

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра гидрофизики и гидропрогнозов

Рабочая программа по дисциплине

**ДИАГНОЗ И ПРОГНОЗ ЭЛЕМЕНТОВ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО  
РЕЖИМА МЕТОДАМИ МНОГОМЕРНОГО СТАТИСТИЧЕСКОГО  
АНАЛИЗА**

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**

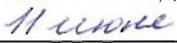
Форма обучения

**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 мая 2019 г., протокол № 9  
Зав. кафедрой  Хаустов В.А.

Автор-разработчик:  
 Шаночкин С.В.

## 1. Цели освоения дисциплины

**Цель дисциплины** «Диагноз и прогноз элементов гидрологического режима методами многомерного статистического анализа» – специализированная подготовка специалистов, владеющих знаниями в области методологии статистического анализа и прогноза гидрологического режима.

**Основной задачей** дисциплины «Диагноз и прогноз элементов гидрологического режима методами многомерного статистического анализа» является подготовка магистра к научно-исследовательской и практической работе по разработке методов гидрологических прогнозов с применением прикладного статистического анализа гидрометеорологической информации.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Диагноз и прогноз элементов гидрологического режима методами многомерного статистического анализа» 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: «Компьютерные технологии в гидрометеорологии», «Экономические и экологические аспекты водопользования».

Параллельно с дисциплиной «Диагноз и прогноз элементов гидрологического режима методами многомерного статистического анализа» 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, озер и водохранилищ», «Пойменные процессы», «Евтрофирование водоемов», «Гидрологические расчеты и прогнозы на озерах и водохранилищах», «Эрозионные процессы на водосборах», «Математические методы анализа в гидрологии», «Специальные главы гидрологии озер и водохранилищ», «Численные методы в гидрологических прогнозах», «Саморегулирующиеся системы в гидрологии», «Динамика и термика озер и водохранилищ».

Дисциплина «Диагноз и прогноз элементов гидрологического режима методами многомерного статистического анализа» 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-3	Способность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, проводить их качественно-количественный анализ
ПК-1	Понимание и творческое использованием 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
ПК-13	Способность к разработке вариантов решения гидрометеорологических задач, анализу этих вариантов, прогнозированию последствий, планированию реализации проекта
ППК-3	Готовность осуществлять первичную обработку и обобщение гидрометеорологических данных, расчеты и прогнозы гидрометеорологических характеристик с использованием информационных и вычислительных систем и технологий

Ключевыми компетенциями, формируемыми в процессе изучения дисциплины, является **ПК-13, ППК-3**

В результате освоения компетенций в рамках дисциплины «Диагноз и прогноз элементов гидрологического режима методами многомерного статистического анализа» обучающийся должен:

Знать:

- теоретические основы методов многомерного анализа;
- приемы физико-статистического диагноза гидрологических процессов;
- методологию построения прогностических моделей.

Уметь:

- формулировать основные задачи статистического диагноза;
- применять методы многомерного статистического анализа для оценки пространственно-временной структуры элементов гидрологического режима;
- осуществлять районирование территории по комплексу ландшафтно-гидрологических характеристик;
- разрабатывать методики прогнозирования на базе результатов физико-статистического диагноза;
- осуществлять верификацию прогностических моделей.

Владеть:

- специальной терминологией;
- техникой разработки моделей анализа данных, основанной на адекватном количественном представлении неколичественной информации;
- методическими приемами конструирования признакового пространства.

Основные признаки проявленности формируемых компетенций в результате освоения дисциплины «Диагноз и прогноз элементов гидрологического режима методами многомерного статистического анализа» 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-3 Первый этап (уровень)	<b>Знать:</b> • методологию построения прогностических моделей	<b>Не знает:</b> • методологию построения прогностических моделей	<b>Недостаточно знает:</b> • методологию построения прогностических моделей	<b>Хорошо знает:</b> • методологию построения прогностических моделей	<b>Отлично знает. Свободно описывает:</b> • методологию построения прогностических моделей
	<b>Уметь:</b> • формулировать основные задачи статистического диагноза; • осуществлять районирование территории по комплексу ландшафтно-гидрологических характеристик	<b>Не умеет:</b> • формулировать основные задачи статистического диагноза; • осуществлять районирование территории по комплексу ландшафтно-гидрологических характеристик	<b>Затрудняется:</b> • формулировать основные задачи статистического диагноза; • осуществлять районирование территории по комплексу ландшафтно-гидрологических характеристик	<b>Умеет:</b> • формулировать основные задачи статистического диагноза; • осуществлять районирование территории по комплексу ландшафтно-гидрологических характеристик	<b>Умеет свободно:</b> • формулировать основные задачи статистического диагноза; • осуществлять районирование территории по комплексу ландшафтно-гидрологических характеристик
	<b>Владеть:</b> • навыками работы со специализированной литературой • перспективными математическими методами решения практических задач	<b>Не владеет:</b> • навыками работы со специализированной литературой • перспективными математическими методами решения практических задач	<b>Недостаточно владеет:</b> • навыками работы со специализированной литературой • перспективными математическими методами решения практических задач	<b>Хорошо владеет:</b> • навыками работы со специализированной литературой • перспективными математическими методами решения практических задач	<b>Свободно владеет:</b> • навыками работы со специализированной литературой • перспективными математическими методами решения практических задач

