

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра гидрологии суши

Рабочая программа по дисциплине

ДИНАМИКА И ТЕРМИКА ОЗЁР И ВОДОХРАНИЛИЩ

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования программы магистратуры по направлению подготовки

05.04.05 «Прикладная гидрометеорология»

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

Квалификация:
Магистр

Форма обучения
Очная/заочная

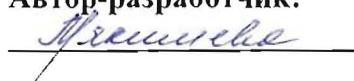
Согласовано
Руководитель ОПОП
«Инженерная гидрология и
рациональное использование
водных ресурсов»

 Барышников Н.Б.

Утверждаю
Председатель УМС  И.И. Палкин

Рекомендована решением
Учебно-методического совета
 2019 г., протокол № 4

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры
 2019 г., протокол № 9
Зав. кафедрой  Сикан А.В.

Автор-разработчик:
 Мякишева Н.В.

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Динамика и термика озёр и водохранилищ» является специализированная подготовка студентов на степень «Магистр», способных самостоятельно изучать и анализировать закономерности динамических и термических процессов в озерах и водохранилищах с учётом как их пространственных масштабов (площади, глубины, объёма), так и разрабатывать методы исследований изменения лимнических экосистем под воздействием антропогенного фактора.

Основной задачей дисциплины является подготовка магистра к научно-исследовательской и научно-педагогической работе по современным методам исследований термики и динамики разнотипных озёрных систем и получения необходимых навыков для оперативного анализа термодинамических параметров озёр.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Динамика и термика озёр и водохранилищ» для направления подготовки 05.04.05. – Прикладная гидрометеорология по профилю подготовки «Инженерная гидрология и рациональное использование водных ресурсов» относится к дисциплинам по выбору вариативной части Блока 1. Дисциплины (модули).

Для изучения данной дисциплины студенты должны освоить дисциплины бакалавриата: «Гидрология суши», «Физика».

Параллельно с дисциплиной «Динамика и термика озёр и водохранилищ» изучаются дисциплины: «Иностранный язык (продвинутый уровень)», «Специальные главы физики атмосферы, океана и вод суши», «Специальные главы статистического анализа процессов и полей», «Философские проблемы естествознания», «Водное хозяйство и регулирование речного стока», а также дисциплины по выбору: «Специальные главы теории и практики гидрологических расчетов», «Физико-статистические прогнозы ледового режима рек, озёр и водохранилищ», «Пойменные процессы», «Евтрофирование водоемов», «Диагноз и прогноз элементов гидрологического режима методами многомерного статистического анализа», «Эрозионные процессы на водосборах», «Математические методы анализа в гидрологии», «Гидрологические расчеты и прогнозы на озерах и водохранилищах», «Численные методы в гидрологических прогнозах», «Саморегулирующиеся системы в гидрологии», «Специальные главы гидрологии озёр и водохранилищ».

Дисциплина «Динамика и термика озёр и водохранилищ» в числе других дисциплин служит основой при подготовке магистерской диссертации студента.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Код компетенции	Компетенция
ОПК-4	Способность ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты исследований
ОПК-5	Готовность делать выводы и составлять практические рекомендации по использованию результатов научных исследований
ПК-1	Понимание и творческое использование в научной деятельности знаний фундаментальных и прикладных разделов специальных гидрометеорологических дисциплин
ПК-3	Умение анализировать, обобщать и систематизировать с применением современных технологий результаты научно-исследовательских работ, имеющих гидрометеорологическую направленность

Код компетенции	Компетенция
ППК-3	Готовность осуществлять первичную обработку и обобщение гидрометеорологических данных, расчеты и прогнозы гидрометеорологических характеристик с использованием информационных и вычислительных систем и технологий

В результате освоения компетенций в рамках дисциплины «Динамика и термика озёр и водохранилищ» обучающийся должен:

Знать:

- основные силы, действующие на частицы воды в озере, исходные гидродинамические уравнения движений и их пространственные и временные масштабы;
- основные понятия гидродинамики волновых движений поверхностных и внутренних волн и их спектральную структуру;
- способы описания горизонтальной и вертикальной турбулентности, современные методы и приемы оценки динамических и термических явлений в озёрах

Уметь:

- оценить различные виды влияния динамических явлений в озёрах на их естественный режим, а также оценить, как влияют динамические явления на особенности антропогенной деятельности;
- определять зоны загрязнения, перемешивания и разбавления сточных вод;
- планировать водоохранные мероприятия с учётом динамических явлений в озёрах и водохранилищах;
- дать рекомендации по уменьшению загрязнённости водного объекта в результате сбора сточных вод с учётом динамических явлений в озёрах.

