

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра гидрофизики и гидропрогнозов

Рабочая программа по дисциплине

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ И
ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РЕЧНОГО СТОКА МЕТОДАМИ ЧАСТИЧНО
ИНФИНИТНОЙ ГИДРОЛОГИИ**

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

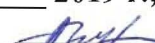
Очная/заочная


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 № 7

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

Авторы-разработчики:
 Гайдукова Е.В.

Санкт-Петербург 2019

1. Цели освоения дисциплины

Цель дисциплины «Обеспечение устойчивости моделирования и прогнозирования речного стока методами частично инфинитной гидрологии» – специализированная подготовка специалистов, владеющих методами частично инфинитной гидрологии, обеспечивающими устойчивость моделирования и прогнозирования речного стока.

Основные задачи дисциплины «Обеспечение устойчивости моделирования и прогнозирования речного стока методами частично инфинитной гидрологии» связаны с приобретением у студентов навыков самостоятельной работы при моделировании и долгосрочном прогнозировании вероятностных характеристик многолетнего речного стока, обеспечивающих устойчивость их сценарных оценок при изменении климата и характеристик подстилающей поверхности речных водосборов.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Обеспечение устойчивости моделирования и прогнозирования речного стока методами частично инфинитной гидрологии» 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 освоения данной дисциплины, обучающийся должен получить знания по дисциплинам бакалавриата: «Математика», «Физика вод суши», «Гидрология суши», «Гидрологические прогнозы», а также дисциплины магистратуры: «Дополнительные главы математики», «Компьютерные технологии в гидрометеорологии», «Специальные главы статистического анализа процессов и полей», «Физико-статистические прогнозы ледового режима рек, озер и водохранилищ», «Диагноз и прогноз элементов гидрологического режима методами многомерного статистического анализа», «Численные методы в гидрологических прогнозах».

Параллельно с дисциплиной «Обеспечение устойчивости моделирования и прогнозирования речного стока методами частично инфинитной гидрологии» изучаются обязательные дисциплины: «Моделирование природных процессов», «Дистанционные методы исследования природной среды», «Философские проблемы естествознания», «Информационно-измерительные системы в гидрометеорологии», «Современные проблемы науки и производства в гидрометеорологии», «История и методология науки и производства в гидрометеорологии», а также дисциплины по выбору: «Мониторинг гидролого-экологического состояния водных объектов», «Гидравлическое сопротивление речных русел», «Оперативное гидрологическое обеспечение эксплуатации водохранилищ», «Взаимодействие поверхностных и подземных вод», «Статистический и режимный контроль исходной информации прогностических зависимостей», «Экологические проблемы русловых процессов».

Дисциплина «Обеспечение устойчивости моделирования и прогнозирования речного стока методами частично инфинитной гидрологии» 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

Код компетенции	Компетенция
ПК-2	Участие в выполнении экспериментов, проведении наблюдений и измерений, составлении их описания и формулировке выводов
ПК-4	Готовность использовать современные достижения науки и передовых технологий в научно-исследовательских, опытно-конструкторских и полевых гидрометеорологических работах
ПК-13	Способность к разработке вариантов решения гидрометеорологических задач, анализу этих вариантов, прогнозированию последствий, планированию реализации проекта

Ключевыми компетенциями, формируемыми в процессе изучения дисциплины, является ПК-4.

В результате освоения компетенций в рамках дисциплины «Обеспечение устойчивости моделирования и прогнозирования речного стока методами частично инфинитной гидрологии» обучающийся должен:

Знать:

- фундаментальный характер отличия формального уравнения Пирсона с подгоночным характером его коэффициентов от аналогичного уравнения, полученного из модели Фоккера-Планка-Колмогорова (ФПК) с выявленным физико-гидрологическим смыслом его коэффициентов;
- общий характер систем уравнений для начальных моментов вероятностных распределений стоковых характеристик и условия, при которых соблюдаются и нарушаются аттрактивные свойства ее решений;
- пути достижения аттрактивности решений моделей формирования вероятностных распределений многолетнего стока в виде уравнения ФПК и его конечномерных аппроксимаций системой уравнений для начальных моментов;
- вывод модели для выявления бифуркационных очагов;
- понятие бифуркационной диаграммы;
- диагностические свойства коэффициента автокорреляции и многолетней нормы приземной температуры воздуха.

Уметь:

- выявлять естественнонаучную сущность проблем гидрологии;
- использовать фундаментальные и прикладные разделы специальных гидрологических дисциплин для предложения путей решений тупиковых задач гидрологии;
- достигать аттрактивности решений моделей формирования вероятностных распределений многолетнего стока путем расширения фазового пространства за счет учета испарения и перехода к условным вероятностным распределениям стоковых характеристик;
- обеспечивать устойчивость долгосрочных оценок гидрологических последствий изменения климата, используя методы частично инфинитной гидрологии;
- выявлять речные бассейны с полимодальными вероятностными распределениями путем диагностирования бифуркационных очагов;
- диагностировать речные бассейны с неустойчивыми моментами вероятностных распределений с помощью коэффициента автокорреляции.