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)	<b>Знать:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками самостоятельной работы со специализированной литературой;</li> <li>• основные математические модели, используемые для описания вероятностной структуры гидрологических рядов;</li> <li>• методы статистического анализа гидрометеорологических данных</li> </ul>	<b>Не знает:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками самостоятельной работы со специализированной литературой;</li> <li>• основные математические модели, используемые для описания вероятностной структуры гидрологических рядов;</li> <li>• методы статистического анализа гидрометеорологических данных</li> </ul>	<b>Недостаточно знает:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками самостоятельной работы со специализированной литературой;</li> <li>• основные математические модели, используемые для описания вероятностной структуры гидрологических рядов;</li> <li>• методы статистического анализа гидрометеорологических данных</li> </ul>	<b>Хорошо знает:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками самостоятельной работы со специализированной литературой;</li> <li>• основные математические модели, используемые для описания вероятностной структуры гидрологических рядов;</li> <li>• методы статистического анализа гидрометеорологических данных</li> </ul>	<b>Отлично знает. Свободно описывает:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками самостоятельной работы со специализированной литературой;</li> <li>• основные математические модели, используемые для описания вероятностной структуры гидрологических рядов;</li> <li>• методы статистического анализа гидрометеорологических данных</li> </ul>
	<b>Уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• понимать и творчески использовать в научной деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов специальных гидрометеорологических дисциплин;</li> <li>• разрабатывать методики прогнозирования на базе результатов физико-статистического диагноза</li> </ul>	<b>Не умеет:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• понимать и творчески использовать в научной деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов специальных гидрометеорологических дисциплин;</li> <li>• разрабатывать методики прогнозирования на базе результатов физико-статистического диагноза</li> </ul>	<b>Затрудняется:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• понимать и творчески использовать в научной деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов специальных гидрометеорологических дисциплин;</li> <li>• разрабатывать методики прогнозирования на базе результатов физико-статистического диагноза</li> </ul>	<b>Умеет:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• понимать и творчески использовать в научной деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов специальных гидрометеорологических дисциплин;</li> <li>• разрабатывать методики прогнозирования на базе результатов физико-статистического диагноза</li> </ul>	<b>Умеет свободно:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• понимать и творчески использовать в научной деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов специальных гидрометеорологических дисциплин;</li> <li>• разрабатывать методики прогнозирования на базе результатов физико-статистического диагноза</li> </ul>
	<b>Владеть:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками самостоятельной работы со специализированной литературой</li> </ul>	<b>Не владеет:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками самостоятельной работы со специализированной литературой</li> </ul>	<b>Недостаточно владеет:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками самостоятельной работы со специализированной литературой</li> </ul>	<b>Хорошо владеет:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками самостоятельной работы со специализированной литературой</li> </ul>	<b>Свободно владеет:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками самостоятельной работы со специализированной литературой</li> </ul>

