

**РП СФОРМИРОВАНА,  
СОГЛАСОВАНА  
И УТВЕРЖДЕНА В ЭИОС**

УТВЕРЖДАЮ /А.И. Толстухин/  
(Ф.И.О. декана (директора института))

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

(код и наименование дисциплины по учебному плану)

## 20.04.02 Природообустройство и водопользование

Магистр

# Обустройство акваторий гидротехнических сооружений

Курс	1
Семестр	2

Трудоемкость по учебному плану	288 / 8	часов/зачетных единиц
Лекции	48	часов
Лабораторные работы	-	часов
Практические занятия	64	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	112	часов
Контактная работа по экзамену	6	часов
Курсовой проект (работа)	2	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	140	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	30	часов
Экзамен	2	семестр
Зачет	-	семестр
БРК, ДЗ	-	семестр

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 20.04.02 Природообустройство и водопользование

Программу составили:

профессор	СКиВС	СОГЛАСОВАНО	А.Г. Поздеев
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина  
Кафедра строительных конструкций и водоснабжения

(наименование кафедры)		
29.01.2024	протокол №	6
(дата)		

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	В.М. Поздеев
		(И.О. Фамилия)

Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом (институтом), выпускающей(ими) кафедрой(ами).

СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	В.М. Поздеев
		(И.О. Фамилия)

Председатель методической комиссии факультета (института), в который входит выпускающая кафедра

СОГЛАСОВАНО	Ю.А. Кузнецова
	(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Расторгуева Елена Николаевна, директор ФГБУ "Управление "Мармелиоводхоз"

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 12.03.2024 г.

Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /Т.А. Смирнова/

## Раздел 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение планируемых результатов обучения, соответствующих установленным в ОПОП индикаторам достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
1. ПК-1 Способен к проведению исследований работы природно-техногенных систем для совершенствования технологий с целью повышения эффективности их работы и обеспечения выполнения требований экологической безопасности	ИД-1.1 (ПК) Знания и владение методами исследований систем.	<b>знания:</b> особенностей функционирования систем в зависимости от структуры, строения и цели, принципов оценки безопасности при эффективных системах природно-техногенного характера <b>умения:</b> <b>навыки:</b> применения способов определения параметров природно-техногенных систем, владения методами вычисления экстремальных характеристик экологических систем
	ИД-1.2 (ПК) Умение использовать методы проведения исследований для совершенствования технологий с целью повышения эффективности работы природно-техногенных систем и обеспечения выполнения требований экологической безопасности.	<b>знания:</b> <b>умения:</b> использовать системный анализ для совершенствования технологий природопользования, составлять методики и алгоритмы расчета эффективности систем с учетом экологичности <b>навыки:</b>
2. ПК-2 Способен к руководству процессами проектирования и строительства объектов природно-техногенных систем, обеспечению контроля их выполнения,	ИД-2.1 (ПК) Знание и владение методами управления процессами проектирования и строительства, соблюдения требований экологической безопасности, управления рисками.	<b>знания:</b> особенностей проектирования систем комплексного обустройства акваторий ГТС, методов расчета, проектирования, строительства объектов регулирования волновых воздействий на конструкции и сооружения <b>умения:</b> <b>навыки:</b> определения параметров состояния акваторий в зависимости от ветро- волновых воздействий, определения реакции конструкций на внешние воздействия, производить расчеты колебаний систем с различными степенями свободы и дискретизацию с различным числом степеней свободы

управлению рисками, соблюдению требований экологической безопасности, осуществлять на основе системного подхода критический анализ проблемных ситуаций при взаимодействии человека и природы	ИД-2.2 (ПК) Умение использовать методы управления процессами для руководства процессами проектирования и строительства объектов природно-техногенных систем, обеспечения контроля их выполнения и соблюдения требований экологической безопасности	<b>знания:</b> <b>умения:</b> использовать принципы и методы теории вероятностей и математической статистики для решения задач оценки обстановки на акваториях ГТС, рассчитывать параметры сооружений на акваториях гидроузлов с учетом дифракционных явлений для повышения экологичности решений <b>навыки:</b>
--	--	--

## Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений ОПОП.

