

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Факультет заочного обучения

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по дисциплине

«ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ»

Часть II

Направление: Прикладная гидрометеорология – 280400

Профиль: Прикладная гидрология

Курс VI



Санкт-Петербург
2012

*Одобрено научно-методической комиссией
гидрологического факультета РГГМУ*

УДК 556.48+556(07)

Методические указания по дисциплине «Гидрологические расчеты»,
часть II. – СПб.: изд. РГГМУ, 2012. – 36 с.

Методические указания составлены в соответствии с программой дисциплины «Гидрологические расчеты». Даются рекомендации по освоению теоретической части курса и выполнению контрольных работ.

Составитель: Сикан А.В., доц., РГГМУ

Ответственный редактор: Владимиров А.М. проф., РГГМУ

© А.В. Сикан, 2012.

© Российский государственный гидрометеорологический университет (РГГМУ), 2012.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Дисциплина «Гидрологические расчеты» изучается в течение двух семестров, и состоит из двух частей. Настоящие Указания разработаны по второй части дисциплины, включающей разделы: «Расчет характеристик максимального стока при наличии данных гидрометрических наблюдений», «Расчет максимальных расходов весеннего половодья и дождевых паводков при отсутствии данных гидрометрических наблюдений», «Построение гидрографов половодий и паводков», «Определение расчетных наивысших уровней рек и озер», «Расчет стока наносов».

Цель изучения дисциплины: 1) обеспечить освоение студентами теории формирования максимального стока и основанных на ней расчетных методов; 2) научить студентов выполнять расчеты в соответствии с действующими нормативными документами и самостоятельно разрабатывать региональные методы определения расчетных гидрологических характеристик.

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Студенты-заочники самостоятельно прорабатывают теоретическую часть курса согласно программе дисциплины и выполняют две контрольные работы.

В период экзаменационной сессии студенты слушают лекции по ключевым вопросам теории и практики гидрологических расчетов.

К экзамену по дисциплине студенты допускаются только после получения зачета по всем контрольным работам.

ЛИТЕРАТУРА

Учебники и учебные пособия

1. *Владимиров А.М.* Гидрологические расчеты. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 365 с.
2. *Владимиров А.М., Дружинин В.С.* Сборник задач и упражнений по гидрологическим расчетам. – СПб.: Гидрометеиздат, 1992. – 208 с.
3. *Сикан А.В.* Методы статистической обработки гидрометеорологической информации. – СПб.: изд. РГГМУ, 2007. – 279 с.

Нормативная и методическая литература

4. Свод правил СП 33-101-2003. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. – М.: Стройиздат, 2004. – 72 с.
5. Методические рекомендации по определению расчетных гидрологических характеристик при наличии данных гидрометрических наблюдений. – Нижний Новгород: Вектор-ТиС. 2007. – 134 с.
6. Методические рекомендации по определению расчетных гидрологических характеристик при недостаточности данных гидрометрических наблюдений. – СПб.: Ротапринт ГНЦ ААНИИ, 2007. – 67 с.
7. Методические рекомендации по определению расчетных гидрологических характеристик при отсутствии данных гидрометрических наблюдений. – СПб «Нестор-История», 2009. – 193 с.
8. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 444 с.

Электронные версии Методических рекомендаций [5-7] доступны на сайте ГГИ по адресу <http://www.hydrology.ru/metodic>

УКАЗАНИЯ ПО РАЗДЕЛАМ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО КУРСА

Дисциплина «гидрологические расчеты» относится к категории инженерных дисциплин. Поэтому при ее освоении необходимо не только чтение учебной литературы, но и изучение действующих нормативных документов. В настоящее время основным нормативным документом в области гидрологических расчетов является Свод правил СП 33-101-2003 «Определение основных расчетных гидрологических характеристик». В дополнение к своду правил выпущены Методические рекомендации [5,6,7]. Поэтому в списке рекомендуемой литературы по каждому разделу приводятся ссылки на эти источники.

Введение

В результате изучения вводной части курса студенты должны знать основные характеристика максимального стока рек. Понимать с какой целью рассчитываются максимальные расходы и уровни воды, в каких отраслях хозяйства они востребованы. Иметь четкое представление о том, какие факторы влияют на формирование половодий и паводков. Знать нормативные документы, регламентирующие расчет основных характеристик максимального стока рек и уровней озер.

Рекомендуемые материалы для изучения: [1] – вводные части к разделам 9,11,12; п.11.1; п.12.1.

Вопросы для самопроверки

1. Раскройте гидрологический смысл терминов «половодье» и «паводок».
2. Перечислите основные характеристики половодий и паводков.
3. Как можно классифицировать максимальные расходы воды по характеру их происхождения?
4. Какие факторы влияют на формирование половодий и паводков?

Расчет характеристик максимального стока при наличии данных гидрометрических наблюдений

Требования СП 33-101-2003 к расчету характеристик максимального стока при наличии данных гидрометрических наблюдений. Деление гидротехнических сооружений на классы капитальности и принципы назначения расчетных обеспеченностей. Введение гарантийной поправки. Расчет максимальных расходов с учетом выдающихся максимумов. Схемы расчета максимального стока в случае неоднородности гидрологических рядов. Использование усеченных кривых обеспеченностей при расчете максимального стока. Расчет максимального стока при недостаточности данных гидрометрических наблюдений.

Рекомендуемые материалы для изучения: [1] – раздел 9; [3] – раздел 7; [4] – раздел 4; п. 5.1-5.17; п.5.26-5.31; [6].

Вопросы для самопроверки

1. Какие статистические критерии рекомендуются Сводом правил [4] для проверки рядов максимального стока на однородность?
2. Как рассчитать максимальный расход заданной обеспеченности при наличии данных гидрометрических наблюдений в пункте проектирования?
3. Как учитываются выдающиеся максимумы при расчетах максимальных уровней и расходов воды?
4. Как и с какой целью производится расчет гарантийной поправки?
5. Что такое усеченные кривые обеспеченностей и для чего они используются?
6. Какова допустимая погрешность определения среднего значения и коэффициента вариации при расчетах максимального стока?
7. Как производится расчет максимального стока при недостаточности данных гидрометрических наблюдений?

Расчет максимальных расходов весеннего половодья и дождевых паводков при отсутствии данных гидрометрических наблюдений

Генетическая теория формирования максимального стока. Основные типы формул, используемые для расчета максимального стока. Редукционные формулы. Формула предельной интенсивности стока, ее

структура и параметры. Формулы, рекомендуемые Сводом правил [4] для расчета максимальных расходов весеннего половодья и дождевых паводков при отсутствии данных гидрометрических наблюдений.