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)	<b>Знать:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методы анализа и обработки информации с помощью современных программно-вычислительных средств, согласно поставленным задачам.</li> <li>• источники гидрометеорологической информации</li> <li>• виды гидрологических прогнозов, принципы их разработки и оценки</li> </ul>	<b>Не знает:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методы анализа и обработки информации с помощью современных программно-вычислительных средств, согласно поставленным задачам.</li> <li>• источники гидрометеорологической информации</li> <li>• виды гидрологических прогнозов, принципы их разработки и оценки</li> </ul>	<b>Недостаточно знает:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методы анализа и обработки информации с помощью современных программно-вычислительных средств, согласно поставленным задачам.</li> <li>• источники гидрометеорологической информации</li> <li>• виды гидрологических прогнозов, принципы их разработки и оценки</li> </ul>	<b>Хорошо знает:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методы анализа и обработки информации с помощью современных программно-вычислительных средств, согласно поставленным задачам.</li> <li>• источники гидрометеорологической информации</li> <li>• виды гидрологических прогнозов, принципы их разработки и оценки</li> </ul>	<b>Отлично знает. Свободно описывает:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методы анализа и обработки информации с помощью современных программно-вычислительных средств, согласно поставленным задачам.</li> <li>• источники гидрометеорологической информации</li> <li>• виды гидрологических прогнозов, принципы их разработки и оценки</li> </ul>
	<b>Уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• анализировать результаты теоретических и экспериментальных исследований;</li> <li>• выполнять пространственное обобщение гидрологических характеристик;</li> <li>• осуществлять гидрологические прогнозы на озерах и водохранилищах с различной заблаговременностью для оперативного обеспечения хозяйственных нужд</li> </ul>	<b>Не умеет:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• анализировать результаты теоретических и экспериментальных исследований;</li> <li>• выполнять пространственное обобщение гидрологических характеристик;</li> <li>• осуществлять гидрологические прогнозы на озерах и водохранилищах с различной заблаговременностью для оперативного обеспечения хозяйственных нужд</li> </ul>	<b>Затрудняется:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• анализировать результаты теоретических и экспериментальных исследований;</li> <li>• выполнять пространственное обобщение гидрологических характеристик;</li> <li>• осуществлять гидрологические прогнозы на озерах и водохранилищах с различной заблаговременностью для оперативного обеспечения хозяйственных нужд</li> </ul>	<b>Умеет:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• анализировать результаты теоретических и экспериментальных исследований;</li> <li>• выполнять пространственное обобщение гидрологических характеристик;</li> <li>• осуществлять гидрологические прогнозы на озерах и водохранилищах с различной заблаговременностью для оперативного обеспечения хозяйственных нужд</li> </ul>	<b>Умеет свободно:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• анализировать результаты теоретических и экспериментальных исследований;</li> <li>• выполнять пространственное обобщение гидрологических характеристик;</li> <li>• осуществлять гидрологические прогнозы на озерах и водохранилищах с различной заблаговременностью для оперативного обеспечения хозяйственных нужд</li> </ul>

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)	<p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками владения современной техникой и методами исследования в области гидрометеорологии;</li> <li>• методами имитационного моделирования;</li> <li>• методы корреляционного, спектрального и кластерного анализа, используемые в гидрологии</li> <li>• методами решения гидрологических задач с привлечением современных вычислительных средств</li> </ul>	<p><b>Не владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками владения современной техникой и методами исследования в области гидрометеорологии;</li> <li>• методами имитационного моделирования;</li> <li>• методы корреляционного, спектрального и кластерного анализа, используемые в гидрологии</li> <li>• методами решения гидрологических задач с привлечением современных вычислительных средств</li> </ul>	<p><b>Недостаточно владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками владения современной техникой и методами исследования в области гидрометеорологии;</li> <li>• методами имитационного моделирования;</li> <li>• методы корреляционного, спектрального и кластерного анализа, используемые в гидрологии</li> <li>• методами решения гидрологических задач с привлечением современных вычислительных средств</li> </ul>	<p><b>Хорошо владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками владения современной техникой и методами исследования в области гидрометеорологии;</li> <li>• методами имитационного моделирования;</li> <li>• методы корреляционного, спектрального и кластерного анализа, используемые в гидрологии</li> <li>• методами решения гидрологических задач с привлечением современных вычислительных средств</li> </ul>	<p><b>Свободно владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками владения современной техникой и методами исследования в области гидрометеорологии;</li> <li>• методами имитационного моделирования;</li> <li>• методы корреляционного, спектрального и кластерного анализа, используемые в гидрологии</li> <li>• методами решения гидрологических задач с привлечением современных вычислительных средств</li> </ul>