Дисциплина является обязательной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих дисциплин: Мелиорация водных объектов водохозяйственных комплексов (ПК-1), Технологическое предпринимательство (ПК-2), Математическое моделирование процессов в компонентах природы (ПК-2)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Мониторинг и прогнозирование состояния гидротехнических сооружений (ПК-1), Проектирование и эксплуатация средств инженерно-экологической защиты гидротехнических сооружений (ПК-1), Разработка технологий рыбопропуска и рыбозащиты на гидроузлах (ПК-1), Экологическое и рыбоводное обустройство водохранилищ (ПК-1), Динамические средства освоения акваторий гидротехнических сооружений (ПК-1), Системный анализ объектов природообустройства и водопользования (ПК-2), Инновационные технологии проектирования, строительства и реконструкции объектов природообустройства и водопользования (ПК-2), Мониторинг и прогнозирование состояния гидротехнических сооружений (ПК-2), Проектирование и эксплуатация средств инженерно-экологической защиты гидротехнических сооружений (ПК-2), Разработка технологий рыбопропуска и рыбозащиты на гидроузлах (ПК-2), Экологическое и рыбоводное обустройство водохранилищ (ПК-2), Динамические средства освоения акваторий гидротехнических сооружений (ПК-2), Инвестиционные проекты по освоению акваторий гидротехнических сооружений (ПК-2), Проектная деятельность в природообустройстве (ПК-2); практиках: Учебная практика. Технологическая (проектно-технологическая) практика (рассредоточенная) (ПК-1), Преддипломная практика (ПК-1), Учебная практика. Технологическая (проектно-технологическая) практика (рассредоточенная) (ПК-2), Преддипломная практика (ПК-2), Производственная практика. Технологическая (проектно-технологическая) практика (ПК-2); государственной итоговой аттестации в форме: Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-1), Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-2)

### Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций используются методологические технологии, реализующие деятельностный, личностно-ориентированный, практико-ориентированный подходы.

Основными стратегическими технологиями являются: лекционные занятия, практические и лабораторные занятия, процедуры самообучения

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: задания, информационные, классическая лекция, проблемная лекция

### Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 2 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>Информационно-технологические методы расчета объектов на акваториях ГЭС при волновом воздействии</b>	<b>106</b>	ПК-1, ПК-2
Лекция. Лекция визуализация (ЛВ). Особенности проектирования сооружений комплексного обустройства акваторий гидротехнических сооружений. Состояние акваторий гидротехнических сооружений. Волновые нагрузки на гидротехнические сооружения.	6	
Лекция. Лекция визуализация (ЛВ). Основы вероятностных процессов. Функции вероятности 2-го порядка. TV-размерные функции плотности вероятности. Автокоррелирующая функция и функция спектральной плотности. Автокорреляция. Соотношения между автокорреляцией и спектральной плотностью.	6	
Лекция. Лекция визуализация (ЛВ). Волны и состояния акваторий гидротехнических сооружений. Поверхностные волны.	6	
Лекция. Лекция визуализация (ЛВ). Силовые воздействия на тонкие элементы. Динамические силы. Волновые воздействия на стационарные тонкие преграды. Волновое воздействие на подвижные преграды.	5	
Лекция. Лекция визуализация (ЛВ). Дифракционные явления. Теория волн. Воздействие волн на одиночную колонну. Группы цилиндров.	5	
Практическое занятие. Аудиторно-практическое занятие классическое (АПРК). Волновые нагрузки на гидротехнические сооружения. Расчетные методы.	7	
Практическое занятие. Аудиторно-практическое занятие классическое (АПРК). Узко- и широкополосные процессы. Анализ пересечений. Распределение максимумов. Максимумы процесса общего вида. Широкополосный случай. Анализ максимумов. Распределение Вейбулла.	7	
Практическое занятие. Аудиторно-практическое занятие классическое (АПРК). Статистический анализ данных волновых измерений. Методы прогнозирования волнения.	7	
Практическое занятие. Аудиторно-практическое занятие классическое (АПРК). Волновое воздействие на подвижные преграды. Определение инерционных коэффициентов.	7	

Воздействие землетрясений.		
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР, курсового проекта/работы		
Работа с конспектом лекций, выполнение проверочных тестирований на электронном курсе по основным темам раздела, работа с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами.	50	
выполнение курсового проекта/работы	20	
<b>Информационно-технологические методы расчета объектов на акваториях ГЭС при воздействии ветра, течения, плавающих объектов</b>	<b>76</b>	ПК-1, ПК-2
Лекция. Лекция визуализация (ЛВ). Воздействие на конструкцию течения и ветра. Течения. Элементы большого диаметра. Узкие элементы.	5	
Лекция. Лекция визуализация (ЛВ). Колебание системы с одной степенью свободы. Вынужденные затухающие колебания системы. Использование комплексных переменных.	5	
Лекция. Лекция визуализация (ЛВ). Дискретизация систем с бесконечным числом степеней свободы. Формулировка характеристик стержневого элемента.	5	
Лекция. Лекция визуализация (ЛВ). Реакция конструкций на внешние воздействия. Отдельно стоящая колонна. Многоопорные гравитационные сооружения. Ферменные сооружения.	5	
Практическое занятие. Аудиторно-практическое занятие классическое (АПРК). Погруженные тела. Численные решения. Влияние податливости колонны.	7	
Практическое занятие. Аудиторно-практическое занятие классическое (АПРК). Размыв. Характеристики ветра. Ветровые нагрузки.	7	
Практическое занятие. Аудиторно-практическое занятие классическое (АПРК). Спектральная плотность сил и перемещений. Приближенные решения. Приложение решений к системам с одной степенью свободы.	7	
Практическое занятие. Аудиторно-практическое занятие классическое (АПРК). Плоские элементы. Отклик системы.	7	
Практическое занятие. Аудиторно-практическое занятие классическое (АПРК). Ферменные сооружения. Расчет усталостной прочности. Взаимодействие сооружения с грунтовым основанием.	8	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР, курсового проекта/работы		
Работа с конспектом лекций, выполнение проверочных тестирований на электронном курсе по основным темам раздела, работа с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами.	20	
выполнение курсового проекта/работы	50	
Иная контактная работа: выполнение контрольной работы, защита курсового проекта/работы, консультации	0	
Подготовка к экзамену	30	