Рекомендуемые материалы для изучения: [1] – раздел 10; [7] – 8.1-8.2; [4] – п.7.1-7.10; 7.25-7.49.

Вопросы для самопроверки

1. Что такое изохроны?
2. Как влияет время добегаания и продолжительность осадков (или водоотдачи из снега) на форму гидрографов половодий и паводков?
3. Перечислите основные типы формул, используемые для расчета максимальных расходов воды.
4. Какая формула рекомендуется Сводом правил [4] для расчета максимальных расходов весеннего половодья малых и средних рек?
5. Какие формулы рекомендуются Сводом правил [4] для расчета максимальных расходов дождевых паводков средних рек?
6. Какая формула рекомендуется Сводом правил [4] для расчета максимальных расходов дождевых паводков малых рек?

Построение гидрографов половодий и паводков

Основные характеристики гидрографов половодий и паводков. Построение гидрографов по наблюдаемым гидрографам-моделям. Построение гидрографов на основе аппроксимации их формы с помощью геометрических фигур и уравнений; метод Г.А. Алексеева. Генетический метод построения гидрографа. Расчет гидрографа с использованием математических моделей. Методы, рекомендуемые Сводом правил [4] для расчета гидрографов половодий и паводков при различном объеме гидрометрической информации.

Рекомендуемые материалы для изучения: [1] – раздел 13; [4] – п.5.32-5.40; 7.50-7.54; [5] – п.10; [7] – 8.3.

Вопросы для самопроверки

1. Перечислите основные элементы гидрографа?
2. Как производится расчет гидрографа по гидрографам-моделям при наличии и отсутствии данных гидрометрических наблюдений?
3. Что такое коэффициент несимметричности гидрографа?
4. Как построить гидрограф по методу Г.А. Алексеева?
5. Как построить гидрограф на основе генетической формулы?

Определение расчетных наивысших уровней рек и озер

Практическое значение данных о наивысших уровнях воды. Особенности расчета максимальных уровней рек и озер при наличии данных гидрометрических наблюдений. Перенос расчетных уровней вниз или вверх по течению реки. Особенности расчета уровней на устьевых и приустьевых участках рек. Влияние на формирование максимальных уровней рек заторных и зазорных явлений. Влияние на максимальные уровни крупных озер ветровых нагонов. Методы, рекомендуемые Сводом правил [4] для расчета максимальных уровней рек и озер при отсутствии данных гидрометрических наблюдений.

Рекомендуемые материалы для изучения: [1] – раздел 14; [4] – п.5.44-5.46; 6.30; 7.68-7.74; [7] – п.10.

Вопросы для самопроверки

1. В чем состоит особенность расчета максимальных уровней воды при наличии данных гидрометрических наблюдений?
2. Какие факторы влияют на формирование максимальных уровней рек?
3. Как производится расчет максимальных уровней воды рек при отсутствии данных гидрометрических наблюдений?

Расчет стока наносов

Практическое значение данных о стоке наносов. Факторы, определяющие сток наносов. Методы расчета взвешенных наносов при различном объеме гидрометрической информации. Расчет влекаемых наносов. Определение характеристик селевых паводков.

Рекомендуемые материалы для изучения: [1] – раздел 15.

Вопросы для самопроверки

1. Какие факторы влияют на сток наносов?
2. Что такое карты мутности?
3. Как производится расчет взвешенных наносов при отсутствии данных наблюдений?
4. Что такое селевые паводки и чем они опасны?

КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ

В процессе изучения второй части дисциплины «Гидрологические расчеты» студенты выполняют две контрольные работы.

Для выполнения контрольных работ требуется выписать ряды максимальных срочных расходов и слоев весеннего половодья для трех рек, расположенных в пределах однородного гидрологического района. Положение постов показать на схеме, которую следует приложить к контрольным работам.

Выбранные реки должны иметь площади водосборов не менее 500 км^2 и не более $50\,000 \text{ км}^2$. Предполагается также, что на исследуемых реках не происходило существенных изменений условий формирования стока, вызванных антропогенными факторами (отсутствует межбассейновая переброска стока, сток не подвергся искусственному регулированию и т. п.).

Исходные данные за период с начала наблюдений и до 1980 г. выписываются из справочников «Основные гидрологические характеристики» (ОГХ) и «Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод» (МДС); за более поздние годы – из гидрологических ежегодников. Продолжительность рядов должна быть не менее 30 лет.

Помимо максимальных расходов и слоев половодья из справочника ОГХ необходимо выписать основные гидрографические характеристики исследуемых рек.

Схема расположения гидрометрических постов и таблица основных гидрографических характеристик помещаются в отдельный подраздел «Исходные данные». Ряды максимальных расходов и слоев весеннего половодья можно оформить в виде приложения.

Если контрольные работы №1 и №2 сдаются не одновременно, то таблицу гидрографических характеристик и схему расположения постов следует приложить к каждой работе.

В настоящих Указаниях для иллюстрации излагаемого материала в качестве примера использованы данные по трем рекам Северо-Запада России: р. Оять – д. Акулова гора; р. Паша – с. Часовенское; р. Сясь – д. Яхново. Исходные данные по этим рекам приводятся в прил.1. Схема расположения постов представлена на рис.1, основные гидрографические характеристики рек приводятся в таблице 1.

