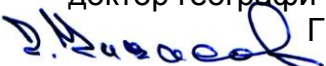


МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
(РОСГИДРОМЕТ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИНСТИТУТ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ РУКОВОДЯЩИХ РАБОТНИКОВ И СПЕЦИАЛИСТОВ»
(ФГБОУ ДПО «ИПК»)

УТВЕРЖДАЮ
Ректор ФГБОУ ДПО «ИПК»,
доктор географических наук,
Г.Н. Чичасов
профессор 

Учебный модуль

Инженерные гидрологические расчеты основных характеристик режима рек и озёр при подготовке региональных научно-прикладных Справочников «Определение основных расчетных гидрологических характеристик»

Цель: изучение теоретических и практических основ в области инженерно-гидрологических расчетов по определению основных расчетных гидрологических характеристик для строительного проектирования, комплексного использования и охраны водных ресурсов и решения многих других стратегических задач гидрологии

Категория слушателей: специалисты организаций и учреждений Росгидромета и других министерств и ведомств

Срок обучения: 2 недели, 72 учебных часа

Режим занятий: 6-8 часов в день

Форма обучения: очная, с отрывом от работы

Аннотация

Учебный модуль «Инженерные гидрологические расчеты основных характеристик режима рек и озёр при подготовке региональных научно-прикладных Справочников «Определение основных расчетных гидрологических характеристик» » рассчитан на обучение специалистов – гидрологов УГМС и (ЦГМС) Росгидромета, научно-исследовательских и проектно-изыскательских организаций различных министерств и ведомств, а также научных сотрудников. Курсы направлены на повышение теоретических и практических знаний слушателей в области инженерно-гидрологических расчетов по определению основных расчетных гидрологических характеристик для строительного проектирования, комплексного использования и охраны водных ресурсов и решения многих других стратегических задач гидрологии. Особое внимание уделяется самым последним достижениям в области методологии инженерных гидрологических расчетов при подготовке региональных научно-прикладных справочников «Определение основных расчетных гидрологических характеристик». Большое внимание уделяется практическим аспектам применения новых методов гидрологических расчетов, апробации и внедрения последней версии нового комплекса вычислительных программ по определению основных расчетных гидрологических характеристик в пунктах гидрометрических наблюдений. Кроме того, рассматриваются некоторые методы, вычислительные алгоритмы и частные программы, не объединенные в единый комплекс по определению основных расчетных гидрологических характеристик при отсутствии данных гидрометрических наблюдений в расчетном створе. Учитываются особенности формирования и методы расчета следующих основных величин гидрологического режима рек и озер.

Курс модуля состоит из лекционных и практических занятий с использованием персональных компьютеров по определению основных расчетных гидрологических характеристик при наличии данных гидрометрических наблюдений. Общая продолжительность обучения составляет 72 учебных часа. Рекомендованный режим обучения 6-8 учебных часов в день. В конце занятий проводится итоговое собеседование.

Учебный модуль разработан д.т.н. ГУ «ГГИ» проф. Рождественским А.В. Рассмотрен и одобрен на заседании Ученого Совета ФГБОУ ДПО «ИПК».

План учебного модуля

№ п п	Наименование разделов, дисциплин и тем	Количество часов		
		всего	распределение по видам занятий	
			лекции	практические
1	Цели и задачи курсов, их основное содержание. Новые нормативные и рекомендательные документы в области инженерных гидрологических расчетов	4	4	
2	Анализ качества исходной гидрологической информации	8	8	
3	Определение основных расчетных гидрологических характеристик при наличии данных гидрометрических наблюдений	28	20	8
4	Определение основных расчетных гидрологических характеристик при недостаточности данных гидрометрических наблюдений	12	8	4
5	Определение основных расчетных гидрологических характеристик при отсутствии данных гидрометрических наблюдений в расчетном створе	6	6	
6	Пересчет проектных значений гидрологических характеристик для действующих гидротехнических сооружений: обоснование, методология, выводы	8	8	
7	Рекомендации по подготовке региональных научно-прикладных Справочников «Определение основных расчетных гидрологических характеристик»	4	4	
8	Итоговая аттестация. Тематическая дискуссия	2		
	ИТОГО:	72	58	12

