются подобными? 2. Условия выполнения геометрического подобия; 3. Строгое и нестрогое геометрическое подобие при прочностных исследованиях; 4.

Приближенное моделирование русловых процессов; 5. Условия выполнения кинематического подобия. 6. Условия выполнения динамического подобия; 7. Дайте понятие общего закона динамического подобия Ньютона; 8. Закон гравитационного подобия. Критерий Фруда; 9. Закон вязкостного подобия. Критерий Рейнольдса; 10. Закон подобия при действии сил поверхностного натяжения. Критерий Вебера; 11. Закон подобия при действии сил упругости. Критерий Коши; 12. Закон подобия при действии сил давления. Критерий Эйлера; 13. Напишите основные масштабные коэффициенты; 14. Дайте определение области автомодельности;

2.2.4. Задания для самостоятельной работы

Для более успешного усвоения материала необходимо письменно ответить на предложенные для самопроверки вопросы и предоставить ответы на зачет (1 вопрос по последней цифре зачетки, 2 вопрос на выбор).

2.3. Модуль 3 Лабораторные исследования. Моделирование работы сооружений.

2.3.1. Содержание модуля.

2.3.2. Методические указания по его изучению.

Тема 1. Моделирование гидравлических процессов. Правила моделирования. Критерии подобия гидравлических процессов. Метод масштабных серий. Моделирование шероховатости. Моделирование с искажением масштабов модели. Моделирование водных потоков с деформируемым руслом, наносов. Волновые процессы. Кавитация

Тема 2. Моделирование напряженно-деформированного состояния и прочности бетонных сооружений и их оснований. Моделирование напряженного состояния сооружения и несущей способности основания. Моделирование динамических и сейсмических воздействий.

2.3.3. Вопросы для самоконтроля

1. Назовите основные особенности гидравлического моделирования;
2. Моделирование шероховатости с искажением масштабов модели;
3. Моделирование водных потоков с деформируемым руслом;
4. Моделирование твердого стока (наносов);
5. Назовите основные особенности моделирования напряженного состояния сооружения;
6. Моделирование несущей способности основания;

2.3.4. Задания для самостоятельной работы

Для более успешного усвоения материала необходимо письменно ответить на предложенные для самопроверки вопросы и предоставить ответы на зачет (1 вопрос по последней цифре зачетки, 2 вопрос на выбор).

2.4. Модуль 4 Натурные исследования мелиоративных и водохозяйственных систем.

2.4.1. Содержание модуля.

2.4.2. Методические указания по его изучению.

Тема 1. Натурные исследования в строительный период

Число контрольно-измерительной аппаратуры и общие требования к их размещению. Технология проведения натурных исследований в строительный период

Тема 2. Натурные исследования в эксплуатационный период. Измерительные приборы. Натурные исследования фильтрации, вертикальных (осадки), горизонтальных и относительных перемещений. Натурные исследования деформаций и перемещений.

2.4.3. Вопросы для самоконтроля

1. Порядок проведения натурных исследований мелиоративных и водохозяйственных систем; 2. Состав контрольно-измерительной аппаратуры и порядок ее размещения; 3. Основные особенности проведения натурных исследований в строительный период; 4. Основные особенности проведения натурных исследований в эксплуатационный период; 5. Натурные исследования вертикальных (осадки) перемещений; 6. Натурные исследования горизонтальных перемещений; 7. Натурные исследования относительных горизонтальных перемещений сооружения; 8. Натурные исследования наклонов сооружения; 9. Натурные исследования фильтрации; 10. Натурные исследования деформаций и напряжений; 11. Принципы организации натурных исследований для обеспечения безопасности плотин.

2.4.4. Задания для самостоятельной работы

Для более успешного усвоения материала необходимо письменно ответить на предложенные для самопроверки вопросы и предоставить ответы на зачет (1 вопрос по последней цифре зачетки, 2 вопрос на выбор).

Раздел 3. ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ЕЕ ВЫПОЛНЕНИЮ

Контрольная работа состоит из нескольких задач, демонстрирующих основные вопросы практики моделирования и исследования мелиоративных и водохозяйственных задач.

Выполняется контрольная работа студентом самостоятельно по вариантам заданий и предоставляется для рецензирования преподавателю до начала сессии.

Контрольная работа оформляется на листах формата А4 (297x210мм) и состоит из титульного листа, оглавления, расчетно-пояснительной записки с рисунками, схемами и таблицами.

При выполнении контрольных задач, необходимо исходные данные принимать по вариантам с учетом последней цифры номера зачетной книжки студента N_n , которая подставляется в формулы, определяющие исходные данные в условиях заданий.