Таблица 1

Основные гидрографические характеристики исследуемых рек

№	Река – створ	F , км ²	l , км	L , км	$H_{\text{ср}}$ м	$I_{\text{ср}}$ ‰	$f_{\text{оз}}$ %	$f_{\text{л}}$ %	$f_{\text{б}}$ %
64	Оять - д. Акулова гора	4830	224	234	148	0,97	3	84	8
68	Паша - с. Часовенское	5710	191	266	124	0,90	1	76	14
121	Сясь – д. Яхново	6230	233	237	96	0,93	1	65	18

В таблице использованы следующие обозначения:

F – площадь водосбора реки до пункта наблюдений, км²;

l – длина реки от истока, км;

L – расстояние от наиболее удаленной точки речной системы, км;

$H_{\text{ср}}$ – средняя высота водосбора, м;

$I_{\text{ср}}$ – средний уклон реки, ‰;

$f_{\text{оз}}$ – относительная озерность водосбора, %;

$f_{\text{л}}$ – относительная лесистость водосбора, %;

$f_{\text{б}}$ – относительная заболоченность водосбора, %;

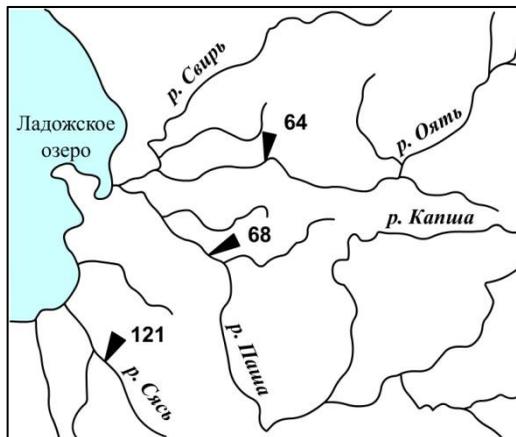


Рис.1. Схема расположения гидрометрических постов.

Контрольная работа № 1

Расчет максимальных расходов и слоев весеннего половодья при наличии данных гидрометрических наблюдений

Требуется: для трех выбранных рек рассчитать максимальные расходы и слои половодья обеспеченностью 0,01; 0,1; 1; 5; 10; 25; 50; 75; 90; 95; 97; 99; 99,9 %.

1. ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

Цель проверки – оценить надежность исходной информации, выявить грубые ошибки и опечатки. Следует построить хронологические графики исследуемых рядов (рис.2) и выполнить их визуальный анализ. На этом же этапе производится оценка надежности экстраполяции кривых $Q = f(H)$; осуществляется проверка полноты учета стока воды на поймах и т. д.

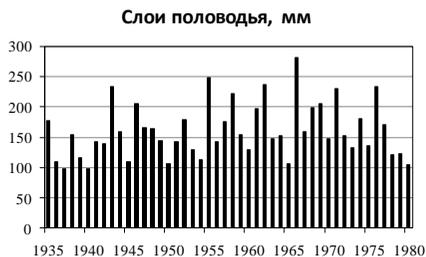
2. ПРОВЕРКА РЯДОВ НА ОДНОРОДНОСТЬ

Гидрологический ряд считается однородным, если в течение всего рассматриваемого периода условия формирования стока оставались неизменными. Антропогенное воздействие и природные катаклизмы могут привести к изменению условий формирования стока и нарушить однородность ряда. В этом случае без предварительной корректировки ряда нельзя применять стандартные методы статистической обработки.

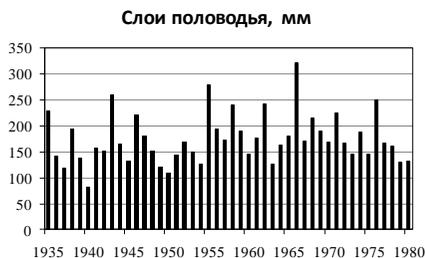
Свод правил [4] для проверки гидрологических рядов на однородность по дисперсии и среднему значению рекомендует статистические критерии Фишера и Стьюдента, а для проверки точек, резко отклоняющихся от аналитической кривой обеспеченностей – критерии Диксона и Смирнова-Граббса (см. раздел 7 в [3]).

Схемы определения расчетных гидрологических характеристик для неоднородных рядов описаны в п.4.6 Свода правил.

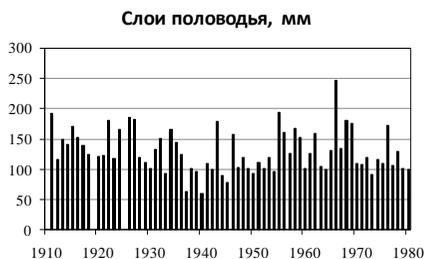
Приведение ряда к однородным условиям является самостоятельной и довольно трудоемкой задачей и в настоящей работе не рассматривается.



р. Оять – д. Акулова гора (1935-1980).



р. Паша – с. Часовенское (1935-1980).



р. Сясь – д. Яхново (1911-1980).

Рис.2. Хронологические графики максимальных расходов и слоев весеннего половодья.

В контрольной работе требуется выполнить проверку рядов на однородность с использованием критериев Фишера и Стьюдента при уровне значимости $2\alpha = 5\%$ (см. п.4.6.1-4.6.2 в [3]). Результаты проверки представить в табличном виде (табл.2-3).

Таблица 2

Результаты проверки на однородность рядов максимальных расходов весеннего половодья по критериям Фишера и Стьюдента при уровне значимости $2\alpha = 5\%$.

Река – створ	F^*	$F_{2\alpha}$	$H_0: D_1 = D_2$	t^*	$t_{2\alpha}$	$H_0: \bar{Q}_1 = \bar{Q}_2$
Оять - д. Акулова гора	1,82	2,36	не опр.	-1,29	2,02	не опр.
Паша - с. Часовенское	1,60	2,36	не опр.	-1,36	2,02	не опр.
Сясь – д. Яхново	1,79	1,99	не опр.	1,41	2,00	не опр.

Таблица 3

Результаты проверки на однородность рядов слоев стока весеннего половодья по критериям Фишера и Стьюдента при уровне значимости $2\alpha = 5\%$.

Река – створ	F^*	$F_{2\alpha}$	$H_0: D_1 = D_2$	t^*	$t_{2\alpha}$	$H_0: \bar{h}_1 = \bar{h}_2$
Оять - д. Акулова гора	1,35	2,36	не опр.	-1,57	2,02	не опр.
Паша - с. Часовенское	1,04	2,36	не опр.	-1,42	2,02	не опр.
Сясь – д. Яхново	1,00	2,00	не опр.	0,26	2,00	не опр.

В таблицах 2 и 3 используются следующие обозначения: F^* – эмпирическое значение статистики Фишера; $F_{2\alpha}$ – теоретическое (табличное) значение статистики Фишера; ($H_0: D_1 = D_2$) – в рамках нулевой гипотезы предполагается, что дисперсии по первой и второй части ряда равны; t^* – эмпирическое значение статистики Стьюдента; $t_{2\alpha}$ – теоретическое (табличное) значение статистики Стьюдента; ($H_0: \bar{X}_1 = \bar{X}_2$) – в рамках нулевой гипотезы предполагается, что средние значения по первой и второй части ряда равны. Гипотеза об однородности ряда не опровергается если: $F^* < F_{2\alpha}$ и $|t^*| < t_{2\alpha}$.