Учебно-тематический план модуля

№ п п	Наименование разделов, дисциплин и тем	Количество часов		
		всего	распределение по видам занятий	
			лекции	практические
1	2	3	4	5
1	Цели и задачи курсов, их основное содержание. Новые нормативные и рекомендательные документы в области инженерных гидрологических расчетов	4	4	

1	2	3	4	5
1.1	Цели и задачи курсов и их основное содержание	1	1	
1.2	Новая система инженерных гидрологических расчетов для строительства (нормативные и рекомендательные документы, их взаимосвязь, назначение и задачи)	2	2	
1.3	Обоснование острой необходимости срочной подготовки Региональных научно-прикладных справочников «Определение основных расчетных гидрологических характеристик» по речным водосборам в пределах территорий деятельности УГМС (ЦГМС)	1	1	
2	Анализ качества исходной гидрологической информации	8	8	
2.1	Гидролого-генетический и гидрометрический анализы качества исходной информации	2	2	
2.2	Статистические методы анализа качества исходной гидрологической информации	2	2	
2.3	Оценка влияния хозяйственной деятельности в руслах рек и на водосборах на гидрологические характеристики и восстановление естественного стока	2	2	
2.4	Обобщение классических критериев однородности с учетом особенностей гидрологической информации	2	2	
3	Определение основных расчетных гидрологических характеристик при наличии данных гидрометрических наблюдений	28	20	8
3.1	Основные условия применения методов математической статистики и особенности гидрологической информации	1	1	
3.2	Методы оценки выборочных параметров, квантилей распределения и эмпирических обеспеченностей гидрологических характеристик	2	2	
3.3	Оценка случайных и систематических погрешностей выборочных параметров и квантилей распределения (метод Монте-Карло, метод статистических испытаний)	3	3	

1	2	3	4	5
3.4	Диалоговая автоматизированная система инженерных гидрологических расчетов «DASHCA»: общие положения, достоинства и недостатки, дальнейшее развитие. Методологическая основа современной автоматизированной системы гидрологических расчетов	2	2	
3.5	Вычислительная программа по оценке однородности кривых обеспеченностей и стационарности параметров распределения	1	1	
3.6	Практические занятия по использованию вычислительной программы по оценке однородности выборочных кривых обеспеченностей и стационарности параметров распределения	2		2
3.7	Методологическая основа определения эмпирических и аналитических кривых обеспеченностей	2	2	
3.8	Вычислительная программа по расчету эмпирических и аналитических кривых обеспеченности по однородным данным наблюдений	2	2	
3.9	Практические занятия по использованию вычислительной программы по расчету эмпирических и аналитических кривых обеспеченности по однородным данным наблюдений	2		2
3.10	Составные и усеченные аналитические кривые обеспеченности, применяемые в гидрологии при расчетах по неоднородным данным наблюдений	2	2	
3.11	Комплекс вычислительных программ по расчету эмпирических и аналитических кривых обеспеченности по неоднородным данным наблюдений: составные и усеченные распределения	2	2	
3.12	Практические занятия по использованию комплекса вычислительных программ по расчету эмпирических и аналитических кривых обеспеченности по неоднородным данным наблюдений	2		2
3.13	Составные и усеченные аналитические кривые обеспеченности, применяемые в гидрологии по неоднородным данным наблюдений и с учетом исторических сведений о катастрофических гидрологических явлениях	2	2	

1	2	3	4	5
3.14	Комплекс вычислительных программ по расчету эмпирических и аналитических кривых обеспеченности по неоднородным данным наблюдений и с учетом исторических сведений	1	1	
3.15	Практические занятия по использованию комплекса вычислительных программ по расчету эмпирических и аналитических кривых обеспеченности по неоднородным данным наблюдений и с учетом исторических сведений	2		2
4	Определение основных расчетных гидрологических характеристик при недостаточности данных гидрометрических наблюдений	12	8	4
4.1	Методика восстановления гидрометеорологической информации за многолетний период с учетом материалов кратковременных (менее 6 лет) гидрометрических наблюдений. Постановка задачи и ее реализация	3	3	
4.2	Вычислительная программа по восстановлению гидрометеорологической информации за многолетний период с учетом материалов кратковременных (менее 6 лет) гидрометрических наблюдений	1	1	
4.3	Практические занятия по использованию комплекса вычислительных программ по восстановлению гидрометеорологической информации за многолетний период с учетом материалов кратковременных (менее 6 лет) гидрометрических наблюдений	2		2
4.4	Методика восстановления гидрометеорологической информации за многолетний период с учетом материалов наблюдений более 5 лет	3	3	
4.5	Вычислительная программа по восстановлению гидрометеорологической информации за многолетний период с учетом материалов наблюдений более 5 лет	1	1	
4.6	Практические занятия по использованию комплекса вычислительных программ по восстановлению гидрометеорологической информации за многолетний период с учетом наблюдений более 5 лет	2		2