Владеть:

- терминологией;
- методами исследования термических и динамических процессов в водоёмах.

Основные признаки проявленности формируемых компетенций в результате освоения дисциплины «Динамика и термика озёр и водохранилищ» сведены в таблице.

Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемый результат обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2	3 (минимальный)	4 (базовый)	5 (продвинутый)
ОПК-4 Первый этап (уровень)	Знать: <ul style="list-style-type: none"> основной круг проблем (задач) гидрометеорологии и основные способы (методы, алгоритмы) их решения; основные источники и методы поиска научной информации 	Не знает: <ul style="list-style-type: none"> основной круг проблем (задач) гидрометеорологии и основные способы (методы, алгоритмы) их решения; основные источники и методы поиска научной информации 	Недостаточно знает: <ul style="list-style-type: none"> основной круг проблем (задач) гидрометеорологии и основные способы (методы, алгоритмы) их решения; основные источники и методы поиска научной информации 	Хорошо знает: <ul style="list-style-type: none"> основной круг проблем (задач) гидрометеорологии и основные способы (методы, алгоритмы) их решения; основные источники и методы поиска научной информации 	Отлично знает. Свободно описывает: <ul style="list-style-type: none"> основной круг проблем (задач) гидрометеорологии и основные способы (методы, алгоритмы) их решения; основные источники и методы поиска научной информации
	Уметь: <ul style="list-style-type: none"> собирать, отбирать и использовать необходимые данные и эффективно применять качественные и количественные методы их анализа; ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты исследований 	Не умеет: <ul style="list-style-type: none"> собирать, отбирать и использовать необходимые данные и эффективно применять качественные и количественные методы их анализа; ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты исследований 	Затрудняется: <ul style="list-style-type: none"> собирать, отбирать и использовать необходимые данные и эффективно применять качественные и количественные методы их анализа; ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты исследований 	Умеет: <ul style="list-style-type: none"> собирать, отбирать и использовать необходимые данные и эффективно применять качественные и количественные методы их анализа; ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты исследований 	Умеет свободно: <ul style="list-style-type: none"> собирать, отбирать и использовать необходимые данные и эффективно применять качественные и количественные методы их анализа; ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты исследований
	Владеть: <ul style="list-style-type: none"> современными методами, инструментами и технологией научной исследовательской и проектной деятельности в профессиональной области; профессиональной терминологией 	Не владеет: <ul style="list-style-type: none"> современными методами, инструментами и технологией научной исследовательской и проектной деятельности в профессиональной области; профессиональной терминологией 	Недостаточно владеет: <ul style="list-style-type: none"> современными методами, инструментами и технологией научной исследовательской и проектной деятельности в профессиональной области; профессиональной терминологией 	Хорошо владеет: <ul style="list-style-type: none"> современными методами, инструментами и технологией научной исследовательской и проектной деятельности в профессиональной области; профессиональной терминологией 	Свободно владеет: <ul style="list-style-type: none"> современными методами, инструментами и технологией научной исследовательской и проектной деятельности в профессиональной области; профессиональной терминологией