Проведение экзамена	6
---------------------	---

## Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой, ее структурой и содержанием разделов. Учебный материал структурирован, изучение дисциплины осуществляется в тематической последовательности.

**Занятия лекционного типа** дают систематизированные знания по дисциплине, концентрируют внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть проблемы, явления или процесса; зафиксировать выводы и практические рекомендации.

Подготовка к **занятиям семинарского типа** включает ознакомление с планом практического занятия; работу с конспектом лекций, выполнение домашнего задания, работу с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины.

Содержание **самостоятельной работы** определяется рабочей программой дисциплины, оценочными и методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Эффективным средством осуществления самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к образовательной программе, рабочей программе дисциплины, к электронным библиотечным системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

Изучение дисциплины включает выполнение курсовой работы, контрольных (тестовых) работ на электронном курсе.

Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе. Условия аттестации приведены в технологической карте, входящей в состав рабочей программы дисциплины. Формой промежуточной аттестации по дисциплине является экзамен, по курсовой работе -

## Раздел 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Учебно-методическое обеспечение

№№ п/п	Список используемой литературы	Количество экземпляров печатных изданий, имеющих в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет
<b>УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ</b>		
1.	Аникеев, Анатолий Анатольевич. Основы вычислительного теплообмена и гидродинамики [Текст] / А. А. Аникеев, А. М. Молчанов, Д. С. Янышев. М.: Либроком, 2010. - 149 с. ISBN 978-5-397-01078-8. Экземпляры: всего 10.	10
2.	Поздеев, Анатолий Геннадиевич. Гидродинамические средства обустройства акваторий [Текст] : монография / А. Г. Поздеев, Ю. А. Кузнецова; М-во образования и науки Рос. Федерации, ФГБОУ ВПО "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2014. - 164 с. ISBN 978-5-8150-0150-0	1 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Pozdeev_gidrodinamicheskie_sredstva_obustroistva_akvatorii_2014.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Pozdeev_gidrodinamicheskie_sredstva_obustroistva_akvatorii_2014.pdf</a>

	1387-8. Экземпляры: всего 1.	
3.	Кузнецова, Юлия Анатольевна. Средства инженерно-экологической защиты нижних бьефов гидроузлов [Текст] : монография / Ю. А. Кузнецова; М-во образования и науки Рос. Федерации, ФГБОУ ВПО "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2014. - 259 с. ISBN 978-5-8158-1438-7. Экземпляры: всего 1.	1 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Kuznecova_sredstva_in_zhenerno_ekologicheskoi_zashiti_2014.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Kuznecova_sredstva_in_zhenerno_ekologicheskoi_zashiti_2014.pdf</a>
4.	Дьяконов, Владимир Павлович. VisSim + MathCad + MATLAB. Визуальное математическое моделирование [Текст] : [практ. руководство] / В. П. Дьяконов. М.: СОЛОН-Пресс, 2011. - 383 с. ISBN 5-98003-130-8. Экземпляры: всего 15.	15
5.	Поршнев, Сергей Владимирович. Компьютерное моделирование физических систем с использованием пакета MathCAD [Текст] : [учеб. пособие для студентов пед. вузов по специальности "Информатика"] / С. В. Поршнев. 2-е изд., доп. М.: Горячая линия - Телеком, 2011. - 317, [2] с. ISBN 978-5-9912-0119-3. Экземпляры: всего 11.	11
ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ		
1.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
2.	Научная электронная библиотека «Киберленинка»	<a href="http://cyberleninka.ru">http://cyberleninka.ru</a>
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ		
1.	Профессиональные справочные системы Техэксперт	<a href="http://www.cntd.ru">http://www.cntd.ru</a>

## 6.2. Материально-техническая база и программное обеспечение

№№ п/п	Аудитории для проведения учебных занятий, самостоятельной работы и проведения государственной итоговой аттестации	Перечень основного оборудования	Программное обеспечение
1.	212 (III)	МФУ Canon i-Sensys MF 4410 (1), Персональный компьютер 3 Safe RAY S333 (12), ПК ICL RAY S902.1, клавиат.,мышь,патч корд 3м,монитор ViewSonic 21,5" VA2248-LED (1), Комплект учебной мебели (1)	Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач, Mathcad University Classroom Perpetual - 40
2.	250 (III)	Стенд информационный 1700*1300*90 Кафедра водных ресурсов (1), Комплект учебной мебели (1)	Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач, Mathcad University

## Раздел 7. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ/ ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Критерии оценивания индикаторов достижения компетенций направлены на:

- усвоение теоретического материала (объем знаний, глубина усвоения), предусмотренного рабочей программой;
- умение излагать материал (четкость, грамотность изложения материала, точность и полнота воспроизведения учебного материала);
- умение применять теоретические знания при решении практических заданий.