1	2	3	4	5
5	Определение основных расчетных гидрологических характеристик при отсутствии данных гидрометрических наблюдений в расчетном створе	6	6	
5.1	Пространственная интерполяция гидрологических характеристик и параметров расчетных схем и формул на основе ГИС-технологий	2	2	
5.2	Пространственные корреляционные функции с оценкой их физической и статистической однородности основных характеристик речного стока	2	2	
5.3	Региональные зависимости основных гидрологических характеристик от основных факторов с использованием вычислительной техники	2	2	
6	Пересчет проектных значений гидрологических характеристик для действующих гидротехнических сооружений: обоснование, методология, выводы	8	8	
6.1	Пересчет проектных максимальных расходов воды каскада Днепровских ГЭС. Методология, примеры расчета, выводы	2	2	
6.2	Пересчет наивысших уровней воды р. Лены у г. Ленска	2	2	
6.3	Пересчета наивысших уровней воды р. Лены у г. Якутска (п. Табага)	2	2	
6.4	Пересчет максимальных расходов воды р. Кубань в створах гидротехнических сооружений Усть Джегута и Невинномысска	2	2	
7	Рекомендации по подготовке региональных научно-прикладных справочников	4	4	
7.1	Определение основных расчетных гидрологических характеристик в пунктах гидрометрических наблюдений»	2	2	
7.2	Определение основных расчетных гидрологических характеристик при отсутствии гидрометрических наблюдений в расчетном створе	2	2	
8	Итоговая аттестация. Тематическая дискуссия	2		
	ИТОГО:	72	58	12

Лабораторный практикум

№ п/п	№ раздела дисциплины	Практические занятия на персональных компьютерах
1	3.6	Освоение вычислительной программы по оценке однородности выборочных кривых обеспеченностей и стационарности параметров распределения
2	3.9	Освоение вычислительной программы по расчету эмпирических и аналитических кривых обеспеченности по однородным данным наблюдений
3	3.12	Освоение комплекса вычислительных программ по расчету эмпирических и аналитических кривых обеспеченности по неоднородным данным наблюдений
4	3.15	Освоение комплекса вычислительных программ по расчету эмпирических и аналитических кривых обеспеченности по неоднородным данным наблюдений и с учетом исторических сведений
5	4.3	Освоение комплекса вычислительных программ по восстановлению гидрометеорологической информации за многолетний период с учетом материалов кратковременных (менее 6 лет) гидрометрических наблюдений
6	4.6	Освоение комплекса вычислительных программ по восстановлению гидрометеорологической информации за многолетний период с учетом наблюдений более 5 лет

Содержание

Система нормативных и рекомендательных документов по определению основных расчетных гидрологических характеристик. Современные методы статистической обработки гидрологической информации при проектировании гидротехнических сооружений. Нормативные и рекомендательные документы. Методы определения расчетных гидрологических характеристик годового стока и его внутригодового распределения, максимальных расходов воды, слоев стока весенних половодий и дождевых паводков, минимальных расходов воды зимней и летней межени, наивысших уровней вод рек и озер и других гидрологических характеристик. Статистические методы расчета при наличии, недостаточности и отсутствии данных гидрометрических наблюдений в пункте проектирования. Необходимость срочной подготовки региональных научно-прикладных справочников «Определение основных расчетных гидрологических характеристик» по речным водосборам в пределах территорий деятельности УГМС, ЦГМС.

Условия применения статистических методов обработки гидрологических наблюдений. Основные классические условия применения статистических методов обработки гидрологической информации. Особенности гидрологической информации при ее статистической обработке. Временная и пространственная корреляции и асимметрия основных гидрологических характеристик. Оценка статистической и физической однородностей гидрологических характеристик. Учет неоднородных данных гидрологических наблюдений при построении кривых обеспеченностей. Учет автокорреляции и пространственной корреляции при оценке параметров и квантилей.