3.1. Методические указания по выполнению контрольной работы.

В практике исследования мелиоративных и водохозяйственных сооружений, как и в ряде других наук, широкое применение получил метод моделирования, при котором исследуется не сам поток или сооружение, а их модели, выполненные обычно в уменьшенном масштабе.

Для того чтобы результаты исследований, полученные на модели, можно было перенести на натурный процесс, оба процесса должны быть подобными. *Подобными* называются явления, в которых наблюдаются процессы одинаковой физической природы и одноименные величины (например, размеры потока, скорости течения в сходственных точках, расходы жидкости, силы, действующие на жидкость, и т. д.) имеют постоянные соотношения. Следовательно, по заданным характеристикам одного потока можно получить характеристики другого потока умножением на постоянные безразмерные множители, называемые масштабами (коэффициентами) подобия. Отсюда следует, что необходимыми условиями гидродинамического подобия являются:

1. Геометрическое подобие, из которого следует пропорциональность сходственных линейных размеров натуре и модели:

$$\frac{l_n}{l_m} = \frac{L_n}{L_m} = \frac{H_n}{H_m} = \delta_l$$

где δ_l - масштаб геометрического подобия; величины, относящиеся к натуре, отмечаются подстрочным индексом «Н», к модели - индексом «М».

2. Кинематическое подобие, т. е. подобие линий тока и пропорциональность скоростей в сходственных точках натуре и модели:

$$\frac{V_n}{V_m} = \frac{L_n/l_n}{L_m/l_m} = \frac{L_n}{L_m} \cdot \frac{l_m}{l_n} = \frac{\delta_L}{\delta_t} = \delta_V$$

где δ_V - масштаб кинематического подобия; δ_t - масштаб времени.

3. Динамическое подобие, означающее пропорциональность сил, действующих на сходственные элементы кинематически подобных потоков, и равенство углов, характеризующих направление этих сил.

На любую частицу жидкости в общем случае действуют следующие силы:

сила тяжести, пропорциональная плотности жидкости ρ , ускорению силы тяжести g и кубу линейного размера частицы L :

$$G = mg = \rho g W \sim \rho g L^3$$

сила давления, пропорциональная величине гидродинамического давления p и квадрату линейного размера L :

$$P = pS \sim pL^2$$

сила трения, пропорциональная вязкости жидкости μ , скорости ее движения V и линейному размеру частицы L :

$$T = \mu \frac{dV}{dh} S \approx \mu LV$$

Равнодействующая этих сил, согласно второму закону Ньютона, равна произведению массы частицы на ускорение

$$|\bar{R}| = |\bar{G} + \bar{P} + \bar{T}| = ma = \rho Wa \approx \rho L^3 \frac{V^2}{L} = \rho L^2 V^2$$

Она численно равна силе инерции

$$|I| = |R| \approx \rho L^2 V^2$$

По условию подобия отношения всех пар сходственных сил природы и модели одинаковы:

$$\frac{G_n}{G_m} = \frac{P_n}{P_m} = \frac{T_n}{T_m} = \frac{R_n}{R_m} = \frac{l_n}{l_m} = \delta_F$$

где δ_F - масштаб сил - число, показывающее, во сколько раз силы в натуре больше соответствующих сил в модели.

Из последнего соотношения, получаем условия динамического подобия:

$$\begin{aligned} \frac{l_n}{G_n} &= \frac{l_m}{G_m}; & \frac{V_n^2}{g_n L_n} &= \frac{V_m^2}{g_m L_m}; & Fr_n &= Fr_m; \\ \frac{l_n}{T_n} &= \frac{l_m}{T_m}; & \frac{\rho_n V_n L_n}{\mu_n} &= \frac{\rho_m V_m L_m}{\mu_m}; & Re_n &= Re_m; \\ \frac{l_n}{P_n} &= \frac{l_m}{P_m}; & \frac{\rho_n V_n^2}{p_n} &= \frac{\rho_m V_m^2}{p_m}; & Eu_n &= Eu_m, \end{aligned}$$

где $Fr = \frac{V^2}{g L}$ - критерий Фруда - отношение сил инерции к силам

тяжести; $Re = \frac{V L}{\nu}$ - критерий Рейнольдса - отношение сил инерции к

силам трения; $Eu = \frac{\rho V^2}{p}$ - критерий Эйлера - отношение сил инерции к силам давления.

Так как одновременное выполнение приведенных условий практически трудно осуществить, то при моделировании ограничиваются подобием лишь наиболее важных для потока сил.