Шкала оценивания представлена ниже.

Уровень сформированности элементов компетенции	Критерии оценивания	Шкала оценивания
Пороговый уровень	Обучающийся имеет знания основного материала, проявляет умение логично его излагать, но может допускать неточности в изложении материала, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в выполнении практических заданий.	удовлетворительно
Продвинутый уровень	Обучающийся твердо знает программный материал, излагает его грамотно и по существу, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения	хорошо
Высокий уровень	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, грамотно и логически стройно его излагает, дает исчерпывающие ответы на поставленные вопросы. В ответе тесно увязывается теория с практикой, при этом обучающийся не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, показывает знакомство с монографической литературой, периодическими изданиями, правильно обосновывает принятые решения, свободно владеет разносторонними навыками, приемами выполнения практических работ	отлично

### 7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля) и производится с применением технологии рейтингового контроля в соответствии с технологической картой дисциплины. Порядок составления технологической карты и алгоритм проведения процедуры оценивания видов деятельности обучающихся, направленных на освоение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, по накопительной системе в баллах устанавливается положением о системе РИТМ в ФГБОУ ВО «ПГТУ»

### 7.2. Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся направлена на оценивание результатов обучения

по дисциплине (модулю) и проводится с использованием фондов оценочных средств.

Примеры типовых контрольных заданий из базы фонда оценочных средств по образовательной программе.

### **1. Особенности проектирования сооружений комплексного обустройства акваторий гидротехнических сооружений (ГТС)**

- 1.1. Перечислите особенности проектирования сооружений комплексного обустройства акваторий гидротехнических сооружений.
- 1.2. Дайте характеристику методов прогнозирования состояния акваторий гидротехнических сооружений.
- 1.3. Как определяются волновые воздействия на сооружения?
- 1.4. Опишите технологические схемы для сбора загрязнений с поверхности акваторий.
- 1.5. Опишите методику определения нагрузок, действующих на погруженные в поток профили.

### **2. Основы вероятностных процессов**

- 2.1. Изложите методику аппроксимации случайных процессов кривой вероятности Гаусса.
- 2.2. Как вычисляется средняя величина, средняя величина квадрата, дисперсия и среднее квадратичное отклонение случайного процесса?
- 2.3. Как рассчитать функцию плотности вероятности, дисперсию и среднеквадратичную ошибку детерминированного процесса?
- 2.4. Дайте описание способа вычисления автокорреляции и взаимной корреляции двух функций.
- 2.5. Как вычисляется функции вероятности 2-го порядка?
- 2.6. Каким образом определяются TV-размерные функции плотности вероятности?
- 2.7. Дайте определения автокоррелирующей функцией и функцией спектральной плотности.
- 2.8. Определите соотношения между автокорреляцией и спектральной плотностью.
- 2.9. Дайте характеристику узко- и широкополосных процессов.
- 2.10. Охарактеризуйте способ исследования функции автокорреляции и вычисления математического ожидания узкополосного случайного процесса.
- 2.11. Как определяется функция широкополосного процесса спектральной плотности поверхности моря при полностью развитом волнении?
- 2.12. Как вычисляется эффективная высота волны, ее средний период и пересечения нулевой линии?
- 2.13. Перечислите этапы анализа пересечений распределения гауссовых и узкополосных случайных процессов.
- 2.14. Как вычисляется распределение максимумов гауссовых и узкополосных случайных величин?
- 2.15. Как определяются распределения максимумов случайных процессов общего вида?
- 2.16. Каким параметром характеризуется относительная спектральная ширина системы случайных процессов?
- 2.17. Запишите зависимость для двухпараметрического распределения Вейбулла.

### **3. Волны и состояния акваторий гидротехнических сооружений**

- 3.1. Какие математические методы используются для описания поверхностных волн?
- 3.2. Как вычисляются потенциал скорости и функция тока установившегося плоскопараллельного потока несжимаемой жидкости?
- 3.3. Дайте формулу для вычисления средней энергии волны Эри.
- 3.4. Опишите алгоритм статистического анализа данных волновых измерений.
- 3.3. Приведите зависимость скорости распространения волны от ее длины и частоты.
- 3.5. Опишите методы прогнозирования волнения.
- 3.6. Дайте характеристику теоретических решений для периодических волн, наиболее соответствующих динамическим

условиям на свободной поверхности.

3.7. Как строятся волновые профили и вычисляются максимальные скорости и ускорения частиц жидкости по линейной теории и теории Стокса 5-го порядка?