Владеть:

- концептуальным пониманием отличия области применимости уравнения Пирсона в его классическом виде с нераскрытым физическим смыслом коэффициентов для сглаживания эмпирических распределений стоковых характеристик от ис-

пользования этого уравнения, полученного из уравнения Фоккера-Планка-Колмогорова с приданием физического смысла коэффициентам, для долгосрочных сценарных оценок гидрологических последствий изменения климата;

- научно-обоснованной интерпретацией выявленной закономерности зависимости фрактальной размерности рядов многолетнего стока от климатической нормы приземной температуры воздуха;
- тезариусом частично инфинитной гидрологии в части обеспечения терминологического понимания технологий выявления неустойчивостей формирования речного стока и имеющихся на текущий момент возможностей по ее ликвидации или смягчению.

Основные признаки проявленности формируемых компетенций в результате освоения дисциплины «Обеспечение устойчивости моделирования и прогнозирования речного стока методами частично инфинитной гидрологии» сведены в таблице.

Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания

Этап (уровень) освоения компе- тенции	Планируемый результат обучения (показатели дости- жения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2	3 (минимальный)	4 (базовый)	5 (продвинутый)
ОПК-4 Второй этап (уровень)	Знать: <ul style="list-style-type: none"> • современные методы анализа и расчетов, методы оценки экстремальных характеристик природных явлений; • методы учета антропогенного воздействия на различные стороны гидрометеорологических процессов; • вывод модели для выявления бифуркационных очагов 	Не знает: <ul style="list-style-type: none"> • современные методы анализа и расчетов, методы оценки экстремальных характеристик природных явлений; • методы учета антропогенного воздействия на различные стороны гидрометеорологических процессов; • вывод модели для выявления бифуркационных очагов 	Недостаточно знает: <ul style="list-style-type: none"> • современные методы анализа и расчетов, методы оценки экстремальных характеристик природных явлений; • методы учета антропогенного воздействия на различные стороны гидрометеорологических процессов; • вывод модели для выявления бифуркационных очагов 	Хорошо знает: <ul style="list-style-type: none"> • современные методы анализа и расчетов, методы оценки экстремальных характеристик природных явлений; • методы учета антропогенного воздействия на различные стороны гидрометеорологических процессов; • вывод модели для выявления бифуркационных очагов 	Отлично знает. Свободно описывает: <ul style="list-style-type: none"> • современные методы анализа и расчетов, методы оценки экстремальных характеристик природных явлений; • методы учета антропогенного воздействия на различные стороны гидрометеорологических процессов; • вывод модели для выявления бифуркационных очагов
	Уметь: <ul style="list-style-type: none"> • применять современные методы анализа гидрометеорологической информации; анализировать полученные результаты и делать обобщения • выявлять естественнонаучную сущность проблем гидрологии 	Не умеет: <ul style="list-style-type: none"> • применять современные методы анализа гидрометеорологической информации; анализировать полученные результаты и делать обобщения • выявлять естественнонаучную сущность проблем гидрологии 	Затрудняется: <ul style="list-style-type: none"> • применять современные методы анализа гидрометеорологической информации; анализировать полученные результаты и делать обобщения • выявлять естественнонаучную сущность проблем гидрологии 	Умеет: <ul style="list-style-type: none"> • применять современные методы анализа гидрометеорологической информации; анализировать полученные результаты и делать обобщения • выявлять естественнонаучную сущность проблем гидрологии 	Умеет свободно: <ul style="list-style-type: none"> • применять современные методы анализа гидрометеорологической информации; анализировать полученные результаты и делать обобщения • выявлять естественнонаучную сущность проблем гидрологии
	Владеть: <ul style="list-style-type: none"> • различными информационными и геоинформационными базами данных гидрометеорологических наблюдений 	Не владеет: <ul style="list-style-type: none"> • различными информационными и геоинформационными базами данных гидрометеорологических наблюдений 	Недостаточно владеет: <ul style="list-style-type: none"> • различными информационными и геоинформационными базами данных гидрометеорологических наблюдений 	Хорошо владеет: <ul style="list-style-type: none"> • различными информационными и геоинформационными базами данных гидрометеорологических наблюдений 	Свободно владеет: <ul style="list-style-type: none"> • различными информационными и геоинформационными базами данных гидрометеорологических наблюдений