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемый результат обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2	3 (минимальный)	4 (базовый)	5 (продвинутый)
ОПК-5 Первый этап (уровень)	Знать: • основные требования к составлению практических рекомендаций	Не знает: • основные требования к составлению практических рекомендаций	Недостаточно знает: • основные требования к составлению практических рекомендаций	Хорошо знает: • основные требования к составлению практических рекомендаций	Отлично знает. Свободно описывает: • основные требования к составлению практических рекомендаций
	Уметь: • делать выводы и составлять практические рекомендации по использованию результатов исследований • дать рекомендации по уменьшению загрязненности водного объекта в результате сбора сточных вод с учётом динамических явлений в озёрах	Не умеет: • делать выводы и составлять практические рекомендации по использованию результатов исследований • дать рекомендации по уменьшению загрязненности водного объекта в результате сбора сточных вод с учётом динамических явлений в озёрах	Затрудняется: • делать выводы и составлять практические рекомендации по использованию результатов исследований • дать рекомендации по уменьшению загрязненности водного объекта в результате сбора сточных вод с учётом динамических явлений в озёрах	Умеет: • делать выводы и составлять практические рекомендации по использованию результатов исследований • дать рекомендации по уменьшению загрязненности водного объекта в результате сбора сточных вод с учётом динамических явлений в озёрах	Умеет свободно: • делать выводы и составлять практические рекомендации по использованию результатов исследований • дать рекомендации по уменьшению загрязненности водного объекта в результате сбора сточных вод с учётом динамических явлений в озёрах
	Владеть: • способностью к обобщению и анализу информационного материала	Не владеет: • способностью к обобщению и анализу информационного материала -	Недостаточно владеет: • способностью к обобщению и анализу информационного материала	Хорошо владеет: • способностью к обобщению и анализу информационного материала	Свободно владеет: • способностью к обобщению и анализу информационного материала

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемый результат обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2	3 (минимальный)	4 (базовый)	5 (продвинутый)
ПК-1 Первый этап (уровень)	Знать: <ul style="list-style-type: none"> • основные силы, действующие на частицы воды в озере, исходные гидродинамические уравнения движений и их пространственные и временные масштабы; • основные понятия гидродинамики волновых движений поверхностных и внутренних волн и их спектральную структуру 	Не знает: <ul style="list-style-type: none"> • основные силы, действующие на частицы воды в озере, исходные гидродинамические уравнения движений и их пространственные и временные масштабы; • основные понятия гидродинамики волновых движений поверхностных и внутренних волн и их спектральную структуру 	Недостаточно знает: <ul style="list-style-type: none"> • основные силы, действующие на частицы воды в озере, исходные гидродинамические уравнения движений и их пространственные и временные масштабы; • основные понятия гидродинамики волновых движений поверхностных и внутренних волн и их спектральную структуру 	Хорошо знает: <ul style="list-style-type: none"> • основные силы, действующие на частицы воды в озере, исходные гидродинамические уравнения движений и их пространственные и временные масштабы; • основные понятия гидродинамики волновых движений поверхностных и внутренних волн и их спектральную структуру 	Отлично знает. Свободно описывает: <ul style="list-style-type: none"> • основные силы, действующие на частицы воды в озере, исходные гидродинамические уравнения движений и их пространственные и временные масштабы; • основные понятия гидродинамики волновых движений поверхностных и внутренних волн и их спектральную структуру
	Уметь: <ul style="list-style-type: none"> • оценить различные виды влияния динамических явлений в озёрах на их естественный режим, а также оценить, как влияют динамические явления на особенности антропогенной деятельности 	Не умеет: <ul style="list-style-type: none"> • оценить различные виды влияния динамических явлений в озёрах на их естественный режим, а также оценить, как влияют динамические явления на особенности антропогенной деятельности 	Затрудняется: <ul style="list-style-type: none"> • оценить различные виды влияния динамических явлений в озёрах на их естественный режим, а также оценить, как влияют динамические явления на особенности антропогенной деятельности 	Умеет: <ul style="list-style-type: none"> • оценить различные виды влияния динамических явлений в озёрах на их естественный режим, а также оценить, как влияют динамические явления на особенности антропогенной деятельности 	Умеет свободно: <ul style="list-style-type: none"> • оценить различные виды влияния динамических явлений в озёрах на их естественный режим, а также оценить, как влияют динамические явления на особенности антропогенной деятельности
	Владеть: <ul style="list-style-type: none"> • навыками самостоятельной работы со специализированной литературой 	Не владеет: <ul style="list-style-type: none"> • навыками самостоятельной работы со специализированной литературой 	Недостаточно владеет: <ul style="list-style-type: none"> • навыками самостоятельной работы со специализированной литературой 	Хорошо владеет: <ul style="list-style-type: none"> • навыками самостоятельной работы со специализированной литературой 	Свободно владеет: <ul style="list-style-type: none"> • навыками самостоятельной работы со специализированной литературой