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 Первый этап (уровень)	<b>Знать:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>теоретические основы математических методов, применяемых для анализа, контроля качества и обработки гидрометеорологических данных</li> <li>применять методы многомерного статистического анализа для оценки пространственно-временной структуры элементов гидрологического режима</li> </ul>	<b>Не знает:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>теоретические основы математических методов, применяемых для анализа, контроля качества и обработки гидрометеорологических данных</li> <li>применять методы многомерного статистического анализа для оценки пространственно-временной структуры элементов гидрологического режима</li> </ul>	<b>Недостаточно знает:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>теоретические основы математических методов, применяемых для анализа, контроля качества и обработки гидрометеорологических данных</li> <li>применять методы многомерного статистического анализа для оценки пространственно-временной структуры элементов гидрологического режима</li> </ul>	<b>Хорошо знает:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>теоретические основы математических методов, применяемых для анализа, контроля качества и обработки гидрометеорологических данных</li> <li>применять методы многомерного статистического анализа для оценки пространственно-временной структуры элементов гидрологического режима</li> </ul>	<b>Отлично знает. Свободно описывает:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>теоретические основы математических методов, применяемых для анализа, контроля качества и обработки гидрометеорологических данных</li> <li>применять методы многомерного статистического анализа для оценки пространственно-временной структуры элементов гидрологического режима</li> </ul>
	<b>Уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>применять методы многомерного статистического анализа для оценки пространственно-временной структуры элементов гидрологического режима</li> </ul>	<b>Не умеет:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>применять методы многомерного статистического анализа для оценки пространственно-временной структуры элементов гидрологического режима</li> </ul>	<b>Затрудняется:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>применять методы многомерного статистического анализа для оценки пространственно-временной структуры элементов гидрологического режима</li> </ul>	<b>Умеет:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>применять методы многомерного статистического анализа для оценки пространственно-временной структуры элементов гидрологического режима</li> </ul>	<b>Умеет свободно:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>применять методы многомерного статистического анализа для оценки пространственно-временной структуры элементов гидрологического режима</li> </ul>
	<b>Владеть:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>техникой разработки моделей анализа данных, основанной на адекватном количественном представлении неколичественной информации</li> </ul>	<b>Не владеет:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>техникой разработки моделей анализа данных, основанной на адекватном количественном представлении неколичественной информации</li> </ul>	<b>Недостаточно владеет:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>техникой разработки моделей анализа данных, основанной на адекватном количественном представлении неколичественной информации</li> </ul>	<b>Хорошо владеет:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>техникой разработки моделей анализа данных, основанной на адекватном количественном представлении неколичественной информации</li> </ul>	<b>Свободно владеет:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>техникой разработки моделей анализа данных, основанной на адекватном количественном представлении неколичественной информации</li> </ul>

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)	<b>Знать:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методы анализа и обработки информации с помощью современных программно-вычислительных средств, согласно поставленным задачам.</li> <li>• методы расчета и прогноза гидрометеорологических характеристик с использованием информационных и вычислительных систем и технологий</li> <li>• виды гидрологических прогнозов, принципы их разработки и оценки;</li> <li>• теоретические основы методов многомерного анализа</li> </ul>	<b>Не знает:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методы анализа и обработки информации с помощью современных программно-вычислительных средств, согласно поставленным задачам.</li> <li>• методы расчета и прогноза гидрометеорологических характеристик с использованием информационных и вычислительных систем и технологий</li> <li>• виды гидрологических прогнозов, принципы их разработки и оценки;</li> <li>• теоретические основы методов многомерного анализа</li> </ul>	<b>Недостаточно знает:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методы анализа и обработки информации с помощью современных программно-вычислительных средств, согласно поставленным задачам.</li> <li>• методы расчета и прогноза гидрометеорологических характеристик с использованием информационных и вычислительных систем и технологий</li> <li>• виды гидрологических прогнозов, принципы их разработки и оценки;</li> <li>• теоретические основы методов многомерного анализа</li> </ul>	<b>Хорошо знает:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методы анализа и обработки информации с помощью современных программно-вычислительных средств, согласно поставленным задачам.</li> <li>• методы расчета и прогноза гидрометеорологических характеристик с использованием информационных и вычислительных систем и технологий</li> <li>• виды гидрологических прогнозов, принципы их разработки и оценки;</li> <li>• теоретические основы методов многомерного анализа</li> </ul>	<b>Отлично знает. Свободно описывает:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методы анализа и обработки информации с помощью современных программно-вычислительных средств, согласно поставленным задачам.</li> <li>• методы расчета и прогноза гидрометеорологических характеристик с использованием информационных и вычислительных систем и технологий</li> <li>• виды гидрологических прогнозов, принципы их разработки и оценки;</li> <li>• теоретические основы методов многомерного анализа</li> </ul>
	<b>Уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• осуществлять верификацию прогностических моделей</li> <li>• использовать современную технику для решения профессиональных задач</li> </ul>	<b>Не умеет:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• осуществлять верификацию прогностических моделей</li> <li>• использовать современную технику для решения профессиональных задач</li> </ul>	<b>Затрудняется:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• осуществлять верификацию прогностических моделей</li> <li>• использовать современную технику для решения профессиональных задач</li> </ul>	<b>Умеет:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• осуществлять верификацию прогностических моделей</li> <li>• использовать современную технику для решения профессиональных задач</li> </ul>	<b>Умеет свободно:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• осуществлять верификацию прогностических моделей</li> <li>• использовать современную технику для решения профессиональных задач</li> </ul>