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 Второй этап (уровень)	Знать: • современные методы анализа и расчетов, методы оценки процессов	Не знает: • современные методы анализа и расчетов, методы оценки процессов	Недостаточно знает: • современные методы анализа и расчетов, методы оценки процессов	Хорошо знает: • современные методы анализа и расчетов, методы оценки процессов	Отлично знает. Свободно описывает: • современные методы анализа и расчетов, методы оценки процессов
	Уметь: • выбирать оптимальные методы и средства решения поставленных задач	Не умеет: • выбирать оптимальные методы и средства решения поставленных задач	Затрудняется: • выбирать оптимальные методы и средства решения поставленных задач	Умеет: • выбирать оптимальные методы и средства решения поставленных задач	Умеет свободно: • выбирать оптимальные методы и средства решения поставленных задач
	Владеть: • научно-обоснованной интерпретацией выявленной закономерности зависимости фрактальной размерности рядов многолетнего стока от климатической нормы приземной температуры воздуха; • тезариусом частично инфинитной гидрологии в части обеспечения терминологического понимания технологий выявления неустойчивостей формирования речного стока и имеющих на текущий момент возможностей по ее ликвидации или смягчению.	Не владеет: • научно-обоснованной интерпретацией выявленной закономерности зависимости фрактальной размерности рядов многолетнего стока от климатической нормы приземной температуры воздуха; • тезариусом частично инфинитной гидрологии в части обеспечения терминологического понимания технологий выявления неустойчивостей формирования речного стока и имеющих на текущий момент возможностей по ее ликвидации или смягчению.	Недостаточно владеет: • научно-обоснованной интерпретацией выявленной закономерности зависимости фрактальной размерности рядов многолетнего стока от климатической нормы приземной температуры воздуха; • тезариусом частично инфинитной гидрологии в части обеспечения терминологического понимания технологий выявления неустойчивостей формирования речного стока и имеющих на текущий момент возможностей по ее ликвидации или смягчению.	Хорошо владеет: • научно-обоснованной интерпретацией выявленной закономерности зависимости фрактальной размерности рядов многолетнего стока от климатической нормы приземной температуры воздуха; • тезариусом частично инфинитной гидрологии в части обеспечения терминологического понимания технологий выявления неустойчивостей формирования речного стока и имеющих на текущий момент возможностей по ее ликвидации или смягчению.	Свободно владеет: • научно-обоснованной интерпретацией выявленной закономерности зависимости фрактальной размерности рядов многолетнего стока от климатической нормы приземной температуры воздуха; • тезариусом частично инфинитной гидрологии в части обеспечения терминологического понимания технологий выявления неустойчивостей формирования речного стока и имеющих на текущий момент возможностей по ее ликвидации или смягчению.

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-2 Второй этап (уровень)	Знать: • современные достижения науки и передовых технологий в области гидрометеорологии	Не знает: • современные достижения науки и передовых технологий в области гидрометеорологии	Недостаточно знает: • современные достижения науки и передовых технологий в области гидрометеорологии	Хорошо знает: • современные достижения науки и передовых технологий в области гидрометеорологии	Отлично знает. Свободно описывает: • современные достижения науки и передовых технологий в области гидрометеорологии
	Уметь: • ставить задачи исследования, • интерпретировать и представлять результаты исследований	Не умеет: • ставить задачи исследования, • интерпретировать и представлять результаты исследований	Затрудняется: • ставить задачи исследования, • интерпретировать и представлять результаты исследований	Умеет: • ставить задачи исследования, • интерпретировать и представлять результаты исследований	Умеет свободно: • ставить задачи исследования, • интерпретировать и представлять результаты исследований
	Владеть: • методикой анализа результатов и эффективности проведения различных видов работ	Не владеет: • методикой анализа результатов и эффективности проведения различных видов работ	Недостаточно владеет: • методикой анализа результатов и эффективности проведения различных видов работ	Хорошо владеет: • методикой анализа результатов и эффективности проведения различных видов работ	Свободно владеет: • методикой анализа результатов и эффективности проведения различных видов работ