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемый результат обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2	3 (минимальный)	4 (базовый)	5 (продвинутый)
ПК-3 Первый этап (уровень)	Знать: • способы описания горизонтальной и вертикальной турбулентности, современные методы и приемы оценки динамических и термических явлений в озёрах	Не знает: • способы описания горизонтальной и вертикальной турбулентности, современные методы и приемы оценки динамических и термических явлений в озёрах	Недостаточно знает: • способы описания горизонтальной и вертикальной турбулентности, современные методы и приемы оценки динамических и термических явлений в озёрах	Хорошо знает: • способы описания горизонтальной и вертикальной турбулентности, современные методы и приемы оценки динамических и термических явлений в озёрах	Отлично знает. Свободно описывает: • способы описания горизонтальной и вертикальной турбулентности, современные методы и приемы оценки динамических и термических явлений в озёрах
	Уметь: • определять зоны загрязнения, перемешивания и разбавления сточных вод; • планировать водоохранные мероприятия с учётом динамических явлений в озерах и водохранилищах	Не умеет: • определять зоны загрязнения, перемешивания и разбавления сточных вод; • планировать водоохранные мероприятия с учётом динамических явлений в озерах и водохранилищах	Затрудняется: • определять зоны загрязнения, перемешивания и разбавления сточных вод; • планировать водоохранные мероприятия с учётом динамических явлений в озерах и водохранилищах	Умеет: • определять зоны загрязнения, перемешивания и разбавления сточных вод; • планировать водоохранные мероприятия с учётом динамических явлений в озерах и водохранилищах	Умеет свободно: • определять зоны загрязнения, перемешивания и разбавления сточных вод; • планировать водоохранные мероприятия с учётом динамических явлений в озерах и водохранилищах
	Владеть: • методами исследования термических и динамических процессов в водоёмах	Не владеет: • методами исследования термических и динамических процессов в водоёмах	Недостаточно владеет: • методами исследования термических и динамических процессов в водоёмах	Хорошо владеет: • методами исследования термических и динамических процессов в водоёмах	Свободно владеет: • методами исследования термических и динамических процессов в водоёмах

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемый результат обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2	3 (минимальный)	4 (базовый)	5 (продвинутый)
ППК-3 Первый этап (уровень)	Знать: • методы анализа и обработки информации с помощью современных программно-вычислительных средств, согласно поставленным задачам	Не знает: • методы анализа и обработки информации с помощью современных программно-вычислительных средств, согласно поставленным задачам	Недостаточно знает: • методы анализа и обработки информации с помощью современных программно-вычислительных средств, согласно поставленным задачам	Хорошо знает: • методы анализа и обработки информации с помощью современных программно-вычислительных средств, согласно поставленным задачам	Отлично знает. Свободно описывает: • методы анализа и обработки информации с помощью современных программно-вычислительных средств, согласно поставленным задачам
	Уметь: • анализировать и обрабатывать первичную гидрометеорологическую информацию с помощью современных программно-вычислительных средств	Не умеет: • анализировать и обрабатывать первичную гидрометеорологическую информацию с помощью современных программно-вычислительных средств	Затрудняется: • анализировать и обрабатывать первичную гидрометеорологическую информацию с помощью современных программно-вычислительных средств	Умеет: • анализировать и обрабатывать первичную гидрометеорологическую информацию с помощью современных программно-вычислительных средств	Умеет свободно: • анализировать и обрабатывать первичную гидрометеорологическую информацию с помощью современных программно-вычислительных средств
	Владеть: • навыками обработки первичной гидрометеорологической информации; • навыками работы с геоинформационными банками данных	Не владеет: • навыками обработки первичной гидрометеорологической информации; • навыками работы с геоинформационными банками данных	Недостаточно владеет: • навыками обработки первичной гидрометеорологической информации; • навыками работы с геоинформационными банками данных	Хорошо владеет: • навыками обработки первичной гидрометеорологической информации; • навыками работы с геоинформационными банками данных	Свободно владеет: • навыками обработки первичной гидрометеорологической информации; • навыками работы с геоинформационными банками данных

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы 108 часов.