3.8. Как вычисляются функции плотности вероятности ветровых волн?

3.9. Укажите способы вычисления высоты волн, скорости частиц и спектральной плотности на основе потенциала скорости линейных волн.

3.10. Какие статистические параметры используются для анализа волновых записей?

3.11. Охарактеризуйте роль нормальных и касательных напряжений в образовании волн.

3.12. Укажите способ построения диаграммы распределения параметров ветровых волн по розе ветров?

3.13. Приведите формулы волнового спектра Пирсона—Московица.

3.14. Дайте характеристику формулы спектра типа ДЖОНСВЭП.

3.15. Как глубина воды влияет на образование волн?

#### **4. Силовые воздействия на тонкие элементы**

4.1. Составьте схему нагрузок, действующих на прибрежную конструкцию.

4.2. Как оценивается воздействие волн на колонну бетонного гравитационного сооружения с заданным поперечным сечением?

4.3. Как оценить воздействие двумерных линейных волн (волн Эри) заданной частоты на гибкую колонну кругового поперечного сечения?

4.4. Как производится определение инерционных коэффициентов суммарной силы волнения, действующего на преграду?

4.5. Как вычисляются динамические силы при срыве вихрей с элементов конструкции при воздействии волн?

4.6. Укажите способы оценки воздействия волн на горизонтальный и вертикальный элементы?

4.7. В чем состоят особенности волнового воздействия на стационарные тонкие преграды?

4.8. Опишите специфику волнового воздействия на подвижные преграды.

4.9. Каков характер линий тока вокруг колеблющегося цилиндра?

4.10. Изобразите схему взаимодействия элементов сооружений при действии волнения.

4.11. Какие формулы определяют присоединенные массы окружности и эллипса?

4.12. Приведите зависимость скоростного коэффициента кругового цилиндра в функции числа Рейнольдса.

4.13. В чем состоят особенности расчета наклонных элементов?

4.14. Как вычисляется число Струхала для вихрей, срывающихся с кругового цилиндра?

4.15. Как определяются инерционные коэффициенты при реакции тел на волнение?

4.16. Приведите линеаризованную формулу Морисона.

4.17. Как вихреобразование влияет на появление боковой силы, приложенной к элементу?

4.18. Опишите развитие вихревых следов в функции числа Кьюлегена—Карпентера.

4.19. Каково влияние высоты волны на отношение боковой и продольной силы?

4.20. Как рассчитывается изгиб податливой колонны под действием линейных волн?

#### **5. Дифракционные явления**

5.1. Как вычисляется коэффициент дифракции поверхностных волн?

5.2. Опишите волновую систему вокруг кругового цилиндра.

5.3. Сформулируйте граничные условия для решения задачи дифракции.

5.4. Какими методами рассчитывается воздействие волн на одиночную колонну?

- 5.5. В чем состоит отличие исходного и дифрагированного полей скоростей при волновом движении?
- 5.6. Опишите систему координат и граничные условия для расчета волнового воздействия на вертикальный круговой цилиндр.
- 5.7. Расскажите о спектральном представлении сил.
- 5.8. Как составляются графики спектральных плотностей суммарных усилий.
- 5.9. Приведите зависимость инерционной силы от радиуса цилиндра.
- 5.10. Как вычисляются значения эффективных инерционных коэффициентов?
- 5.11. Как проявляются влияние нелинейности и вязкости при расчете волнового действия на объекты?
- 5.12. Как определяются волновые силы, действующие на погруженные тела, в частности на вертикально ориентированные тела цилиндрической формы.
- 5.13. По каким зависимостям вычисляются горизонтальные силы, действующие соответственно на опорную колонну и на погруженное основание в направлении распространения волны?
- 5.14. Как вычисляются вертикальные силы, действующие на горизонтальную поверхность цилиндра?
- 5.15. Дайте характеристику зависимостей для расчета действия волн Стокса 5-го порядка на тела произвольных форм.
- 5.16. В каких случаях оценки динамического действия волн используются методы интегральных уравнений и функции Грина?
- 5.17. Расскажите о применении метода конечных элементов при решении задач течения жидкости и для решения задач рефракции и дифракции.
- 5.18. Расскажите о численном интегрировании при решении задачи дифракции гармонической волны, набегающей на отдельно стоящую вертикальную цилиндрическую колонну.
- 5.19. Оцените влияние податливости опорной колонны на излучение волн.
- 5.20. Каким образом взаимодействуют линейные волны с двумя вертикальными цилиндрами?
- 5.21. Приведите зависимость для сил, действующих на цилиндры, расположенные последовательно вдоль направления распространения волны.
- 5.22. Дайте определение сил, действующих на цилиндры, расположенные под углом  $60^\circ$  к направлению распространения волны.
- 5.23. Какие математические методы используются для оценки взаимодействия между двумя цилиндрами?
- 5.24. Какие функции Бесселя, полученные на основе уравнения Гельмгольца, используются при анализе волновых процессов?