Этап (уровень) освоения компе- тенции	Планируемый результат обучения (показатели дос- тижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2	3 (минимальный)	4 (базовый)	5 (продвинутый)
ПК-4 Второй этап (уровень)	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • фундаментальный характер отличия формального уравнения Пирсона с подгоночным характером его коэффициентов от аналогичного уравнения, полученного из модели Фоккера-Планка-Колмогорова (ФПК) с выявленным физико-гидрологическим смыслом его коэффициентов; • общий характер систем уравнений для начальных моментов вероятностных распределений стоковых характеристик и условия, при которых соблюдаются и нарушаются аттрактивные свойства ее решений • диагностические свойства коэффициента автокорреляции и многолетней нормы приземной температуры воздуха 	<p>Не знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • фундаментальный характер отличия формального уравнения Пирсона с подгоночным характером его коэффициентов от аналогичного уравнения, полученного из модели Фоккера-Планка-Колмогорова (ФПК) с выявленным физико-гидрологическим смыслом его коэффициентов; • общий характер систем уравнений для начальных моментов вероятностных распределений стоковых характеристик и условия, при которых соблюдаются и нарушаются аттрактивные свойства ее решений • диагностические свойства коэффициента автокорреляции и многолетней нормы приземной температуры воздуха 	<p>Недостаточно знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • фундаментальный характер отличия формального уравнения Пирсона с подгоночным характером его коэффициентов от аналогичного уравнения, полученного из модели Фоккера-Планка-Колмогорова (ФПК) с выявленным физико-гидрологическим смыслом его коэффициентов; • общий характер систем уравнений для начальных моментов вероятностных распределений стоковых характеристик и условия, при которых соблюдаются и нарушаются аттрактивные свойства ее решений • диагностические свойства коэффициента автокорреляции и многолетней нормы приземной температуры воздуха 	<p>Хорошо знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • фундаментальный характер отличия формального уравнения Пирсона с подгоночным характером его коэффициентов от аналогичного уравнения, полученного из модели Фоккера-Планка-Колмогорова (ФПК) с выявленным физико-гидрологическим смыслом его коэффициентов; • общий характер систем уравнений для начальных моментов вероятностных распределений стоковых характеристик и условия, при которых соблюдаются и нарушаются аттрактивные свойства ее решений • диагностические свойства коэффициента автокорреляции и многолетней нормы приземной температуры воздуха 	<p>Отлично знает. Свободно описывает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • фундаментальный характер отличия формального уравнения Пирсона с подгоночным характером его коэффициентов от аналогичного уравнения, полученного из модели Фоккера-Планка-Колмогорова (ФПК) с выявленным физико-гидрологическим смыслом его коэффициентов; • общий характер систем уравнений для начальных моментов вероятностных распределений стоковых характеристик и условия, при которых соблюдаются и нарушаются аттрактивные свойства ее решений • диагностические свойства коэффициента автокорреляции и многолетней нормы приземной температуры воздуха

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-4 Второй этап (уровень)	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • достигать аттрактивности решений моделей формирования вероятностных распределений многолетнего стока путем расширения фазового пространства за счет учета испарения и перехода к условным вероятностным распределениям стоковых характеристик; • обеспечивать устойчивость долгосрочных оценок гидрологических последствий изменения климата, используя методы частично инфинитной гидрологии 	<p>Не умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • достигать аттрактивности решений моделей формирования вероятностных распределений многолетнего стока путем расширения фазового пространства за счет учета испарения и перехода к условным вероятностным распределениям стоковых характеристик; • обеспечивать устойчивость долгосрочных оценок гидрологических последствий изменения климата, используя методы частично инфинитной гидрологии 	<p>Затрудняется:</p> <ul style="list-style-type: none"> • достигать аттрактивности решений моделей формирования вероятностных распределений многолетнего стока путем расширения фазового пространства за счет учета испарения и перехода к условным вероятностным распределениям стоковых характеристик; • обеспечивать устойчивость долгосрочных оценок гидрологических последствий изменения климата, используя методы частично инфинитной гидрологии 	<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • достигать аттрактивности решений моделей формирования вероятностных распределений многолетнего стока путем расширения фазового пространства за счет учета испарения и перехода к условным вероятностным распределениям стоковых характеристик; • обеспечивать устойчивость долгосрочных оценок гидрологических последствий изменения климата, используя методы частично инфинитной гидрологии 	<p>Умеет свободно:</p> <ul style="list-style-type: none"> • достигать аттрактивности решений моделей формирования вероятностных распределений многолетнего стока путем расширения фазового пространства за счет учета испарения и перехода к условным вероятностным распределениям стоковых характеристик; • обеспечивать устойчивость долгосрочных оценок гидрологических последствий изменения климата, используя методы частично инфинитной гидрологии
	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками самостоятельной работы с научно-технической литературой; • тезариусом частично инфинитной гидрологии в части обеспечения терминологического понимания технологий выявления неустойчивостей формирования речного стока и имеющихся на текущий момент возможностей по ее ликвидации или смягчению 	<p>Не владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками самостоятельной работы с научно-технической литературой; • тезариусом частично инфинитной гидрологии в части обеспечения терминологического понимания технологий выявления неустойчивостей формирования речного стока и имеющихся на текущий момент возможностей по ее ликвидации или смягчению 	<p>Недостаточно владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками самостоятельной работы с научно-технической литературой; • тезариусом частично инфинитной гидрологии в части обеспечения терминологического понимания технологий выявления неустойчивостей формирования речного стока и имеющихся на текущий момент возможностей по ее ликвидации или смягчению 	<p>Хорошо владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками самостоятельной работы с научно-технической литературой; • тезариусом частично инфинитной гидрологии в части обеспечения терминологического понимания технологий выявления неустойчивостей формирования речного стока и имеющихся на текущий момент возможностей по ее ликвидации или смягчению 	<p>Свободно владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками самостоятельной работы с научно-технической литературой; • тезариусом частично инфинитной гидрологии в части обеспечения терминологического понимания технологий выявления неустойчивостей формирования речного стока и имеющихся на текущий момент возможностей по ее ликвидации или смягчению