Если доминирующими являются силы тяжести (движение воды через гидротехнические сооружения), то добиваются равенства чисел Фруда натуре и модели ($Fr_n = Fr_m$). При этом минимальный геометрический масштаб модели

$$\delta_{l \min} = \left(\frac{Re_n}{Re_{кв}} \right)^{2/3} = \left(\frac{q_n}{Re_{кв} v_n} \right)^{2/3},$$

где Re_n - число Рейнольдса в натуре; $Re_{кв}$ — минимальное число Рейнольдса на модели, при котором течение происходит в квадратичной области сопротивлений (для водосливов $Re_{кв} = 5\ 000 \div 10\ 000$); q_n — удельный расход.

Если главными являются силы трения (например, в напорных потоках), то добиваются равенства лишь чисел Рейнольдса натуре и модели ($Re_n = Re_m$). Минимальный геометрический масштаб модели в этом случае

$$\delta_{l \min} = \left(\frac{V_n \sqrt{\lambda} \Delta_m}{14 \nu_m} \right)^2,$$

где V_n - средняя скорость течения в натуре; Δ_m - шероховатость стенок русла на модели; ν_m — кинематическая вязкость жидкости на модели; $\lambda = \lambda_n = \lambda_m$ - коэффициент сопротивления трения.

Соотношения коэффициентов подобия при различных законах моделирования приведены в табл. 1.

Таблица 1

Коэффициенты подобия	Моделирование по критерию	
	Fr	Re
Длины $\delta_l = L_n/L_m$	δ_l	δ_l
Времени $\delta_t = t_n/t_m$	$\sqrt{\delta_l}$	δ_l^2/δ_v
Скорости $\delta_v = V_n/V_m$	$\sqrt{\delta_l}$	δ_v/δ_l
Расходы $\delta_Q = Q_n/Q_m$	$\delta_l^{5/2}$	$\delta_v \cdot \delta_l$
Кинематическая вязкость $\delta_\nu = \nu_n/\nu_m$	-	δ_ν
Силы $\delta_F = F_n/F_m$	$\delta_\rho \cdot \delta_l^3$	$\delta_\rho \cdot \delta_v^2$
Плотности $\delta_\rho = \rho_n/\rho_m$	δ_ρ	δ_ρ
Потерь напора, перепада пьезометрических уровней $\delta_h = h_{wn}/h_{wm}$	δ_l	δ_v^2/δ_l^2

3.2. Задания для контрольной работы

При выполнении контрольных задач, необходимо исходные данные принимать по вариантам с учетом последней цифры номера зачетной книжки студента N_n , которая подставляется в формулы, определяющие исходные данные в условиях заданий.

Задача 1. Пропускная способность водозаборного сооружения (рис. 1.1), работающего по схеме водослива, исследуется на модели, выполненной в масштабе $1 : (10 \cdot N_n)$ от натуре (где N_n – последняя цифра номера зачетной книжки студента).

Определить: 1) расход воды в натуре, при котором соблюдается гравитационное подобие, если расход воды на модели $(16 + N_n)$ л/с; 2) перепад Δz уровней верхнего и нижнего бьефов в натуре, если на модели он составляет 34,3 мм.

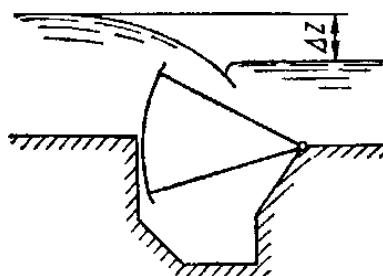


Рис. 1.1.

Задача 2. Определить минимальную глубину и расход воды на модели бетонного канала, если расход воды в натуре $(250 + 20 \cdot N_n) \text{ м}^3/\text{с}$, скорость течения $(1,0 + 0,02 \cdot N_n) \text{ м/с}$, глубина канала $(5 + 0,2 \cdot N_n) \text{ м}$, высота выступов шероховатости на модели $\Delta = 0,1 \text{ см}$; коэффициент сопротивления $\lambda = 0,012$, кинематическая вязкость воды $\nu = 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$.

Задача 3. Модель моста через реку, выполненная в масштабе 1:60 от природы, испытывается в лаборатории.

Определить: 1) расход воды на модели, если в натуре он составляет $(550+20*N_{п})\text{м}^3/\text{с}$, а отверстие моста равно $(110+N_{п})\text{м}$; 2) подпор воды перед мостом в натуре, если на модели он составляет $(10+N_{п})\text{мм}$.