## **6. Воздействие на конструкцию течения и ветра**

- 6.1. Как вычисляется скоростная составляющая нагрузки на круглую сваю, заделанную в дно реки при постоянной скорости течения?
- 6.2. Приведите схему взаимодействия элементов при различных числах Рейнольдса.
- 6.3. Расскажите об особенностях вертикальной структуры чисто дрейфового течения.
- 6.4. Приведите схему стоячих волн, образованных неподвижным круговым цилиндром в равномерном потоке.
- 6.5. Поясните причины вихревых срывов при обтекании цилиндров.
- 6.6. Как определяется усилие волнообразования, действующее на вертикальный цилиндр?
- 6.7. Как определяется амплитудный коэффициент волнения на течении?
- 6.8. Какие изменения претерпевает волновая система в условиях течения?
- 6.9. Приведите схему взаимодействия течения и дифрагированных волн.
- 6.10. Каково влияние течения на высоту отраженных волн?
- 6.11. Каким образом обрастание поверхности конструкции водными организмами влияет на характер ее обтекания?

- 6.12. Опишите изменение скоростного коэффициента сопротивления в зависимости от числа Рейнольдса.
- 6.13. Как вычисляется величина числа Струхала в зависимости от числа Рейнольдса для гладкого неподвижного кругового цилиндра?
- 6.14. Опишите механизм размыва грунтового основания вблизи стоящего на дне водоема сооружения.
- 6.15. Дайте оценку влияния пульсирующей составляющей скорости ветра на колебания гибких элементов конструкций.
- 6.16. Изобразите кривую универсального спектра горизонтальной пульсации скорости (порывов) ветра.
- 6.17. Как определяется ветровая нагрузка на цилиндрические элементы малого диаметра, плоские поверхности, плоские элементы с кромкой, обращенной в сторону ветра, и опорные колонны.
- 6.18. Как определяется форма изгиба опорной колонны платформы гравитационного типа?
- 6.19. Как рассчитывается ударная нагрузка в канате, соединяющем плавучие объекты при введении в лежень накопителя упругой энергии?
- 6.20. Приведите расчетную схему плавучего объекта с канатными опорами.
- 6.21. Укажите особенности статических уравнений равновесия при наличии плоскостей симметрии.
- 6.22. В чем состоят особенности расчета системы невзаимодействующих объектов?
- 6.23. Дайте характеристику уравнений динамики плавучих объектов с канатными опорами.
- 6.24. В чем состоят особенности уравнений динамики плавучих объектов для частных видов колебаний?

#### **7. Колебание системы с одной степенью свободы**

- 7.1. Дайте определение вынужденных затухающих колебаний системы.
- 7.2. Приведите решение уравнения гармонических свободных колебаний системы пружина — масса.
- 7.3. Как определяются вибрационные усилия, действующие на колебательную систему?
- 7.4. Какими уравнениями определяется колебательная система с демпфированием?
- 7.5. Дайте векторное представление демпфирующих усилий.
- 7.6. Приведите зависимость коэффициента динамичности и фазового угла от частоты колебаний.
- 7.7. Опишите использование комплексных переменных для анализа колебаний.
- 7.8. Охарактеризуйте использование сопряженного преобразования Фурье для анализа колебаний.
- 7.9. Как вычисляется спектральная плотность сил и перемещений.
- 7.10. Как производится приложение решений к системам с одной степенью свободы.

#### **8. Дискретизация систем с бесконечным числом степеней свободы**

- 8.1. Что такое матрицы жесткости и масс совокупности элементов?
- 8.2. Запишите уравнение динамического равновесия элемента.
- 8.3. Каковы матричные характеристики элемента?
- 8.4. Дайте формулировку характеристик стержневого элемента.
- 8.5. В чем состоят особенности расчета плоских элементов?
- 8.6. Как определяется отклик системы на внешние возмущения?

#### **9. Реакция конструкций на внешние воздействия**

- 9.1. Как определяется реакция отдельно стоящей колонны на внешние воздействия?
- 9.2. Какова реакция многоопорных гравитационных сооружений на внешние воздействия?
- 9.3. Как рассчитывается реакция ферменных сооружений на внешние воздействия?
- 9.4. Как производится расчет усталостной прочности сооружений на внешние воздействия?
- 9.5. Как осуществляется взаимодействие сооружения с грунтовым основанием?