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-13 Второй этап (уровень)	Знать: <ul style="list-style-type: none"> пути достижения аттрактивности решений моделей формирования вероятностных распределений многолетнего стока в виде уравнения ФПК и его конечномерных аппроксимаций системой уравнений для начальных моментов 	Не знает: <ul style="list-style-type: none"> пути достижения аттрактивности решений моделей формирования вероятностных распределений многолетнего стока в виде уравнения ФПК и его конечномерных аппроксимаций системой уравнений для начальных моментов 	Недостаточно знает: <ul style="list-style-type: none"> пути достижения аттрактивности решений моделей формирования вероятностных распределений многолетнего стока в виде уравнения ФПК и его конечномерных аппроксимаций системой уравнений для начальных моментов 	Хорошо знает: <ul style="list-style-type: none"> пути достижения аттрактивности решений моделей формирования вероятностных распределений многолетнего стока в виде уравнения ФПК и его конечномерных аппроксимаций системой уравнений для начальных моментов 	Отлично знает. Свободно описывает: <ul style="list-style-type: none"> пути достижения аттрактивности решений моделей формирования вероятностных распределений многолетнего стока в виде уравнения ФПК и его конечномерных аппроксимаций системой уравнений для начальных моментов
	Уметь: <ul style="list-style-type: none"> использовать фундаментальные и прикладные разделы специальных гидрологических дисциплин для предложения путей решений тупиковых задач гидрологии; достигать аттрактивности решений моделей формирования вероятностных распределений многолетнего стока путем расширения фазового пространства за счет учета испарения и перехода к условным вероятностным распределениям стоковых характеристик обеспечивать устойчи- 	Не умеет: <ul style="list-style-type: none"> использовать фундаментальные и прикладные разделы специальных гидрологических дисциплин для предложения путей решений тупиковых задач гидрологии; достигать аттрактивности решений моделей формирования вероятностных распределений многолетнего стока путем расширения фазового пространства за счет учета испарения и перехода к условным вероятностным распределениям стоковых характеристик обеспечивать устойчивость долгосрочных оценок гид- 	Затрудняется: <ul style="list-style-type: none"> использовать фундаментальные и прикладные разделы специальных гидрологических дисциплин для предложения путей решений тупиковых задач гидрологии; достигать аттрактивности решений моделей формирования вероятностных распределений многолетнего стока путем расширения фазового пространства за счет учета испарения и перехода к условным вероятностным распределениям стоковых характеристик обеспечивать устойчивость долгосрочных оценок гид- 	Умеет: <ul style="list-style-type: none"> использовать фундаментальные и прикладные разделы специальных гидрологических дисциплин для предложения путей решений тупиковых задач гидрологии; достигать аттрактивности решений моделей формирования вероятностных распределений многолетнего стока путем расширения фазового пространства за счет учета испарения и перехода к условным вероятностным распределениям стоковых характеристик обеспечивать устойчивость долгосрочных оценок гид- 	Умеет свободно: <ul style="list-style-type: none"> использовать фундаментальные и прикладные разделы специальных гидрологических дисциплин для предложения путей решений тупиковых задач гидрологии; достигать аттрактивности решений моделей формирования вероятностных распределений многолетнего стока путем расширения фазового пространства за счет учета испарения и перехода к условным вероятностным распределениям стоковых характеристик обеспечивать устойчивость долгосрочных оценок гид-

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемый результат обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2	3 (минимальный)	4 (базовый)	5 (продвинутый)
	вость долгосрочных оценок гидрологических последствий изменения климата, используя методы частично инфинитной гидрологии	рологических последствий изменения климата, используя методы частично инфинитной гидрологии	рологических последствий изменения климата, используя методы частично инфинитной гидрологии	рологических последствий изменения климата, используя методы частично инфинитной гидрологии	рологических последствий изменения климата, используя методы частично инфинитной гидрологии
	Владеть: • способами оценки и управления рисками с целью снижения негативных последствий для окружающей среды	Не владеет: • способами оценки и управления рисками с целью снижения негативных последствий для окружающей среды	Недостаточно владеет: • способами оценки и управления рисками с целью снижения негативных последствий для окружающей среды	Хорошо владеет: • способами оценки и управления рисками с целью снижения негативных последствий для окружающей среды	Свободно владеет: • способами оценки и управления рисками с целью снижения негативных последствий для окружающей среды