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемый результат обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2	3 (минимальный)	4 (базовый)	5 (продвинутый)
	<b>Владеть:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками статистической обработки данных гидрометеорологических наблюдений;</li> <li>• методическими приемами конструирования признакового пространства</li> </ul>	<b>Не владеет:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками статистической обработки данных гидрометеорологических наблюдений;</li> <li>• методическими приемами конструирования признакового пространства</li> </ul>	<b>Недостаточно владеет:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками статистической обработки данных гидрометеорологических наблюдений;</li> <li>• методическими приемами конструирования признакового пространства</li> </ul>	<b>Хорошо владеет:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками статистической обработки данных гидрометеорологических наблюдений;</li> <li>• методическими приемами конструирования признакового пространства</li> </ul>	<b>Свободно владеет:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками статистической обработки данных гидрометеорологических наблюдений;</li> <li>• методическими приемами конструирования признакового пространства</li> </ul>

#### 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
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>	<b>72</b>	<b>72</b>
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателям (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:</b>	<b>28</b>	<b>8</b>
в том числе:		
лекции	14	4
практические занятия (семинары)	14	4
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>44</b>	<b>64</b>
<b>Вид промежуточной аттестации (зачет/экзамен)</b>	<b>Зачет</b>	<b>Зачет</b>

#### 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	Введение	2	2	2	14	Доклад на семинаре	–	ОПК-3, ПК-1, ПК-3, ПК-13, ППК-3
2	Теоретические основы методов многомерного статистического анализа	2	6	6	14	Доклад на семинаре, расчетно-графические задания	6	ОПК-3, ПК-1, ПК-3, ПК-13, ППК-3
3	Использование методов многомерного статистического анализа при диагностике и прогнозе элементов гидрологического режима	2	6	6	16	Доклад на семинаре, расчетно-графические задания	6	ОПК-3, ПК-1, ПК-3, ПК-13, ППК-3
<b>ИТОГО</b>		<b>2</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>44</b>		<b>12</b>	

## 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	Введение	2	–	2	4	Доклад на семинаре	–	ОПК-3, ПК-1, ПК-3, ПК-13, ППК-3
2	Теоретические основы методов многомерного статистического анализа	2	2	2	30	Доклад на семинаре, расчетно-графические задания	–	ОПК-3, ПК-1, ПК-3, ПК-13, ППК-3
3	Использование методов многомерного статистического анализа при диагностике и прогнозе элементов гидрологического режима	2	2	–	30	Доклад на семинаре, расчетно-графические задания	–	ОПК-3, ПК-1, ПК-3, ПК-13, ППК-3
<b>ИТОГО</b>			<b>4</b>	<b>4</b>	<b>64</b>		–	

### 4.2. Содержание разделов дисциплины

#### 4.2.1. Введение

Методы статистического многомерного анализа, терминология. Классификация прикладных задач, решаемых методами многомерной статистики. Возможности использования многомерного анализа в вопросах диагностики и прогноза элементов гидрологического режима водных объектов.

#### 4.2.2. Теоретические основы методов многомерного статистического анализа

Способы представления исходных данных. Измерительные шкалы. Восстановление пропусков, удлинение рядов наблюдений. Функциональные преобразования данных, нормировка.

Множественная линейная регрессия. Проблема мультиколлинеарности и ее решение. Способы оптимизации состава предикторов. Алгоритмы выбора наиболее информативной совокупности предсказателей. Цензурированная регрессия.