Современные методы оценки выборочных параметров распределения. Методы оценки параметров распределения, применяемые в гидрологии: метод моментов, метод приближенного наибольшего правдоподобия, метод квантилей, графические методы, байесовские методы. Возможность учета априорной информации, представленной, например, региональными зависимостями и исходными данными наблюдений. Оценка погрешностей выборочных параметров и квантилей распределения.

Аналитические кривые обеспеченности. Основные условия выбора аналитических функций распределения вероятностей гидрологических характеристик: пределы простираения аналитических кривых обеспеченностей гидрологических характеристик, число параметров, оцениваемых по выборочным данным. Оценка согласия аналитических кривых Пирсона Ш типа и трех-параметрического гамма-распределения С.Н. Крицкого и М.Ф. Менкеля эмпирическим данным наблюдений. Анализ аналитических функций распределения вероятностей, применяемых в отечественной и зарубежной гидрологии: распределение экстремальных значений Гумбеля, распределение Гудрича, логарифмически нормальное распределение, распределение Джонсона и другие.

Анализ многолетних колебаний гидрологических характеристик. Оценка статистической структуры многолетних колебаний речного стока и других гидрологических характеристик. Дальние и ближние автокорреляционные связи многолетних колебаний различных характеристик речного стока. Оценка точности эмпирических автокорреляционных функций. Групповая оценка коэффициентов автокорреляции и их связи с морфометрическими и другими характеристиками водосборов и параметрами распределения. Географический аспект распределения коэффициентов корреляции между стоком смежных лет. Простая цепь Маркова.

Анализ пространственных колебаний гидрологических характеристик. Оценка пространственных корреляционных функций, методология и оценка физической и

статистической однородности. Примеры оценки пространственных корреляционных функций годового, сезонного и экстремального стока рек по отдельным регионам и России в целом с оценкой их статистической однородности. Закономерности изменения пространственных корреляционных функций речного стока по территории бывшего СССР с севера на юг и с запада на восток. Учет пространственных корреляционных функций при решении практических вопросов пространственной интерполяции и приведения данных наблюдений к многолетнему периоду.

Оценка точности определения расчетных гидрологических характеристик. Использование метода Монте-Карло для распределения Пирсона Штипа и С.Н.Крицкого и М.Ф. Менкеля при различных объемах выборок, различных параметрах распределений, различных коэффициентах корреляции между стоком смежных членах ряда, при двух и трех параметрах, определяемых по выборочным данным. Обобщение результатов многочисленных расчетов.

Методы восстановления основных гидрологических характеристик. Повышение точности инженерных гидрологических расчетов, основанных на статистических методах обработки гидрологической информации. Приведение данных гидрометеорологических наблюдений к многолетнему периоду. Два метода восстановления гидрометеорологической информации, использующие более продолжительные наблюдения в пунктах – аналогах. Первый метод, использующий временные связи, основан на многоэтапном восстановлении наблюдений за различные промежутки времени с возможностью использования на каждом этапе нескольких пунктов – аналогов. Используется метод множественной линейной регрессии. Этот метод осуществляет восстановление гидрологической информации, начиная от шести лет и более. Вторым методом, использующим пространственные связи между гидрологическими характеристиками, предусматривает восстановление кратковременных наблюдений, начиная от одного года, или даже сезона к многолетнему периоду. Многократная методология парной регрессии.

Новая система нормирования расчетных гидрологических характеристик. Нормирование расчетных гидрологических характеристик в зависимости от периода эксплуатации гидротехнических сооружений, соответствующего нормируемой обеспеченности и уровня ответственности гидротехнических сооружений, соответствующего верхней доверительной границе расчетного значения гидрологической характеристики. Преимущества данной системы.