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часа

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

Объем дисциплины	Всего часов	
	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72
Контактная работа обучающихся с преподавателям – всего:	28	14
в том числе:		
лекции	14	4
практические занятия (семинары)	14	4
Самостоятельная работа	44	64
Вид промежуточной аттестации	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, практич.	Самост. работа			
1	Аттракторы процессов формирования многолетнего речного стока	3	6	6	22	Доклады на семинаре	4	ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-4, ПК-13
2	Диагностирование бифуркационных очагов при формировании многолетнего годового стока	3	8	8	22	Доклады на семинаре	6	ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-4, ПК-13
	ИТОГО	3	14	14	44		10	

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, практич.	Самост. работа			
1	Аттракторы процессов формирования многолетнего речного стока	2	2	2	30	Доклады на семинаре	–	ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-4, ПК-13
2	Диагностирование бифуркационных очагов при формировании многолетнего годового стока	2	2	2	34	Доклады на семинаре	–	ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-4, ПК-13
ИТОГО			4	4	64			

4.2. Содержание разделов дисциплины

4.2.1. Аттракторы процессов формирования многолетнего речного стока

Традиционное и эволюционное вероятностное описание многолетнего речного стока. Уравнение Пирсона с традиционным пониманием его коэффициентов как «подгоночных», оптимизирующих соответствие аналитической аппроксимации эмпирическим вероятностным распределениям. Придание физико-гидрологического смысла коэффициентам уравнения Пирсона при его выводе из уравнения Фоккера-Планка-Колмогорова (ФПК).

Аппроксимация уравнения Пирсона системой дифференциальных уравнений для начальных моментов вероятностных распределений. Условия аттрактивности ее решений и их нарушение.

Достижение аттрактивности решений путем: а) упрощения системы уравнения для моментов; 2) перебросом мультипликативных шумов на аддитивные; 3) разгрузкой мультипликативных шумов за счет введения в модель источника этих шумов в качестве новой фазовой переменной – искомой функции (вместо задаваемых коэффициентов модели).

4.2.2. Диагностирование бифуркационных очагов при формировании многолетнего годового стока

Вывод модели в виде отображения для выявления бифуркационных очагов путем замены линейного формирующего фильтра логистической дискретной моделью. Понятие бифуркаций. Физический (гидрологический) смысл бифуркационного параметра.

Понятие бифуркационной диаграммы и ее диагностический смысл. Программное построение бифуркационных диаграмм и их интерпретация с точки зрения выявления условий перехода от одномодальных распределений к полимодальным и их полной хаотизации.

Диагностические свойства коэффициента автокорреляции многолетних рядов стока. Многолетняя норма температуры приземного воздуха как диагностический и прогностический параметр фрактальности рядов речного стока.

4.3. Семинарские, практические занятия, их содержание

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика занятий	Форма проведения	Формируемые компетенции
1	1	Достижение аттрактивности решений моделей формирования вероятностных распределений многолетнего стока путем расширения фазового пространства за счет учета испарения и перехода к условным вероятностным распределениям стоковых характеристик	Практические занятия	ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-4, ПК-13
2	1	Обеспечение устойчивости долгосрочных оценок гидрологических последствий изменения климата путем упрощения модели формирования стока в виде системы уравнений для моментов и перевода мультипликативных шумов к аддитивные	Практические занятия	ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-4, ПК-13
3	2	Диагностирование бифуркационных очагов формирования стока и выявление речных бассейнов с полимодальными вероятностными распределениями	Практические занятия	ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-4, ПК-13
4	2	Диагностирование речных бассейнов с неустойчивыми моментами с помощью коэффициента автокорреляции	Практические занятия	ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-4, ПК-13
5	1	Традиционное использование решений уравнения Пирсона для аналитической аппроксимации эмпирических вероятностных распределений.	Семинар	ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-4, ПК-13
6	1	Основные недостатки распределений Крицкого-Менкеля	Семинар	ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-4, ПК-13
7	1	Общий недостаток уравнения Пирсона при его использовании без раскрытия физического смысла коэффициентов для моделирования и прогнозирования	Семинар	ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-4, ПК-13
8	1	Физико-гидрологический смысл коэффициентов уравнения Пирсона при его выводе из уравнения Фоккера-Планка-Колмогорова	Семинар	ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-4, ПК-13
9	1	Система обыкновенных дифференциальных уравнения для начальных моментов. Условия, при которых их решения устойчивы (аттрактивны) и не устойчивы	Семинар	ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-4, ПК-13
10	1	Пути достижения аттрактивности решений стохастических моделей формирования вероятностных распределений	Семинар	м