Метод главных компонент. Обратные и ортогональные преобразования. Собственные векторы и собственные значения ковариационной (корреляционной) матрицы. Квадратичные формы и главные компоненты. Свойства главных компонент, их геометрическая интерпретация. Математическая модель метода главных компонент. Область приложения в гидрометеорологии.

Теория распознавания образов. Методы автоматической классификации. Классификация как эффективное средство изучения закономерностей природных процессов. Содержательная постановка задачи. Алгоритмы классификации (таксономии). Иерархический кластерный анализ, геометрическая интерпретация, построение дерева решений. Оценка степени гомогенности исходного множества. Матрица близости объектов. Метод дискриминантного анализа. Постановка задачи. Отличие дискриминантного анализа от кластерного. Способы измерений дискриминантных переменных. Дискриминантные функции и их геометрическая интерпретация. Расчет коэффициентов дискриминантной функции, константа дискриминации. Классификация при наличии двух и более обучающих выборок. Отбор признаков в процессе обучения распознавания.

#### **4.2.3. Использование методов многомерного статистического анализа при диагностике и прогнозе гидрологических процессов**

Прогнозы весеннего стока в системе заданных створов. Решение задачи районирования по условиям формирования весеннего стока на базе комплексации результатов ряда процедур многомерного статистического анализа. Описание причинно-следственных связей весеннего стока и стокоформирующих факторов на уровне первых главных компонент. Критерии качества прогноза поля весеннего стока.

Гидросиноптический метод прогноза объема стока за половодье. Косвенный учет основных аргументов воднобалансовых зависимостей через значение интегральных характеристик атмосферных процессов. Техника построения и оценки прогностических зависимостей.

Построение дискретно-непрерывной прогностической модели (комбинации моделей двух типов – дискретной и непрерывной). Двухуровневое моделирование совокупности объектов – на уровне классов и уровне объектов. Модель верхнего уровня – дискретная, модель нижнего – непрерывная, в виде внутриклассового уравнения регрессии.

Использование элементов теории распознавания образов при прогнозе стока. Распознающие системы перцептропного типа. Работа системы в режимах обучения и распознавания. Формирование пространства признаков для описания объекта исследования и выбор приемлемой меры близости. Механизмы обратной связи. Прогнозы кривой спада и гидрографа половодья в целом.

Территориальный прогноз летне-осеннего стока. Районирование территории по однородности генезиса стока. Параметризация полей аномалий приземного давления и температуры воздуха для формирования группы тест-предикторов. Физико-статистический прогноз дождевой составляющей. Учет макро- и мезо-масштабной неоднородности формирования стока. Локальные прогнозы для опорных станций.

Метод прогноза стока на основе прецедентов. Основные принципы построения прогностической схемы. Показатели степени сходства признаков описания гидрометеорологических ситуаций. Выработка прогностических рекомендаций. Виды верификаций прогноза (прямая, инверсная и консеквентная).

#### 4.3. Семинарские, практические занятия, их содержание

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика занятий	Форма проведения	Формируемые компетенции
1	1	Задачи многомерного статистического анализа, основные этапы решения	Семинар	ОПК-3, ПК-1, ПК-3, ПК-13, ППК-3
2	2	Множественный регрессионный анализ. Методы оптимизации структуры прогностических уравнений	Семинар	ОПК-3, ПК-1, ПК-3, ПК-13, ППК-3
3	2	Основные понятия и определения, используемые в методах классификации (таксономии). Алгоритмы классификации	Семинар	ОПК-3, ПК-1, ПК-3, ПК-13, ППК-3
4	2	Выбор метрики и сокращение размерности в задачах кластер-анализа	Семинар	ОПК-3, ПК-1, ПК-3, ПК-13, ППК-3
5	2	Математическая модель метода главных компонент. Область применения в гидрометеорологии	Семинар	ОПК-3, ПК-1, ПК-3, ПК-13, ППК-3
6	2	Дискриминантный анализ. Базовые понятия и алгоритмы	Семинар	ОПК-3, ПК-1, ПК-3, ПК-13, ППК-3
7	2	Статистические характеристики сходства гидрометеорологических полей. Возможность прогнозов по прецедентам	Семинар	ОПК-3, ПК-1, ПК-3, ПК-13, ППК-3
8	2	Методы оптимизации предикторов в регрессионной прогностической модели	Практические занятия	ОПК-3, ПК-1, ПК-3, ПК-13, ППК-3
9	2	Способы представления данных. Измерительные шкалы, их согласование	Практические занятия	ОПК-3, ПК-1, ПК-3, ПК-13, ППК-3
10	3	Метод прогноза стока в система заданных створов. Критерии оценки качества	Семинар	ОПК-3, ПК-1, ПК-3, ПК-13, ППК-3
11	3	Гидросиноптический метод прогноза элементов водного и ледового режима рек	Семинар	ОПК-3, ПК-1, ПК-3, ПК-13, ППК-3
12	3	Использование элементов теории распознавания образов в гидрологических прогнозах	Семинар	ОПК-3, ПК-1, ПК-3, ПК-13, ППК-3
13	3	Выработка решающего правила на базе комплексования прогностических методик	Семинар	ОПК-3, ПК-1, ПК-3, ПК-13, ППК-3
14	3	Классификация и прогноз полей стока	Практические занятия	ОПК-3, ПК-1, ПК-3, ПК-13, ППК-3
15	3	Прогноз элементов весеннего половодья при комплексном учете гидрометеорологических факторов	Практические занятия	ОПК-3, ПК-1, ПК-3, ПК-13, ППК-3