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

Объем дисциплины	Всего часов	
	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
Контактная работа обучающихся с преподавателям – всего:	42	12
в том числе:		
лекции	14	4
практические занятия (семинары)	28	8
Самостоятельная работа	66	96
Вид промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	Зачет	Зачет

4.1. Структура дисциплины

Очное обучение

№ 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	Самост. работа			
1	Введение. Основные положения	2	2	6	16	Доклад на семинаре	1	ПК-1, ОПК-4, ОПК-5
2	Циркуляция (течения)	2	4	6	16	Доклад на семинаре	1	ПК-1, ПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ППК-3
3	Волновые процессы	2	4	8	16	Доклад на семинаре	1	ПК-1, ПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ППК-3
4	Турбулентность	2	4	8	18	Доклад на семинаре	1	ПК-1, ПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ППК-3
	ИТОГО		14	28	66		4	

Заочное обучение

№ п/п	Раздел и тема дисциплины	Курс	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	Самост. работа			
1	Введение. Основные положения	2	2	2	24	Реферат	–	ПК-1, ОПК-4, ОПК-5
2	Циркуляция (течения)	2	–	2	24	Доклад на семинаре	2	ПК-1, ПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ППК-3
3	Волновые процессы	2	2	2	24	Доклад на семинаре	1	ПК-1, ПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ППК-3
4	Турбулентность	2	–	2	24	Доклад на семинаре	1	ПК-1, ПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ППК-3
ИТОГО			4	8	96		4	

4.2 Содержание разделов дисциплины

4.2.1 Введение. Основные положения

Основные понятия и положения, используемые в курсе. Предмет и способ изучения динамических процессов в водных объектах, способы их описания. Исходные гидродинамические уравнения. Пространственные и временные масштабы движений. Стратификация. Обзор динамических процессов в озерах, их особенности.

4.2.2. Циркуляция (течения)

Основные силы, действующие на частицы воды в озере. Уравнения гидродинамики, характеристика их членов. Граничные и начальные условия. Обезразмеривание. Методы решения и оценки результатов. Классификация течений в озерах.

Ветровые течения. Теория Экмана для дрейфовых и градиентных течений. Полные потоки. Прибрежные диаграммы течений в условиях нагона и сгона. Усовершенствованные варианты модели Экмана. Интегральные модели Штокмана. Модель стационарной ветровой циркуляции Фельзенбаума. Установление ветровых течений.

Градиентные течения. Динамический метод расчета течений и его применение для расчета течений в озерах. Ограничения динамического метода.

Трехмерные модели динамики вод озер, учитывающие дрейфовую и градиентную составляющие. Основные уравнения. Примеры реализации.

Инерционные течения. Зависимость параметров инерционных течений от фонового (среднего) поля скорости.

Течения в зоне термобара. Прибрежные струйные течения. Оценка роли различных гидрофизических факторов в формировании прибрежной циркуляции.

Изменчивость течений и картин циркуляции. Спектральное описание и спектральная структура течений.

4.2.3. Волновые процессы

Основные понятия гидродинамики волновых движений. Возмущающая и восстанавливающая силы. Фазовая и групповая скорость. Дисперсия волн, дисперсионные кривые. Классификация волновых движений.

Капиллярные и гравитационные волны. Теория коротких и длинных волн. Волны в бассейне средней глубины. Орбитальные движения частиц воды.

Кинематика прогрессивных, стоячих и смешанных волн. Характерные особенности продольных и поперечных орбит в каждом типе волн. Энергосодержание волн. Уравнение баланса волновой энергии. Перенос энергии волнами, активная и реактивная мощность потока волновой энергии. Волновое действие.

Нелинейные эффекты в коротких и длинных волнах. Искажение волнового профиля на глубокой и мелкой воде. Волновой перенос массы при учете нелинейных эффектов. Кажущееся и реальное смещение среднего уровня.