Ряды максимального стока в подавляющем большинстве случаев описываются моделью случайной величины, т. е. имеют нулевой коэффициент автокорреляции. Поэтому при проверке однородности используются стандартные таблицы Фишера и Стьюдента (прил.2-3).

3. РАСЧЕТ МАКСИМАЛЬНЫХ РАСХОДОВ И СЛОЕВ ВЕСЕННЕГО ПОЛОВОДЬЯ РАСЧЕТНОЙ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ

3.1. Рассчитать параметры распределения исследуемых рядов методом моментов по формулам:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}, \quad C_v = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (k_i - 1)^2}{n-1}}, \quad C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (k_i - 1)^3}{(n-1)(n-2)C_v^3}, \quad (1-3)$$

где \bar{X} – среднее значение; C_v – коэффициент вариации; C_s – коэффициент асимметрии; $k_i = X_i / \bar{X}$ – модульный коэффициент; n – длина ряда.

3.2. Оценить погрешности расчета полученных параметров по формулам:

$$\varepsilon_{\bar{X}} = \frac{C_v}{\sqrt{n}} 100\%, \quad (4)$$

$$\varepsilon_{C_v} = \frac{1}{n + 4C_v^2} \sqrt{\frac{n(1 + C_v^2)}{2}} 100\%, \quad (5)$$

$$\varepsilon_{C_s, \%} = \frac{1}{C_s} \sqrt{\frac{6}{n} (1 + 6C_v^2 + 5C_v^4)} 100\%, \quad (6)$$

3.3. В качестве расчетного значения отношения (C_s/C_v) принять его эмпирическое значение (C_s/C_v)* с округлением до 0,5 в большую сторону.

3.4. Результаты расчета параметров распределения и их погрешностей представить в табличном виде (табл.4-5). Расчет считается надежным, если погрешность среднего значения и коэффициента вариации не превышают 20%.

Таблица 4

**Основные статистические характеристики максимальных расходов
весеннего половодья**

Река – створ	n лет	\bar{Q} м ³ /с	C_v	C_s	$\left(\frac{C_s}{C_v}\right)^*$	$\frac{C_s}{C_v}$	$\varepsilon_{\bar{Q}}$ %	ε_{C_v} %	ε_{C_s} %
Оять - д. Акулова гора	46	395	0,32	0,61	1,91	2	4,7	10,8	76
Паша - с. Часовенское	46	525	0,31	0,55	1,76	2	4,6	10,8	84
Сясь – д. Яхново	69	489	0,37	0,67	1,80	2	4,5	9,0	61

Таблица 5

Основные статистические характеристики слоев весеннего половодья

Река – створ	n лет	\bar{h} мм	C_v	C_s	$\left(\frac{C_s}{C_v}\right)^*$	$\frac{C_s}{C_v}$	$\varepsilon_{\bar{h}}$ %	ε_{C_v} %	ε_{C_s} %
Оять - д. Акулова гора	46	160	0,28	0,74	2,65	3	4,1	10,8	60
Паша - с. Часовенское	46	174	0,27	0,92	3,38	3,5	4,0	10,7	47
Сясь – д. Яхново	68	130	0,27	0,71	2,64	3	3,3	8,8	51

- 3.5.С использованием полученных параметров по соответствующим таблицам¹ определить ординаты аналитических кривых обеспеченностей Крицкого-Менкеля. Результаты записать в таблицы 6 и 7.
- 3.6. На клетчатке вероятностей построить эмпирические и аналитические кривые обеспеченностей. На рисунках 3-4 в качестве примера приведены кривые обеспеченностей только для одной из трех рек.
- 3.7. Если аналитические кривые обеспеченностей хорошо согласуются с эмпирическими точками то максимальные расходы и слои половодья, представленные в таблицах 6 и 7 можно рекомендовать в качестве расчетных.

¹ Ординаты кривой обеспеченностей Крицкого-Менкеля опубликованы в [2,3,5,8].

Таблица 6

**Ординаты аналитических кривых обеспеченностей Крицкого-Менкеля
для максимальных расходов весеннего половодья**

P %	р. Оять - д. Акулова гора		р. Паша - с. Часовенское		р. Сясь – д. Яхново	
	k_p	Q_p	k_p	Q_p	k_p	Q_p
0,01	2,66	1050	2,59	1358	3,00	1464
0,1	2,29	906	2,24	1176	2,55	1245
1	1,89	746	1,85	973	2,06	1006
5	1,58	624	1,56	818	1,68	821
10	1,43	564	1,41	742	1,50	732
25	1,19	470	1,19	622	1,22	594
50	0,97	382	0,97	508	0,95	467
75	0,77	304	0,78	407	0,73	357
90	0,62	244	0,63	330	0,56	276
95	0,54	214	0,55	290	0,48	236
97	0,49	194	0,50	265	0,43	210
99	0,41	162	0,42	222	0,34	168
99,9	0,29	116	0,31	161	0,23	112

Таблица 7

**Ординаты аналитических кривых обеспеченностей Крицкого-Менкеля
для слоев весеннего половодья**

P %	р. Оять - д. Акулова гора		р. Паша - с. Часовенское		р. Сясь – д. Яхново	
	k_p	h_p	k_p	h_p	k_p	h_p
0,01	2,67	429	2,83	493	2,60	336
0,1	2,24	360	2,33	406	2,19	284
1	1,83	294	1,86	324	1,80	233
5	1,51	243	1,53	265	1,49	193
10	1,37	220	1,38	239	1,36	176
25	1,16	186	1,16	202	1,16	150
50	0,96	155	0,96	167	0,97	125
75	0,80	128	0,80	139	0,81	105
90	0,68	109	0,68	118	0,69	89
95	0,61	98	0,61	107	0,62	81
97	0,57	92	0,58	100	0,59	76
99	0,51	82	0,52	90	0,52	68
99,9	0,41	66	0,42	73	0,43	55