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика занятий	Форма проведения	Формируемые компетенции
16	3	Учет динамики стокообразования в среднесрочных прогнозах расходов воды	Практические занятия	ОПК-3, ПК-1, ПК-3, ПК-13, ППК-3
17	3	Применение эмпирических ортогональных функций к прогнозам уровней воды	Практические занятия	ОПК-3, ПК-1, ПК-3, ПК-13, ППК-3
18	3	Распознающая система перцептронного типа для прогноза гидрографа весеннего половодья	Практические занятия	ОПК-3, ПК-1, ПК-3, ПК-13, 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

#### а). Примерная тематика докладов на семинарах

- Задачи многомерного статистического анализа, основные этапы решения
- Множественный регрессионный анализ. Методы оптимизации структуры прогностических уравнений
- Основные понятия и определения, используемые в методах классификации (таксономии). Алгоритмы классификации
- Выбор метрики и сокращение размерности в задачах кластер-анализа
- Математическая модель метода главных компонент. Область применения в гидрометеорологии
- Дискриминантный анализ. Базовые понятия и алгоритмы
- Статистические характеристики сходства гидрометеорологических полей. Возможность прогнозов по прецедентам
- Метод прогноза стока в система заданных створов. Критерии оценки качества
- Гидросиноптический метод прогноза элементов водного и ледового режима рек
- Использование элементов теории распознавания образов в гидрологических прогнозах
- Выработка решающего правила на базе комплексирования прогностических методик

#### б). Примеры расчетно-графического задания

##### Задание 1. Построение регрессионной модели прогноза максимальных расходов воды с использованием КПИ

*Исходные данные:* Максимальные расходы воды за 25 – 30-летний период в бассейне крупной реки

*Цель задания:* Освоение одного из алгоритмов оптимизации состава предикторов

*Рекомендации:* При выполнении задания рекомендуется изучить главу 8 учебника (Георгиевский Ю.М., Шаночкин С.В. Гидрологические прогнозы. – СПб: зд. РГГМУ, 2007 – 436 с).

## **Задание 5. Способы компрессии гидрометеорологической информации с использованием метода главных компонент и дискриминантного анализа**

*Исходные данные:* Гидрометеорологические характеристики

*Цель задания:* Оценка эффективности способов компрессии многомерных данных, интерпретация полученных результатов

*Рекомендации:* При выполнении задания рекомендуется ознакомиться с книгой: Николаев Ю.В. Преобразование информации в приложении к задачам гидрометеорологии. – Л.: 1969. – 64 с.