Спектральная структура ветровых волн. Универсальный частотный спектр полностью развитого волнения. Основные волнообразующие факторы, роль ветрового разгона. Генерация и эволюция ветрового волнения. Спектральные характеристики зыби.

Волны в прибрежной зоне. Рефракция, дифракция, мелководные эффекты, захват волновой энергии на прибрежном мелководье. Отражение и интерференция волн.

Сейши в озерах. Продольные, поперечные и круговые сейши. Роль геометрических характеристик озера в формировании сейш. Расчет сейшевых колебаний. Влияние силы Кориолиса на сейши. Волны Кельвина и Пуанкаре. Влияние трения и затухание сейшевых колебаний. Энергетические характеристики сейш.

Внутренние волны. Частота плавучести (Вяйсяля-Брента). Волны в слоистой жидкости. Внутренние волны Кельвина. Внутренние волны при не-прерывной плотностной стратификации. Условия существования внутренних волн. Модовое и лучевое описание внутренних волн. Длинные и короткие внутренние волны.

4.2.4. Турбулентность

Явление турбулентности и способы ее описания. Различные масштабы турбулентности. Горизонтальная и вертикальная турбулентность.

Перемешивание и турбулентный обмен. Коэффициенты турбулентной вязкости и диффузии, их зависимость от масштаба движений. Распределение интенсивности турбулентного обмена по глубине. Мелкомасштабная турбулентность.

Спектральная структура турбулентных движений. Спектральные характеристики горизонтальной и вертикальной турбулентности в открытой части озера и в прибрежной зоне.

Генерация турбулентности и ее затухание (подавление). Источники энергии турбулентности. Факторы, приводящие к ее потерям. Оценки скорости диссипации турбулентной энергии.

Турбулентная диффузия примесей. Теоретическое описание и методы расчета. Экспериментальные оценки.

4.3. Семинарские занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика семинарских занятий	Форма проведения	Формируемые компетенции
1	1	Динамические процессы в водных объектах, способы их описания	семинар	ПК-1, ОПК-4, ОПК-5
2	2	Классификация течений в озерах	семинар	ПК-1, ПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ППК-3
3	2	Уравнения гидродинамики, характеристика их членов	семинар	ПК-1, ПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ППК-3
4	3	Ветровые течения	семинар	ПК-1, ПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ППК-3
5	3	Градиентные течения	семинар	ПК-1, ПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ППК-3
6	3	Инерционные течения	семинар	ПК-1, ПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ППК-3
7	4	Явление турбулентности	семинар	ПК-1, ПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ППК-3
8	4	Влияние размера водоёма и распределения глубин на пространственную неравномерность распространения тепла	семинар	ПК-1, ПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ППК-3
9	4	Трёхмерные модели динамики вод озёр	семинар	ПК-1, ПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ППК-3

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

5.1. Текущий контроль

1. доклады, рефераты

Примерная тематика рефератов, докладов

1. Пространственные и временные масштабы движений. Динамические процессы в озерах различных размеров.
2. Изменчивость течений и картин циркуляции. Спектральное описание и спектральная структура течений.
3. Сейши в озерах. Продольные, поперечные и круговые сейши.
4. Направление и скорость сукцессии экосистем озёр и водохранилищ в зависимости от морфометрии, величины внешнего водообмена, колебаний уровня и ландшафтных условий.
5. Перемешивание и турбулентный обмен в озёрах.
6. Сезонный ход термических характеристик водоёма. Вертикальная устойчивость водной толщи.

7. Климатические характеристики теплового состояния водоёмов. Влияние на них распределения глубин. Теплосодержание озера. Методики его расчёта

5.2. Методические указания по организации самостоятельной работы

В течение семестра студенту необходимо самостоятельно прорабатывать материал, изложенный на лекциях. Для этого рекомендуется использовать сделанные на лекциях конспекты, изучать основную и дополнительную литературу, презентации лекций. Вопросы, возникшие при самостоятельной работе, записываются для последующего обсуждения с преподавателем на занятиях, с участием всех студентов или при индивидуальной консультации.