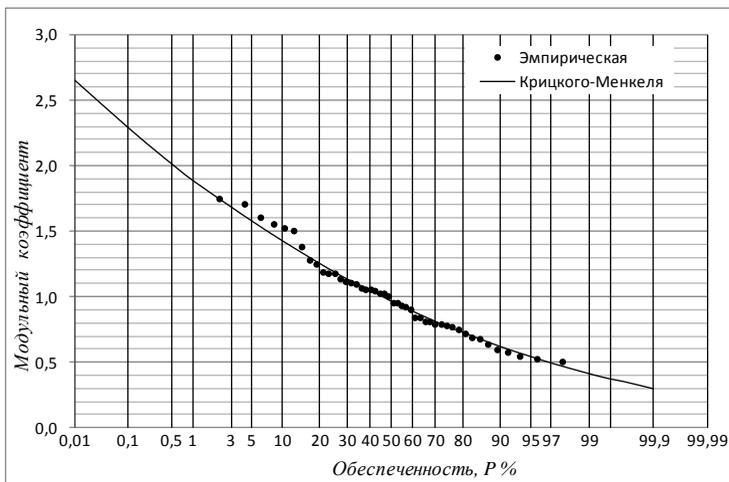


Рис. 3. Эмпирическая и аналитическая кривые обеспеченностей максимальных расходов весеннего половодья в модульных коэффициентах, р. Оять – д. Акулова гора; $Q_{cp} = 395$; $C_v = 0,32$; $C_y/C_v = 2$.

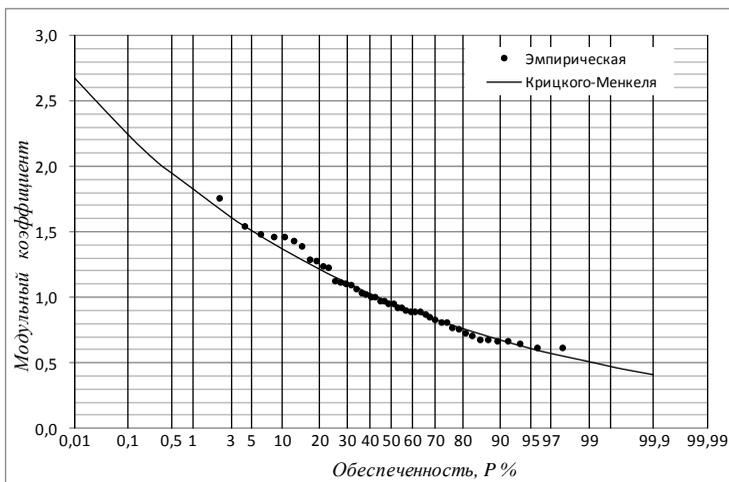


Рис. 4. Эмпирическая и аналитическая кривые обеспеченностей слоев весеннего половодья в модульных коэффициентах, р. Оять – д. Акулова гора; $Q_{cp} = 160$; $C_v = 0,28$; $C_y/C_v = 3$.

4. ПОСТРОЕНИЕ ДОВЕРИТЕЛЬНОГО ИНТЕРВАЛА ДЛЯ ЭМПИРИЧЕСКОЙ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ НАИБОЛЬШЕГО ЧЛЕНА РЯДА

В практике гидрологических расчетов нередко встречаются ситуации, когда эмпирическая обеспеченность наибольшего или наименьшего члена гидрологического ряда существенно отличается от той, которую дает аналитическая кривая, то есть эмпирическая точка заметно отклоняется от аналитической кривой. В таком случае для отклонившейся точки строят доверительный интервал. Если доверительный интервал, содержащий эмпирическую точку, пересекает аналитическую кривую, то такое отклонение считается допустимым (рис.5). В противном случае мы вынуждены констатировать, что эмпирическая и аналитическая кривые плохо согласуются друг с другом и необходим дополнительный анализ.

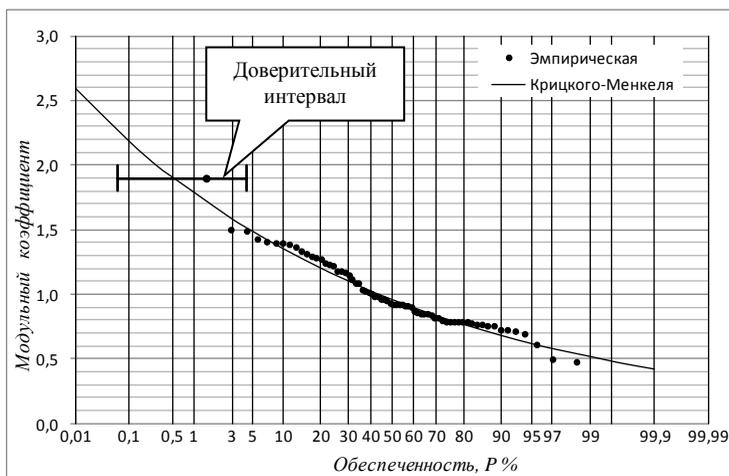


Рис. 6. Эмпирическая и аналитическая кривые обеспеченностей слоев весеннего половодья в модульных коэффициентах, р. Сясь – д. Яхново; длина ряда $n = 68$; 90%-ный доверительный интервал – (0,082-4,44).

В настоящей работе требуется построить 90 %-ный доверительный интервал для эмпирической обеспеченности наибольшего члена ряда. Границы доверительного интервала определяются в зависимости от длины ряда по таблице, представленной в прил.4.

Доверительные интервалы следует строить только для тех кривых обеспеченностей, где имеется резко отклонившаяся точка.

5. РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ С УЧЕТОМ ИСТОРИЧЕСКОГО МАКСИМУМА

При определении расчетных максимальных расходов воды кроме материалов систематических гидрометрических наблюдений должны использоваться данные о наивысших исторических уровнях и расходах изучаемой реки. Сведения об исторических уровнях могут быть получены путем изучения меток высоких вод, опроса населения и сбора архивных материалов.

Определение исторического максимального расхода по установленному уровню осуществляется путем экстраполяции кривой $Q = f(H)$, выполняемой обычными гидравлическими приемами.

На основании проведенных исследований получают сам исторический максимум – Q_N и продолжительность периода, в течение которого он не превышался – N .

Возможна и другая ситуация, когда в состав ограниченного ряда наблюдений за n лет входит выдающийся максимум. На кривой обеспеченности такой максимум отклоняется вправо относительно кривой, соответствующей основной массе расходов. В этом случае исторический максимум известен, а период его непревышения устанавливается путем опроса населения и сбора архивных материалов.

В Своде правил [4] даны формулы, позволяющие уточнить значения параметров распределения с учетом исторического максимума (см. п.5.16 в [4]). Ниже приводятся формулы для случая, когда расчет параметров выполняется методом моментов.