### **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. Многомерный статистический анализ и его задачи.
2. Способы представления данных. Измерительные шкалы.
3. Функциональные преобразования данных, их нормировка.
4. Согласование измерений в разнотипных шкалах.
5. Меры близости (расстояний) между объектами и признаками.
6. Множественный регрессивный анализ.
7. Методы оптимизации структуры прогностических уравнений.
8. Математическая модель метода главных компонент (МГК).
9. Спектр задач, решаемых с помощью МГК.
10. Методы классификации. Алгоритмы кластерного анализа.
11. Использование МГК для оценки пространственно-временной структуры данных.
12. Иерархический кластерный анализ, геометрическая интерпретация, построение дерева решений.
13. Дискриминантный анализ. Базовые понятия и алгоритмы.
14. Коэффициенты дискриминантной функции, константа дискриминации.
15. Использование элементов теории распознавания образов в гидрологических прогнозах.
16. Прогнозы весеннего стока в системе заданных створов. (Прогноз полей стока)
17. Метод гидросиноптического прогноза элементов водного и ледового режима рек.
18. Распознающая система перцептронного типа для прогноза гидрографа весеннего половодья.
19. Построение дискретно-непрерывной прогностической модели.
20. Территориальный прогноз летне-осеннего стока.
21. Метод прогноза стока на основе прецедентов.
22. Учёт динамики самообразования в среднесрочных прогнозах расходов воды.
23. Методы комплексирования прогностических методик.
24. Перспективы использования методов многомерного статистического анализа в гидропрогнозах.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **а) основная литература:**

1. Георгиевский Ю.М., Шаночкин С.В. Гидрологические прогнозы. – СПб.: изд. РГГМУ, 2007. – 436 с. – Электронный библиотечный ресурс. Режим доступа: [http://elib.rshu.ru/files\\_books/pdf/img-090579.pdf](http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-090579.pdf)

### **б) дополнительная литература:**

1. Дубров А.М. Обработка статистических данных методом главных компонент. – М., Статистика, 1978.

2. Смирнов Н.П., Складенко В.Л. Методы многомерного статистического анализа в гидрологических исследованиях – Л.: изд. ЛГУ, 1986. – 190 с.

3. Айвазян С.А., Бежаева З.И., Староверов О.В. Классификация многомерных наблюдений – М.: Статистика, 1974. – 240 с.

4. Педь Д.А. О критериях аналогичности гидрометеорологических полей. – Труды ЦИП, 1965. Вып. 139.

5. Шаночкин С.В. Синоптико-статистический прогноз весеннего стока на р. Тура. – Ученые записки РГГМУ № 5, 2007. – С. 152 – 160.

6. Шаночкин С.В. Прогноз весеннего стока в бассейне р. Ветлуги. – В кн.: Моделирование и прогнозы гидрологических процессов. – СПб, 1992. – С. 96 – 104. – Электронный ресурс: [http://elib.rshu.ru/files\\_books/pdf/img-210123102.pdf](http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-210123102.pdf)

### **в) Программное обеспечение:**

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

### **г) Интернет-ресурсы:**

1. Компонентный анализ. Режим доступа: <http://www.statmethods.ru/konsalting/statistics-metody/118-komponentnyj-analiz.html>

2. Методы анализа качественных признаков. Режим доступа: <http://stat.yartel.ru>

### **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 «Перспект 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
<b>Лекции</b>	<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>
<b>Семинарские занятия</b>	<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>
<b>Практические занятия</b>	<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>
<b>Подготовка к зачету</b>	<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>Введение Теоретические основы методов многомерного статистического анализа Использование методов многомерного статистического анализа при диагностике и прогнозе элементов гидрологического режима</p>	<p>Образовательные технологии:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• интерактивное взаимодействие педагога и аспиранта;</li> <li>• сочетание индивидуального и коллективного обучения;</li> <li>• занятия, проводимые в форме диалога, дискуссии;</li> <li>• технология развития критического мышления</li> </ul> <p>Информационные технологии:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• проведение занятий с использованием слайд-презентаций;</li> <li>• организация взаимодействия педагога с аспирантом посредством электронной информационно-образовательной среды</li> <li>• использование профессиональных баз данных и информационно-справочных систем</li> </ul>	<p>Программное обеспечение:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Microsoft Windows</li> <li>• Microsoft Office</li> </ul> <p>Информационно-справочные системы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ЭБС «ГидроМетеоОнлайн»</li> <li>• Национальная электронная библиотека (НЭБ)</li> <li>• ЭБС «Znanium»</li> <li>• ЭБС «Прспект Науки»</li> <li>• Электронно-библиотечная система eLibrary</li> <li>• Электронная библиотека РГО</li> <li>• Государственная публичная научно-техническая библиотека СО РАН</li> <li>• Российская государственная библиотека</li> </ul> <p>Профессиональные базы данных:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр данных</li> <li>• National Climate Data Center</li> <li>• National Geophysic Data Center.</li> <li>• Publishing Network for Geoscientific &amp; Environmental Data.</li> </ul>

**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** – уком-

плектована 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.