5.3 Промежуточный контроль: зачет

Перечень вопросов к зачету

1. Пространственные и временные масштабы движений. Динамические процессы в озерах.
2. Ветровые течения. Теория Экмана.
3. Градиентные течения.
4. Инерционные течения.
5. Течения в зоне термобара.
6. Изменчивость течений и картин циркуляции.
7. Спектральное описание и спектральная структура течений.
8. Весенняя термическая зона(термобар) в крупных озёрах.
9. Классификация волновых движений в озёрах и водохранилищах.
10. Капиллярные и гравитационные волны. Орбитальные движения частиц воды
11. 11.Теория коротких и длинных волн. Волны в бассейне средней глубины.
12. 12.Основные волнообразующие факторы, роль ветрового разгона.
13. 13.Волны в прибрежной зоне.
14. Сейши в озерах. Продольные, поперечные и круговые сейши.
15. Внутренние волны. Частота плавучести (Вяйсяля-Брента).
16. Явление турбулентности и способы ее описания. Различные масштабы турбулентности. Горизонтальная и вертикальная турбулентность.
17. Перемешивание и турбулентный обмен. Коэффициенты турбулентной вязкости и диффузии, их зависимость от масштаба движений.
18. Распределение интенсивности турбулентного обмена по глубине.
19. Спектральная структура турбулентных движений. Спектральные характеристики горизонтальной и вертикальной турбулентности в открытой части озера и в прибрежной зоне.
20. Источники энергии турбулентности. Генерация турбулентности и ее затухание (подавление).
21. 21.Турбулентная диффузия примесей. Теоретическое описание и методы расчета. Экспериментальные оценки.
22. 22.Сезонный ход термических характеристик водоёма.
23. Вертикальная устойчивость водной толщи.
24. Климатические характеристики теплового состояния водоёмов. Влияние на них распределения глубин.
25. Теплосодержание озера. Методики его расчёта.
26. Зимний термический режим озёр умеренной климатической зоны.
27. Тепловой баланс озёр и водохранилищ.
28. Влияние широты места на изменения термического состояния озера в течение года.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Тимофеева Л.А., Науменко М.А. Пространственное распределение температуры поверхности Ладожского озера в период открытой воды: средние и аномальные величины / ученые записки РГГМУ, № 7. 2008. – Электронный ресурс. Режим доступа: http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/7-4.pdf

б) дополнительная литература:

1. Адаменко В.Н. Климат и озера.- Л., Гидрометеиздат, 1985, 264 с.
2. Лабзовский Н. А. Расчет элементов волн в озерах и водохранилищах. - Тр. ГГИ, 1976. — вып. 231. — с. 126-143.
3. Богословский Б.Б. Озероведение. - М.,1960. 335 с.
4. Филатов Н.Н. Динамика озер. — Л.: Гидрометеиздат, 1983.
5. Тихомиров А.И. Термика крупных озёр. Л., Наука, 1982, 232 с.
6. Ротатова Т.В., Филатова Т.Н. Динамический метод и его применение для исследования течений во внутренних водоемах. - Тр.ГГИ, 1973. — вып. 203. — с. 80 -124.
7. Луговицкий О. Л., Титов В. С., Филатов Н. Н. Изменчивость циркуляции вод Ладожского озера. — В кн.: "Изменчивость геофизических полей в озерах". — Л.: Наука, 1978. — с. 147-161.
8. Волкова Г.В., Квон В.И., Филатова Т.Н. Численное моделирование ветровых течений в Чудском озере. - Водные ресурсы, 1981. — №3. — с. 91-98.
9. Кротова В. А. Геострофическая циркуляция вод Байкала в период прямой термической стратификации. — В кн.: "Труды лимнологического института АН СССР. Т. 14(34) Течения и диффузия вод Байкала". — Л.: Наука, 1979. — с. 11-44.
10. Круговорот вещества и энергии в озерных водоемах. – Новосибирск: Наука, 1975. – 475 с.
11. Зайцев Л. В., Карпова И. П., Филатов Н. Н. Моделирование вертикального турбулентного обмена. — В кн.: "Термодинамические процессы в глубоких озерах". — Л.: Наука, 1981. — с. 141-152.
12. Лабзовский Н. А. Турбулентная диффузия в озерах. — В кн.: "Изменчивость гидрофизических полей в озерах". — Л.: Наука, 1978. — с. 117-146.
13. Лабзовский Н. А. Расчет элементов волн в озерах и водохранилищах. - Тр. ГГИ, 1976. — вып. 231. — с. 126-143.
14. Воронцов Ф.Ф. Волнение в Ладожском озере. — В кн.: "Труды ЛГУ. Лаборатория озероведения Т.20. Гидрологический режим и водный баланс Ладожского озера". — Л.: Изд. ЛГУ, 1966. — с. 247-264.
15. Анисимова Е. П., Сперанская А. А. Турбулентность в стратифицированных потоках. — В кн.: "Материалы международного симпозиума по стратифицированным течениям". — Новосибирск, 1972. — 8 с.
16. Верболов В. И. О коэффициентах горизонтального макротурбулентного обмена в прибрежной зоне южного Байкала. - Тр. Лимнологич. ин-та СО АН СССР, 1979. — т. 14(34). — с. 122-132.