При учете выдающегося максимума, не входящего в ряд наблюдений:

$$\bar{Q} = \frac{1}{N} \left(Q_N + \frac{N-1}{n} \sum_{i=1}^n Q_i \right), \quad (7)$$

$$C_v = \sqrt{\frac{1}{N} \left[\left(\frac{Q_N}{Q} - 1 \right)^2 + \frac{N-1}{n-1} \sum_{i=1}^n \left(\frac{Q_i}{Q} - 1 \right)^2 \right]}, \quad (8)$$

При учете выдающегося максимума, входящего в ряд наблюдений:

$$\bar{Q} = \frac{1}{N} \left(Q_N + \frac{N-1}{n} \sum_{i=1}^{n-1} Q_i \right), \quad (9)$$

$$C_v = \sqrt{\frac{1}{N} \left[\left(\frac{Q_N}{Q} - 1 \right)^2 + \frac{N-1}{n-2} \sum_{i=1}^{n-1} \left(\frac{Q_i}{Q} - 1 \right)^2 \right]}, \quad (10)$$

где, \bar{Q} – среднее значение, рассчитанное с учетом исторического максимума; n – число лет наблюдений в расчетном створе; N – период непревышения исторического максимума.

Учитывая, что настоящая работа носит учебный характер, будем считать, что исторический максимум не входит в ряд наблюдений, а в качестве условного исторического максимума примем $Q_N = 1,3Q_{\max}$, где Q_{\max} – наибольший расход анализируемого ряда. Период непревышения назначим $N = 150$ лет.

Расчет выполнить только для ряда максимальных расходов одной реки, которая принята в качестве расчетной (табл.8).

В рассматриваемом примере расчет выполнен для пункта р. Оять – д. Акулова гора. Как видно из таблицы 8, в данном случае учет исторического максимума не привел к существенному изменению параметров распределения.

Таблица 8

Расчет параметров распределения для ряда максимальных расходов весеннего половодья с учетом исторического максимума; р. Оять – д. Акулова гора

Q_{\max}	Q_N	N	Без учета ист. максимума		С учетом ист. максимума	
			\bar{Q}	C_v	\bar{Q}	C_v
690	897	150	395	0,32	398	0,33

6. РАСЧЕТ ГАРАНТИЙНОЙ ПОПРАВКИ

Речные гидротехнические сооружения первого класса проектируются на расчетный максимальный расход обеспеченностью $P = 0,01\%$. Примерами таких сооружений являются плотины крупных ГЭС с высоким напором и большим объемом водохранилищ. Техногенные катастрофы на таких сооружениях влекут за собой человеческие жертвы и большой экономический ущерб.

Для снижения рисков к расчетным максимальным расходам обеспеченностью $P = 0,01\%$ прибавляется гарантийная поправка (см. п.5.31 в [4]):

$$\Delta Q_{0,01\%} = \frac{\alpha E_{0,01\%}}{\sqrt{N}} Q_{0,01\%}, \quad (11)$$

где α – коэффициент, который принимают равным 1,0 для изученных рек (т. е. когда погрешности расчета среднего значения и C_v не превышают 20%), во всех остальных случаях – 1,5;

N – число лет наблюдений с учетом приведения к многолетнему периоду;

$E_{0,01\%}$ – величина, характеризующая случайную среднеквадратическую ошибку расчетного расхода воды ежегодной вероятности превышения $P = 0,01\%$, определяемая по прил.5.

Гарантийная поправка не должна превышать 20% от расчетного максимального расхода $Q_{0,01\%}$.

В настоящей контрольной работе требуется рассчитать гарантийную поправку только для ряда максимальных расходов одной реки, которая принята в качестве расчетной (табл.9). Исходные данные для расчета взять из таблицы 4. В рассматриваемом примере расчет выполнен для пункта р. Оять – д. Акулова гора.

Таблица 9

Расчет гарантийной поправки для максимального расхода (м³/с) весеннего половодья обеспеченностью $P = 0,01\%$; р. Оять – д. Акулова гора

N	\bar{Q}	C_v	$\frac{C_s}{C_v}$	$\varepsilon_{\bar{Q}}$ %	ε_{C_v} %	α	$E_{0,01\%}$	$\frac{\alpha E_{0,01\%}}{\sqrt{N}}$	$Q_{0,01\%}$	$\Delta Q_{0,01\%}$
46	395	0,32	2	4,7	10,8	1	0,63	0,093	1050	97,5

Контрольная работа № 2

Расчет максимальных расходов весеннего половодья при отсутствии данных гидрометрических наблюдений

В соответствии с требованиями СП 33-101-2003 расчет максимальных расходов весеннего половодья малых и средних рек производится по редуccionной формуле

$$Q_{P\%} = \frac{K_0 h_{P\%} \mu_{P\%} F}{(F + F_1)^n} \delta \delta_1 \delta_2, \quad (1)$$

- где K_0 – коэффициент, характеризующий дружность весеннего половодья;
 $h_{P\%}$ – расчетный слой стока весеннего половодья (без срезки грунтового питания) обеспеченностью $P\%$ в мм;
 $\mu_{P\%}$ – коэффициент, учитывающий неравенство статистических параметров кривых распределения слоев стока и максимальных расходов воды;
 F – площадь водосбора исследуемой реки до расчетного створа, км²;
 F_1 – дополнительная площадь, учитывающая снижение интенсивности редуccion модуля максимального стока с уменьшением площади водосбора, км²;

n – районный показатель редукации;
 $\delta, \delta_1, \delta_2$ – коэффициенты, учитывающие снижение максимальных расходов воды соответственно под влиянием озерности, залесенности и заболоченности.

Требуется: для расчетной реки определить по формуле (1) максимальные расходы весеннего половодья обеспеченностью $P = 0,1; 1; 5; 10; 25$ и 50% .

При выполнении контрольной работы №2 используются результаты расчетов из контрольной работы №1. Одна из трех рек принимается в качестве расчетной реки, две другие – в качестве рек-аналогов. При выполнении контрольной работы №2 предполагается, что на расчетной реке данные гидрометрических наблюдений отсутствуют.

В примере в качестве расчетной реки рассматривается р. Оять – д. Акулова гора, в качестве аналогов – р. Паша – с. Часовенское и р. Сясь – д. Яхново.

1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ СЛОЕВ ВЕСЕННЕГО ПОЛОВОДЬЯ

1.1. Определить параметры распределения слоев стока весеннего половодья (\bar{h} , C_v , C_s/C_v). В качестве расчетных параметров принять их средние значения по двум рекам-аналогам (табл.1).