### ***Расчетные задания:***

1. Вычисление статистических характеристик волновых процессов на акваториях водохранилищ гидротехнических сооружений в MathCad;
2. Оценка волнового состояния акваторий гидротехнических сооружений в MathCad;
3. Расчет силового воздействия на тонкие элементы со стороны поверхностных волн водоема в MathCad;
4. Определение волновых нагрузок на неподвижные и колеблющиеся тела в MathCad;
5. Расчет нагрузок на конструкцию течения и ветра в MathCad;

### ***Тематика курсовых работ :***

- 1) Анализ условий транспортировки лесных грузов в камере наклонного транспортного судоподъемника на акватории ГТС
- 2) Разработка лесозадерживающей запани для защиты ГТС от древесного плавника
- 3) Разработка и совершенствование параметров технологических судов для обустройства водохранилищ
- 4) Разработка наплавного устройства для сбора древесного плавника в условиях Чебоксарского гидроузла
- 5) Разработка средств повышения экологической безопасности прокладки линейных сооружений через акватории водохранилищ
- 6) Разработка методики расчета наплавных сооружений на канатных опорах для условий водохранилищ

### **Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации**

1. Особенности проектирования сооружений комплексного обустройства акваторий гидротехнических сооружений.
2. Характеристика методов прогнозирования состояния акваторий гидротехнических сооружений.
3. Волновые воздействия на сооружения.
4. Технологические схемы для сбора загрязнений с поверхности акваторий.
5. Методика определения нагрузок, действующих на погруженные в поток профили.
6. Методика аппроксимации случайных процессов кривой вероятности Гаусса.
7. Средняя величина, средняя величина квадрата, дисперсия и среднее квадратичное отклонение случайного процесса.
8. Функция плотности вероятности, дисперсия и среднеквадратичная ошибка детерминированного процесса.
9. Автокорреляция и взаимная корреляция двух функций.
10. Функции вероятности 2-го порядка.
11. TV-размерные функции плотности вероятности.
12. Автокоррелирующая функция и функция спектральной плотности.
13. Соотношения между автокорреляцией и спектральной плотностью.
14. Узко- и широкополосные процессы.
15. Функция автокорреляции и математическое ожидание узкополосного случайного процесса.
16. Функция широкополосного процесса спектральной плотности поверхности водоема при полностью развитом волнении.

17. Эффективная высота волны, ее средний период и пересечения нулевой линии.
18. Анализ пересечений распределения гауссовых и узкополосных случайных процессов.
19. Распределение максимумов гауссовых и узкополосных случайных величин.
20. Распределения максимумов случайных процессов общего вида.
21. Характеристика относительной спектральной ширины системы случайных процессов.
22. Зависимость для двухпараметрического распределения Вейбулла.
23. Методы описания поверхностных волн.
24. Потенциал скорости и функция тока установившегося плоскопараллельного потока несжимаемой жидкости.
25. Вычисление средней энергии волны Эри.
26. Статистический анализ данных волновых измерений.
27. Зависимость скорости распространения волны от ее длины и частоты.
28. Методы прогнозирования волнения.
29. Теоретические решения для периодических волн, наиболее соответствующих динамическим условиям на свободной поверхности.
30. Волновые профили и вычисляются максимальные скорости и ускорения частиц жидкости по линейной теории и теории Стокса 5-го порядка.
31. Функции плотности вероятности ветровых волн.
32. Способы вычисления высоты волн, скорости частиц и спектральной плотности на основе потенциала скорости линейных волн.
33. Статистические параметры, используемые для анализа волновых записей.
34. Нормальные и касательные напряжения при образовании волн.
35. Диаграммы распределения параметров ветровых волн по розе ветров.
36. Формулы волнового спектра Пирсона—Московица.
37. Формулы спектра типа ДЖОНСВЭП.
38. Влияние глубины воды на образование волн.
39. Схема нагрузок, действующих на прибрежную конструкцию.
40. Воздействие волн на колонну бетонного гравитационного сооружения с заданным поперечным сечением.
41. Воздействие двумерных линейных волн (волн Эри) заданной частоты на гибкую колонну кругового поперечного сечения.
42. Инерционные коэффициенты суммарной силы волнения, действующего на преграду.
43. Динамические силы при срыве вихрей с элементов конструкции при воздействии волн.
44. Воздействие волн на горизонтальный и вертикальный элементы.
45. Волновое воздействие на стационарные тонкие преграды.
46. Волновое воздействие на подвижные преграды.
47. Линии тока вокруг колеблющегося цилиндра.
48. Схема взаимодействия элементов сооружений при действии волнения.