в) Программное обеспечение:

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

г) Интернет-ресурсы:

1. Издания Государственного гидрологического института. Режим доступа: <http://www.hydrology.ru/izdaniya-ggi-0>
2. Руководство по гидрологической практике (ВМО-№ 168). Режим доступа

http://www.whycos.org/hwrrp/guide/index_ru.php

3. ГОСТ 19179-73. Гидрология суши. Термины и определения. Режим доступа: http://standartgost.ru/g/%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2_19179-73

д) Профессиональные базы данных:

- Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр данных. Режим доступа: <http://meteo.ru/>

е) Информационные справочные системы

- ЭБС «ГидроМетеоОнлайн». Режим доступа: <http://elib.rshu.ru/>
- Национальная электронная библиотека (НЭБ). Режим доступа: <https://нэб.рф>
- ЭБС «Znanium». Режим доступа: <http://znanium.com/>
- ЭБС «Перспект Науки». Режим доступа: <http://www.prospektnauki.ru/>
- Электронно-библиотечная система elibrary. Режим доступа: <https://elibrary.ru/>
- Российская государственная библиотека. Режим доступа: <http://www.rsl.ru/>

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Лекции: написание конспекта лекций проводится кратко, схематично, последовательно фиксируются основные положения, выводы, формулировки, обобщения; отмечаются важные мысли, выделяются ключевые слова и термины.

Практические занятия: при подготовке к семинару учащиеся активизируют работу с теоретическими источниками, требуется их обращение к литературе, они учатся рассуждать. В процессе подготовки уточняются и закрепляются уже известные категории и осваиваются новые. Если в процессе подготовки к семинару учащиеся сталкиваются с непонятными для них моментами, они самостоятельно находят ответы, либо помечают их, для уточнения их на семинаре.

Самостоятельная работа студента: работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, поиск литературы и составление библиографии по теме, знакомство с основной и дополнительной литературой, анализ мнений авторов и формирование собственного суждения по исследуемой теме.

Подготовка к зачету: при подготовке к зачету необходимо пользоваться конспектами лекций, рекомендуемой литературой, вопросами для подготовки к зачету.

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
Введение. Основные положения Циркуляция (течения) Волновые процессы Турбулентность	Образовательные технологии: <ul style="list-style-type: none">• интерактивное взаимодействие педагога и аспиранта;• сочетание индивидуального и коллективного обучения;• занятия, проводимые в форме диалога, дискус-	Программное обеспечение: <ul style="list-style-type: none">• Microsoft Windows• Microsoft Office Информационно-справочные системы: <ul style="list-style-type: none">• ЭБС «ГидроМетеоОнлайн»• Национальная электронная библиотека (НЭБ)

Тема (раздел) дисциплины	Образовательные и информационные технологии	Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем
	<p>сии;</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • ЭБС «Znanium» • ЭБС «Перспектив Науки» • Электронно-библиотечная система eLibrary • Российская государственная библиотека. <p>Профессиональные базы данных:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр данных

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.

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

Помещение для самостоятельной работы – укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации. Самостоятельная работа проводится в читальном зале библиотеки, а также в 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.