Таблица 1

Основные статистические характеристики слоев весеннего половодья рек-аналогов

Река – створ	n лет	\bar{h} мм	C_v	C_s/C_v
Паша - с. Часовенское	46	174	0,27	3,38
Сясь – д. Яхново	68	130	0,27	2,64
Среднее значение	–	152	0,27	3,0

Замечание: Примененный в данном случае метод осреднения параметров допустимо использовать в тех случаях, когда расчетная река и реки-аналоги расположены достаточно близко друг к другу. В остальных случаях для определения \bar{h} и C_v следует применять метод пространственной интерполяции, а в качестве расчетного значения отношения C_s/C_v , использовать его среднее районное значение.

1.2.С использованием полученных параметров по соответствующим таблицам определить ординаты аналитических кривых обеспеченностей Крицкого-Менкеля. Результаты записать в таблицу 2.

Таблица 2

Ординаты аналитической кривой обеспеченностей Крицкого-Менкеля слоев стока весеннего половодья; р. Оять – д. Акулова гора

$$(\bar{h} = 152, C_v = 0,27, C_s/C_v = 3)$$

$P, \%$	0,1	1	5	10	25	50
k_p	2,19	1,80	1,49	1,36	1,16	0,97
h_p	333	273	227	206	176	147

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЙОННОГО ПОКАЗАТЕЛЯ РЕДУКЦИИ И ПАРАМЕТРА F_1

В соответствии с [7] показатель степени редукции n и параметр F_1 в формуле (1) следует определять по редукционной зависимости $\lg(q_{1\%}/h_{1\%}) = f[\lg(F+1)]$, которая строится с использованием данных наблюдений на изученных реках исследуемого района; где $q_{1\%}$ – модуль максимального стока 1%-ной обеспеченности.

При отсутствии уменьшения редукции в зоне малых площадей водосборов – параметр F_1 принимается равным единице.

В данной контрольной работе эти параметры определяются по таблице, представленной в приложении 6.

Для рассматриваемого примера $n = 0,17$; $F_1 = 1$.

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ $\mu_{P\%}$

В соответствии с [7] коэффициенты $\mu_{P\%}$, учитывающие неравенство статистических параметров кривых распределения слоев стока и максимальных расходов воды, следует рассчитывать по группе рек с наиболее продолжительными рядами наблюдений по формуле $\mu_{P\%} = (q_{P\%} h_{1\%}) / (q_{1\%} h_{P\%})$; где $q_{P\%}$ и $q_{1\%}$ – модули максимального весеннего стока л/с км² соответственно обеспеченностью $P\%$ и 1%. Полу-

ченные значения для каждой обеспеченности осредняют в пределах однородного гидрологического района.

В данной контрольной работе эти параметры определяются по таблице, представленной в приложении 7.

Для рассматриваемого примера коэффициенты $\mu_{P\%}$ приводятся в таблице 3.

Таблица 3

Переходные коэффициенты $\mu_{P\%}$, учитывающие неравенство статистических параметров максимальных расходов и слоев весеннего половодья для реки Оять – д. Акулова гора

$P\%$	0,1	1	5	10	25	50
$\mu_{P\%}$	1,02	1,0	0,96	0,93	0,90	0,86

4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ δ , δ_1 , δ_2

Коэффициент δ , учитывает снижение максимального расхода воды весеннего половодья под влиянием озер.

При наличии в бассейне озер, расположенных вне главного русла и основных притоков, значение коэффициента δ следует принимать: $\delta = 1$ если $f_{оз} < 2\%$; $\delta = 0,8$ если $f_{оз} \geq 2\%$; где $f_{оз}$ – относительная озерность водосбора.

Если река зарегулирована проточными озерами, то δ рассчитывается по формуле

$$\delta = 1 / (1 + cA_{оз}) \quad (2)$$

где $A_{оз}$ – средневзвешенная озерность водосбора; c – коэффициент, принимаемый равным 0,2 для лесной и лесостепной зон и 0,4 – для степной зоны.

Коэффициент δ_1 , учитывающий снижение максимальных расходов воды под влиянием залесенности бассейна, определяют по формуле

$$\delta_1 = \alpha / (f_{л} + 1)^{n_1}, \quad (3)$$

где n_1 и α – коэффициенты, определяемые по таблице, представленной в прил.8.

Коэффициент δ_2 , учитывающий снижение максимальных расходов воды с заболоченных водосборов, определяют по формуле

$$\delta_2 = 1 - \beta \lg(0,1f_6 + 1), \quad (4)$$

где f_6 – относительная заболоченность водосбора; β – коэффициент, определяемый по таблице, представленной в прил.9.

Расчет коэффициентов δ , δ_1 , δ_2 выполнить для всех исследуемых рек и представить в табличном виде (табл.4).

Таблица 4

Расчет коэффициентов δ , δ_1 , δ_2 для расчетной реки и рек-аналогов

Река – створ	f_{03}	$f_{л}$	f_6	c	α	n_1	β	δ	δ_1	δ_2
Оять – д. Акулова гора	3	84	8	0,2	1	0,22	0,7	0,8	0,38	0,82
Паша – с. Часовенское	1	76	14	0,2	1	0,22	0,7	1	0,38	0,73
Сясь – д. Яхново	1	65	18	0,2	1	0,22	0,7	1	0,40	0,69

5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА K_0

Коэффициент K_0 , характеризующий дружность весеннего половодья, рассчитывают как среднее из значений, определенных по данным рек-аналогов обратным путем из формулы (1):

$$K_0 = \frac{Q_{1\%}(F + F_1)^n}{h_{1\%} F \delta \delta_1 \delta_2}. \quad (5)$$

Результаты расчетов по формуле (5) представить в табличном виде (табл.5). При заполнении таблицы 5 используются максимальные расходы и слои половодья, рассчитанные при выполнении контрольной работы №1.

Таблица 5

Расчет коэффициент коэффициента K_0 по данным рек-аналогов

Река – створ	F	$Q_{1\%}$	$h_{1\%}$	δ	δ_1	δ_2	K_0
Паша – с. Часовенское	5710	937	324	1	0,38	0,73	0,0079
Сясь – д. Яхново	6230	1006	233	1	0,40	0,69	0,0111
Среднее значение							0,0095

6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАКСИМАЛЬНЫХ РАСХОДОВ РАСЧЕТНОЙ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ

С использованием полученных параметров по редуционной формуле (1) рассчитать максимальные расходы весеннего половодья обеспеченностью $P = 0,1; 1; 5; 10; 25$ и 50% . Результаты представить в табличном виде (табл.6-7).