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика занятий	Форма проведения	Формируемые компетенции
11	2	Вывод модели для выявления бифуркационных очагов путем перехода к логистической дискретной модели	Семинар	ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-4, ПК-13
12	2	Понятие бифуркаций. Физико-гидрологический смысл бифуркационного параметра	Семинар	ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-4, ПК-13
13	2	Понятие бифуркационной диаграммы и ее диагностический смысл	Семинар	ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-4, ПК-13
14	2	Программное построение бифуркационных диаграмм и их интерпретация с точки зрения выявления условий перехода от одномодальных распределений к полимодальным с их полной хаотизации.	Семинар	ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-4, ПК-13
15	2	Диагностические свойства коэффициента автокорреляции многолетних рядов стока	Семинар	ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-4, ПК-13
16	2	Многолетняя норма приземной температуры воздуха как диагностический параметр фрактальности рядов речного стока	Семинар	ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-4, ПК-13

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

5.1. Текущий контроль

а). Примерная тематика докладов на семинарах

- Традиционное использование решений уравнения Пирсона для аналитической аппроксимации эмпирических вероятностных распределений.
- Основные недостатки распределений Крицкого-Менкеля
- Общий недостаток уравнения Пирсона при его использовании без раскрытия физического смысла коэффициентов для моделирования и прогнозирования
- Физико-гидрологический смысл коэффициентов уравнения Пирсона при его выводе из уравнения Фоккера-Планка-Колмогорова
- Система обыкновенных дифференциальных уравнения для начальных моментов. Условия, при которых их решения устойчивы (аттрактивны) и не устойчивы
- Пути достижения аттрактивности решений стохастических моделей формирования вероятностных распределений
- Вывод модели для выявления бифуркационных очагов путем перехода к логистической дискретной модели
- Понятие бифуркаций. Физико-гидрологический смысл бифуркационного параметра
- Понятие бифуркационной диаграммы и ее диагностический смысл
- Программное построение бифуркационных диаграмм и их интерпретация с точки зрения выявления условий перехода от одномодальных распределений к полимодальным с их полной хаотизации.
- Диагностические свойства коэффициента автокорреляции многолетних рядов стока
- Многолетняя норма приземной температуры воздуха как диагностический параметр фрактальности рядов речного стока

5.2. Методические указания по организации самостоятельной работы

В течение семестра студент обязан самостоятельно прорабатывать материал, изложенный на лекциях, для чего рекомендуется использовать сделанные на лекциях конспекты, изучить основную и дополнительную литературу. Освоение материала и выполнение практических работ проходит при регулярных, по возможности, консультациях с преподавателем.

5.3. Промежуточный контроль: зачет

Перечень вопросов к зачету

1. В чем основное различие традиционного уравнения Пирсона от этого же уравнения, полученного из модели формирования многолетнего речного стока Фоккера-Планка-Колмогорова?
2. Какой физико-гидрологический смысл коэффициентов уравнения Пирсона, полученного из уравнения Фоккера-Планка-Колмогорова?
3. Система обыкновенных дифференциальных уравнений для начальных моментов распределения речного стока, условия существования и нарушения аттрактивности ее решений.
4. Пути достижения аттрактивности решений моделей формирования вероятностных распределений многолетнего стока в виде уравнения Фоккера-Планка-Колмогорова и его конечномерных аппроксимаций системой уравнений для моментов.
5. Вывод модели в виде отображения для выявления бифуркационных очагов. Понятие бифуркаций. Физико-гидрологический смысл бифуркационного параметра.
6. Понятие бифуркационной диаграммы и ее диагностический смысл с точки зрения смены модальности распределений плотности вероятности при изменении бифуркационного параметра.
7. Диагностические свойства коэффициента автокорреляции многолетних рядов стока.
8. Многолетняя норма приземной температуры воздуха как диагностический и прогностический параметр фрактальности рядов речного стока.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Коваленко В.В. Обеспечение устойчивости моделирования и прогнозирования речного стока методами частично инфинитной гидрологии. – СПб.: изд. РГГМУ, 2011. – 107 с. – Электронный ресурс. Режим доступа: http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-504195011.pdf
2. Коваленко В.В., Викторова Н.В., Гайдукова Е.В. Моделирование гидрологических процессов. – СПб.: изд. РГГМУ, 2006. – 559 с.
3. Коваленко В.В. Частично инфинитная гидрология. – СПб.: изд. РГГМУ, 2007. – 230 с. – Электронный ресурс. Режим доступа: http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-504200309.pdf

б) дополнительная литература:

1. Коваленко В.В. Частично инфинитное моделирование и прогнозирование процессов развития. – СПб.: изд. РГГМУ, 1998.
2. Коваленко В.В., Гайдукова Е.В. Влияние климатической нормы приземной температуры воздуха на фрактальную размерность рядов многолетнего речного стока // ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК. – 2011. – Том. 439. – № 6. – С. 815 – 817.
3. Коваленко В.В., Гайдукова Е.В. Практикум по дисциплине «Моделирование гидрологических процессов. Часть I. Динамические модели» (на базе языка C++). – СПб.: изд. РГГМУ, 2010. – 147 с. – Электронный ресурс. Режим доступа: http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-417153014.pdf
4. Коваленко В.В., Гайдукова Е.В., Викторова Н.В. Практикум по дисциплине «Моде-

лирование гидрологических процессов. Часть II. Стохастические модели» (на базе языка C++). – СПб.: изд. РГГМУ, 2012. – 247 с.

5. Коваленко В.В., Гайдукова Е.В., Викторова Н.В. Практикум по дисциплине «Моделирование гидрологических процессов. Часть III. Частично ифинитное моделирование» (на базе языка C++ Builder). – СПб.: изд. РГГМУ, 2013. – 160 с.

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>

д) Профессиональные базы данных:

- Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр данных. Режим доступа: <http://meteo.ru/>
- National Climate Data Center. Режим доступа: <http://www.ncdc.noaa.gov>
- National Geophysic Data Center. Режим доступа: <http://www.ngdc.noaa.gov>
- Publishing Network for Geoscientific & Environmental Data. Режим доступа: <http://www.pangaea.de>

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 «Перспектив Науки». Режим доступа: <http://www.prospektnauki.ru/>
- Электронно-библиотечная система elibrary. Режим доступа: <https://elibrary.ru/>
- Электронная библиотека РГО. Режим доступа: <http://lib.rgo.ru/dsweb/HomePage>
- Государственная публичная научно-техническая библиотека СО РАН. Режим доступа: <http://www.spsl.nsc.ru>
- Российская государственная библиотека. Режим доступа: <http://www.rsl.ru/>

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекции	<p>Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины.</p> <p>Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь.</p> <p>Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе.</p> <p>Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом (семинарском) занятии.</p>

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Семинарские занятия	<p>Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме.</p> <p>Подготовка доклада с выделением основных положений и терминов освещаемой темы, изложением основных аспектов проблемы, анализом мнений авторов и формирование собственного суждения по исследуемой теме. Подготовка вопросов для обсуждения с аудиторией. Подготовка презентации к докладу.</p>
Практические занятия	<p>Внимательно слушать объяснения и рекомендации преподавателя о методах решения поставленной задачи, порядке выполнения работы.</p> <p>При оформлении задания указывать расчетные формулы, применяемые при решении задачи, отражать промежуточные результаты вычислений.</p> <p>По мере необходимости визуализировать результаты расчетов в виде графиков.</p> <p>Провести анализ полученных результатов и записать в выводах по проведенной работе.</p>
Подготовка к зачету	<p>При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, вопросы для подготовки к зачету и т.д.</p>

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
<p>Аттракторы процессов формирования многолетнего речного стока</p> <p>Диагностирование бифуркационных очагов при формировании многолетнего годового стока</p>	<p>Образовательные технологии:</p> <ul style="list-style-type: none"> • интерактивное взаимодействие педагога и аспиранта; • сочетание индивидуального и коллективного обучения; • занятия, проводимые в форме диалога, дискуссии; • технология развития критического мышления <p>Информационные технологии:</p> <ul style="list-style-type: none"> • проведение занятий с использованием слайд-презентаций; • организация взаимодействия педагога с аспирантом 	<p>Программное обеспечение:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Microsoft Windows • Microsoft Office <p>Информационно-справочные системы:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ЭБС «ГидроМетеоОнлайн» • Национальная электронная библиотека (НЭБ) • ЭБС «Znanium» • ЭБС «Перспект Науки» • Электронно-библиотечная система elibrary • Электронная библиотека РГО • Государственная публичная научно-техническая библиотека СО РАН • Российская государственная библиотека <p>Профессиональные базы данных:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Всероссийский научно-

Тема (раздел) дисциплины	Образовательные и информационные технологии	Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем
	<p>рантом посредством электронной информационно-образовательной среды</p> <ul style="list-style-type: none"> • использование профессиональных баз данных и информационно-справочных систем 	<p>исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр данных</p> <ul style="list-style-type: none"> • National Climate Data Center • National Geophysic Data Center. • Publishing Network for Geoscientific & Environmental Data.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитории для проведения занятий лекционного типа – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации: портативным компьютером (ноутбуком), переносным экраном, мультимедиа-проектором.

Учебная аудитории для проведения занятий семинарского типа – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации: портативным компьютером (ноутбуком), переносным экраном, мультимедиа-проектором.

Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

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 Бюро гидрологических прогнозов, укомплектованного: 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.