49. Присоединенные массы окружности и эллипса.
50. Зависимость скоростного коэффициента кругового цилиндра в функции числа Рейнольдса.
51. Особенности расчета наклонных элементов.
52. Зависимость числа Струхала для вихрей, срывающихся с кругового цилиндра.
53. Инерционные коэффициенты при реакции тел на волнение.
54. Линеаризованная формула Морисона.
55. Влияние вихреобразования на появление боковой силы, приложенной к элементу.
56. Развитие вихревых следов в функции числа Кьюлегена—Карпентера.
57. Влияние высоты волны на отношение боковой и продольной силы.
58. Изгиб податливой колонны под действием линейных волн.
59. Коэффициент дифракции поверхностных волн.
60. Волновая система вокруг кругового цилиндра.
61. Граничные условия для решения задачи дифракции.
62. Расчет воздействия волн на одиночную колонну.
63. Исходное и дифрагированное поля скоростей при волновом движении.
64. Система координат и граничные условия для расчета волнового воздействия на вертикальный круговой цилиндр.
65. Спектральное представление сил.
66. Графики спектральных плотностей суммарных усилий.
67. Зависимость инерционной силы от радиуса цилиндра.
68. Значения эффективных инерционных коэффициентов.
69. Влияние нелинейности и вязкости при волновом действии на объекты.
70. Определение волновых сил, действующих на погруженные тела, в частности, на вертикально ориентированные тела цилиндрической формы.
71. Зависимости горизонтальных сил, действующих на опорную колонну и на погруженное основание в направлении распространения волны.
72. Вычисление вертикальных сил, действующих на горизонтальную поверхность цилиндра.
73. Зависимости для расчета действия волн Стокса 5-го порядка на тела произвольных форм.
74. Оценка динамического действия волн на основе методов интегральных уравнений и функции Грина.
75. Метод конечных элементов для решения задач течения жидкости, рефракции и дифракции.
76. Численное интегрирование при решении задачи дифракции гармонической волны, набегающей на отдельно стоящую вертикальную цилиндрическую колонну.
77. Влияние податливости опорной колонны на излучение волн.
78. Взаимодействие линейных волн с двумя вертикальными цилиндрами.
79. Зависимость для сил, действующих на цилиндры, расположенные последовательно вдоль направления распространения волны.
80. Силы, действующие на цилиндры, расположенные под углом  $60^\circ$  к направлению распространения волны.

81. Математические методы оценки взаимодействия между двумя цилиндрами.
82. Функции Бесселя, полученные на основе уравнения Гельмгольца, используемые при анализе волновых процессов.
83. Скоростная составляющая нагрузки на круглую сваю, заделанную в дно реки при постоянной скорости течения.
84. Схема взаимодействия элементов при различных числах Рейнольдса.
85. Вертикальная структуры чисто дрейфового течения.
86. Схема стоячих волн, образованных неподвижным круговым цилиндром в равномерном потоке.
87. Причины вихревых срывов при обтекании цилиндров.
88. Усилие волнообразования, действующее на вертикальный цилиндр.
89. Амплитудный коэффициент волнения на течении.
90. Волновая система в условиях течения.
91. Взаимодействие течения и дифрагированных волн.
92. Влияние течения на высоту отраженных волн.
93. Обрастание поверхности конструкции водными организмами.
94. Изменение скоростного коэффициента сопротивления в зависимости от числа Рейнольдса.
95. Величина числа Струхала в зависимости от числа Рейнольдса для гладкого неподвижного кругового цилиндра.
96. Механизм размыва грунтового основания вблизи стоящего на дне водоема сооружения.
97. Влияние пульсирующей составляющей скорости ветра на колебания гибких элементов конструкций.
98. Универсальный спектр горизонтальной пульсации скорости (порывов) ветра.
99. Ветровая нагрузка на цилиндрические элементы малого диаметра, плоские поверхности, плоские элементы с кромкой, обращенной в сторону ветра, и опорные колонны.
100. Изгиб опорной колонны платформы гравитационного типа.
101. Ударная нагрузка в канате, соединяющем плавучие объекты при введении в лежень накопителя упругой энергии.
102. Расчетная схема плавучего объекта с канатными опорами.
103. Статические уравнения равновесия при наличии плоскостей симметрии.
104. Особенности расчета системы невзаимодействующих объектов.
105. Уравнения динамики плавучих объектов с канатными опорами.
106. Особенности уравнений динамики плавучих объектов для частных видов колебаний.
107. Вынужденные затухающие колебания системы.
108. Уравнения гармонических свободных колебаний системы пружина — масса.
109. Вибрационные усилия, действующие на колебательную систему.
110. Уравнения колебательной системы с демпфированием.
111. Векторное представление демпфирующих усилий.
112. Зависимость коэффициента динамичности и фазового угла от частоты колебаний.
113. Использование комплексных переменных для анализа колебаний.
114. Использование сопряженного преобразования Фурье для анализа колебаний.

- 115. Спектральная плотность сил и перемещений.
- 116. Приложение решений к системам с одной степенью свободы.
- 117. Матрицы жесткости и масс совокупности элементов.
- 118. Уравнение динамического равновесия элемента.
- 119. Матричные характеристики элемента.
- 120. Формулировка характеристик стержневого элемента.
- 121. Особенности расчета плоских элементов.
- 122. Отклик системы на внешние возмущения.
- 123. Реакция отдельно стоящей колонны на внешние воздействия.
- 124. Реакция многоопорных гравитационных сооружений на внешние воздействия.
- 125. Реакция ферменных сооружений на внешние воздействия.
- 126. Расчет усталостной прочности сооружений на внешние воздействия.
- 127. Взаимодействие сооружения с грунтовым основанием.