Задача 4. Модель расходомера Вентури, предназначенного для измерения расхода керосина ($\nu_n = 0,027\text{см}^2/\text{с}$), испытывается на воде ($\nu_m = 0,01\text{см}^2/\text{с}$). Определить расход воды Q_m на модели для соблюдения подобия, если расход керосина в натуре $Q_n = (30+ N_{п})\text{л/с}$, диаметры расходомера в натуре $D_n = 200\text{ мм}$, $d_n = 100\text{ мм}$ (рис. 4.1.), геометрический масштаб модели $\delta_l = 2,0+0,1*N_{п}$.

Какой будет разность пьезометрических высот h_n в натурном расходомере, если на модели $h_m = (0,5 + 0,1*N_{п})\text{м}$?

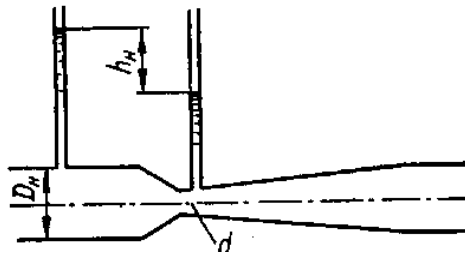


Рис.4.1.

Задача 5. Участок водопроводной трубы с рядом местных сопротивлений перед установкой испытывается на воздухе ($\rho_m = 1,3\text{ кг/м}^3$; $\nu_m = 0,15\text{ см}^2/\text{с}$) в лаборатории. Определить скорость продувки, при которой будет сохраняться вязкостное подобие, если скорость движения воды ($\rho_n = 1000\text{кг/м}^3$; $\nu_m = 0,01\text{см}^2/\text{с}$) в трубе будет равной $V_n = (1,5+0,1* N_{п})\text{ м/с}$. Какой будет потеря давления в натуре, если при движении воздуха она составляет $\Delta p_m = 6\text{ кПа}$ ($0,0612\text{ кгс/см}^2$)?

Задача 6. Вода протекает по трубе диаметром 25 мм со скоростью $(50+N_{п})\text{см/с}$. Определить скорость движения воздуха в трубе диаметром 100 мм из условия, что оба потока гидродинамически подобны. Температура воды 20°C (кинематическая вязкость $\nu = 0,01\text{ см}^2/\text{с}$), температура воздуха 50°C (кинематическая вязкость $\nu = 0,178\text{ см}^2/\text{с}$).

Задача 7. Вода с температурой 20°C (Вода с температурой 20°C ($\nu_n = 0,01\text{ см}^2/\text{с}$) протекает по трубе диаметром 250 мм со скоростью $(1+0,1* N_{п})\text{м/с}$. Определить диаметр трубы модели исходя из условия вязкостного подобия, если скорость течения жидкости на модели не превосходит 5 м/с, а в качестве рабочей жидкости на модели используется: а) вода с температурой 60°C ($\nu_m = 0,0048\text{ см}^2/\text{с}$); б) керосин с температурой 20°C ($\nu_m = 0,022\text{ см}^2/\text{с}$).

Задача 8. Какими будут потери напора на 1 км длины бетонного напорного водовода диаметром 500 мм при скорости течения воды $(1+0,1*N_{\text{п}})$ м/с, если потери напора на его воздушной модели при скорости движения воздуха 30 м/с составили 1 м? Кинематическая вязкость воды равна $1,14 \cdot 10^{-6}$ м²/с, воздуха - $15,1 \cdot 10^{-6}$ м²/с.

Задача 9. Протекание нефти ($v_{\text{н}} = 25 \cdot 10^{-6}$ м²/с) по стальному трубопроводу диаметром 500 мм исследуется на его воздушной модели. Определить скорость движения воздуха ($v_{\text{в}} = 15 \cdot 10^{-6}$ м²/с) на модели, если ее диаметр равен 50 мм, а скорость течения нефти в натуре составляет $(1+0,1*N_{\text{п}})$ м/с.

Задача 10. Найти минимально допустимый размер отверстия модели безнапорной дорожной водопропускной прямоугольной трубы, если в натуре данный размер равен $(4+0,1*N_{\text{п}})$ м; напор перед трубой – $(2+0,1*N_{\text{п}})$ м, пропускаемый расход $(10+0,1*N_{\text{п}})$ м³/с.

Задача 11. Модель водозаборного сооружения (рис. 11.1) с сегментным затвором, выполненная в масштабе 1 : 20 от натуре, испытывается на воде. Определить: расход воды в натуре, если на модели он равен $(10+N_{\text{п}})$ л/с; перепад уровней $\Delta z_{\text{н}}$ в натуре, если на модели он составляет $(5+0,1*N_{\text{п}})$ см.