Новый комплекс вычислительных программ статистической обработки гидрологических наблюдений по определению основных расчетных гидрологических характе-

ристик в пунктах гидрометрических наблюдений, направленных на определение основных расчетных гидрологических характеристик в пунктах гидрометрических наблюдений. Апробация и детальное рассмотрение комплекса, включая приобретение практических навыков по работе с этим вычислительным комплексом на персональных компьютерах индивидуально с каждым участником данных курсов. Вычислительные программы включают:

- гидролого-генетический анализ качества исходной гидрометрической информации;
- анализ однородности экстремальных значений и стационарности выборочных параметров распределения гидрологических характеристик;
- восстановление отсутствующих данных гидрометеорологических характеристик за ранние годы, за поздние годы для закрытых водомерных постов и в периоды пропусков гидрометеорологических наблюдений при любой продолжительности исходных данных, начиная от одного года;
- построение эмпирических и аналитических кривых обеспеченности однородных, неоднородных данных наблюдений и с учетом выдающихся исторических сведений о гидрологических характеристиках;

Перспективы дальнейших исследований в области инженерных гидрологических расчетов и обобщения за многолетний период данных гидрометрических наблюдений. В процессе многочисленных статистических расчетов основных гидрологических характеристик в разных регионах России могут возникнуть особенности и даже сложности при определении основных расчетных гидрологических характеристик, которые преодолеть в рамках рекомендуемого программного комплекса будет невозможно. Не исключено, что для преодоления этих трудностей придется разрабатывать новые методы решения и соответствующее программное обеспечение. В качестве примера можно сослаться на дополнительное новое методологическое решение, возникшее при физической и статистической обработке неоднородных и нестационарных данных максимального стока рек Кубани с соответствующим программным обеспечением. Главная задача предстоящих исследований - методологическое и программное обеспечение вычислительных работ по определению основных расчетных гидрологических характеристик при отсутствии гидрометрических наблюдений в расчетном створе. Необходимость проведения полевых гидрометеорологических изысканий в расчетном створе.

Учебно-методическое обеспечение

1. «Методические рекомендации по определению основных расчетных гидрологических характеристик при наличии данных гидрометрических наблюдений».
2. «Методические рекомендации по определению основных расчетных гидрологических характеристик при недостаточности данных гидрометрических наблюдений».
3. «Методические рекомендации по определению основных расчетных гидрологических характеристик при отсутствии данных гидрометрических наблюдений в расчетном створе».
4. «Методические рекомендации по оценке однородности гидрологических характеристик и определение их расчетных значений по неоднородным данным».
5. Рекомендации по подготовке региональных научно-прикладных справочников «Определение основных расчетных гидрологических характеристик в пунктах гидрометрических наблюдений» по территориям деятельности УГМС (ЦГМС). Развернутый макет с комментариями справочников, примерный перечень работ УГМС (ЦГМС) по подготовке справочников до 2020 г. Обоснование срочной необходимости проведения работ по подготовке справочников. Инструкции по использованию вычислительных программ и другие материалы, необходимые при подготовке справочников (на технических носителях).
6. Комплект документов и материалов.

Темы практических работ

1. Освоение вычислительной программы по оценке однородности экстремальных значений эмпирических данных и стационарности параметров распределения.
2. Освоение вычислительной программы по расчету эмпирических и аналитических кривых обеспеченности по однородным данным наблюдений.
3. Освоение вычислительного комплекса программ по расчету эмпирических и аналитических кривых обеспеченности по неоднородным данным наблюдений.
4. Освоение комплекса вычислительных программ по расчету эмпирических и аналитических кривых обеспеченности по неоднородным данным наблюдений и с учетом исторических сведений.
5. Освоение комплекса вычислительных программ по восстановлению гидрометеорологической информации за многолетний период с учетом материалов кратковременных (менее 6 лет) гидрометрических наблюдений.
6. Освоение комплекса вычислительных программ по восстановлению гидрометеорологической информации за многолетний период с учетом наблюдений более 5 лет.

Список литературы

Основная литература

1. Рождественский А.В. Оценка точности кривых распределения гидрологических характеристик. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 268 с.
2. Методические рекомендации по определению расчетных гидрологических характеристик при наличии данных гидрометрических наблюдений. – Л.: Гидрометеиздат, 2007. – 124 с.
3. Методические рекомендации по определению расчетных гидрологических характеристик при недостаточности данных гидрометрических наблюдений. – Л.: Гидрометеиздат, 2007. – 69 с.

Дополнительная литература

4. Рождественский А.В., Чеботарев А.И. Статистические методы в гидрологии. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 424 с.
5. Рекомендации по статистическим методам анализа однородности пространственно – временных колебаний речного стока. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 78 с.
6. Материалы в электронном виде на сайте Института (<http://ipk.meteorf.ru>) в разделе «Учебные материалы».