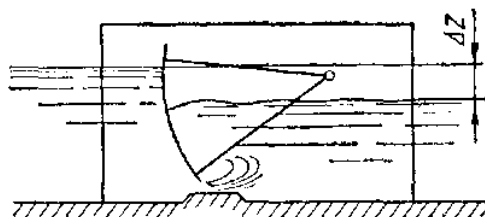


Рис. 11.1.

Задача 12. Определить минимально допустимый масштаб модели водосливной плотины (рис. 12.1), если водосливное отверстие равно $(50+N_{\text{п}})$ м, расход воды — $(200+10*N_{\text{п}})$ м³/с, напор воды перед плотиной 1,7 м, кинематическая вязкость воды 10^{-6} м²/с. Найти также расход воды и напор перед плотиной на модели.

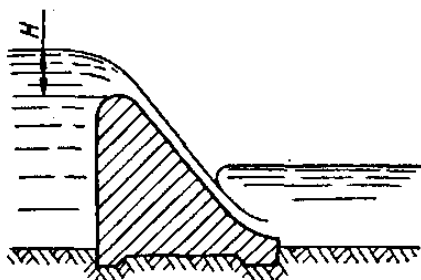


Рис. 12.1.

Задача 13. Расход воды через модель трубчатого регулятора ($d_m = 150$ мм) при перепаде уровней верхнего и нижнего бьефов $\Delta z_m = (10 + N_{\text{п}})$ см равен $Q_m = (18 + 0,1 * N_{\text{п}})$ л/с (рис. 13.1) Найти расход и перепад уровней воды в натуре, если диаметр сооружения $d_n = (1,0 + 0,1 * N_{\text{п}})$ м.

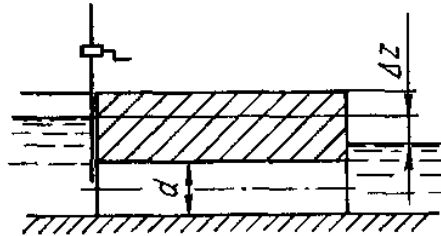


Рис. 13.1.

Задача 14. Найти минимальный масштаб модели малого моста (рис. 14.1) с отверстием $b_n = (20 + N_{\text{п}})$ м, который при напоре $H_n = (1,5 + 0,1 * N_{\text{п}})$ м пропускает расход $Q_n = (50 + N_{\text{п}})$ м³/с. Определить также геометрические размеры модели и расход воды на модели.



Рис. 14.1.

Задача 15. Найти отношение вязкостей жидкости природы и модели при одновременном соблюдении гравитационного и вязкостного подобия потоков, если геометрический масштаб моделирования равен $(100 + 10 * N_{\text{п}})$.

На зачет студент представляет: Решение контрольных заданий по варианту, согласно последней цифре зачетной книжки.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	стр.
Раздел 1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	3
1.1. Цели и задачи дисциплины.....	3
1.2. Библиографический список.....	6
1.3. Распределение учебного времени по модулям (разделам) и темам дисциплины, часы.....	7
Раздел 2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНЫХ МОДУЛЕЙ ДИСЦИПЛИНЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИХ ИЗУЧЕНИЮ.....	8
2.1. Модуль 1 Введение. Задачи и методы исследования мелиоративных и водохозяйственных систем.	8
2.1.1. Содержание модуля.....	8
2.1.2. Методические указания по его изучению.....	8
2.1.3. Вопросы для самоконтроля.....	8
2.1.4. Задания для самостоятельной работы.....	8
2.2. Модуль 2 Лабораторные исследования. Основы теории подобия.....	8
2.2.1. Содержание модуля.....	8
2.2.2. Методические указания по его изучению.....	8
2.2.3. Вопросы для самоконтроля.....	8
2.2.4. Задания для самостоятельной работы.....	9
2.3. Модуль 3 Лабораторные исследования. Моделирование работы сооружений.....	9
2.3.1. Содержание модуля.....	9
2.3.2. Методические указания по его изучению.....	9
2.3.3. Вопросы для самоконтроля.....	9
2.3.4. Задания для самостоятельной работы.....	9
2.4. Модуль 4 Натурные исследования мелиоративных и водохозяйственных систем.....	10
2.4.1. Содержание модуля.....	10
2.4.2. Методические указания по его изучению.....	10
2.4.3. Вопросы для самоконтроля.....	10
2.4.4. Задания для самостоятельной работы.....	10
Раздел 3. ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ЕЕ ВЫПОЛНЕНИЮ.....	11
3.1. Методические указания по выполнению контрольной работы.....	11
3.2. Задания для контрольной работы.....	14
Оглавление.....	19