Таблица 6

Расчетные параметры редуционной формулы для р. Оять – д. Акулова гора

F	K_0	δ	δ_1	δ_2	n	F_1
4830	0,0095	0,8	0,38	0,82	0,17	1

Таблица 7

**Результаты расчета максимальных расходов весеннего половодья по
редуционной формуле, р. Оять – д. Акулова гора**

$P\%$	0,1	1	5	10	25	50
h_p	333	273	227	206	176	147
$\mu_{P\%}$	1,02	1,0	0,96	0,93	0,90	0,86
$Q_{P\%}$	919	738	589	518	428	342

7. ВЫВОДЫ

Сравнить максимальные расходы, рассчитанные при наличии данных наблюдений (из контрольной работы №1) с расходами, полученными по редуционной формуле. Оценить ошибку расчета по формуле:

$$\varepsilon = \frac{|Q^* - Q|}{Q} 100\%, \quad (6)$$

где Q^* и Q – расчетные максимальные расходы воды, полученные соответственно по редуционной формуле и по ряду наблюдений.

Результаты расчета представить в табличном виде (табл.8).

Таблица 8

**Максимальные расходы весеннего половодья, рассчитанные разными методами;
р. Оять – д. Акулова гора**

Расчетные характеристики весеннего половодья	Обеспеченность, $P\%$					
	0,1	1	5	10	25	50
Расчетные максимальные расходы воды, полученные по ряду наблюдений, Q м ³ /с	906	746	624	564	470	382
Расчетные максимальные расходы воды, полученные по редуционной формуле, Q^* м ³ /с	919	738	589	518	428	342
Относительная ошибка расчета по редуционной формуле, ε %	1,4	1,0	5,6	8,1	8,9	10,5

Расчет можно считать удовлетворительным, если ошибка определения максимальных расходов по редуционной формуле в диапазоне обеспеченностей $P = 0,1\%-10\%$ не превышает 30%.

Приложение 1а

**Максимальные срочные расходы и слои весеннего половодья;
р. Оять – д. Акулова гора**

ГОД	Q , М ³ /с	h , ММ	ГОД	Q , М ³ /с	h , ММ	ГОД	Q , М ³ /с	h , ММ	ГОД	Q , М ³ /с	h , ММ	ГОД	Q , М ³ /с	h , ММ
1935	226	177	1945	272	109	1955	591	248	1965	404	106	1975	332	136
1936	304	109	1946	673	205	1956	440	143	1966	633	281	1976	615	234
1937	214	98	1947	418	165	1957	505	176	1967	251	160	1977	395	170
1938	294	155	1948	463	164	1958	468	222	1968	313	198	1978	283	122
1939	267	117	1949	312	145	1959	376	155	1969	367	206	1979	354	123
1940	208	98	1950	235	106	1960	319	130	1970	466	147	1980	416	104
1941	197	143	1951	330	143	1961	600	197	1971	491	230			
1942	433	139	1952	414	179	1962	544	237	1972	404	152			
1943	690	234	1953	374	129	1963	412	148	1973	306	133			
1944	365	160	1954	321	113	1964	436	152	1974	446	181			

Приложение 1б

**Максимальные срочные расходы и слои весеннего половодья;
р. Паша – с. Часовенское**

ГОД	Q , М ³ /с	h , ММ	ГОД	Q , М ³ /с	h , ММ	ГОД	Q , М ³ /с	h , ММ	ГОД	Q , М ³ /с	h , ММ	ГОД	Q , М ³ /с	h , ММ
1935	473	228	1945	416	132	1955	809	278	1965	577	180	1975	418	146
1936	506	142	1946	890	221	1956	682	193	1966	823	321	1976	537	249
1937	287	118	1947	555	179	1957	526	173	1967	367	170	1977	483	167
1938	494	193	1948	466	152	1958	590	239	1968	341	214	1978	525	160
1939	448	137	1949	322	121	1959	634	190	1969	682	189	1979	352	129
1940	250	81	1950	273	109	1960	618	146	1970	525	168	1980	572	132
1941	342	157	1951	436	143	1961	462	176	1971	477	224			
1942	574	151	1952	476	169	1962	860	242	1972	743	167			
1943	872	258	1953	504	150	1963	439	126	1973	496	145			
1944	456	164	1954	252	126	1964	761	162	1974	538	187			

**Максимальные срочные расходы и слои весеннего половодья;
р. Сясь – д. Яхново**

ГОД	Q , М ³ /с	h , мм	ГОД	Q , М ³ /с	h , мм	ГОД	Q , М ³ /с	h , мм	ГОД	Q , М ³ /с	h , мм	ГОД	Q , М ³ /с	h , мм
1911	963	193	1925	–	–	1939	330	97	1953	387	119	1967	340	134
1912	468	117	1926	928	185	1940	349	61	1954	230	97	1968	472	181
1913	474	149	1927	384	182	1941	375	110	1955	692	194	1969	512	176
1914	474	141	1928	446	119	1942	474	100	1956	621	161	1970	431	110
1915	715	170	1929	560	112	1943	574	179	1957	358	127	1971	447	108
1916	521	153	1930	369	102	1944	333	90	1958	453	167	1972	599	119
1917	774	140	1931	846	132	1945	214	79	1959	640	153	1973	337	92
1918	515	124	1932	441	151	1946	849	158	1960	506	101	1974	334	116
1919	819	–	1933	214	94	1947	432	103	1961	323	127	1975	404	110
1920	528	121	1934	372	166	1948	556	119	1962	727	159	1976	541	172
1921	508	123	1935	584	144	1949	318	101	1963	456	105	1977	328	106
1922	708	180	1936	528	124	1950	267	93	1964	469	99	1978	602	130
1923	301	118	1937	151	64	1951	468	111	1965	599	131	1979	250	102
1924	780	165	1938	288	101	1952	358	101	1966	788	246	1980	320	99

F – распределение (Фишера), $2\alpha = 5\%$

ν_2	Число степеней свободы ν_1							
	8	10	15	20	30	60	120	∞
8	4,43	4,30	4,10	4,00	3,89	3,78	3,73	3,67
9	4,10	3,96	3,77	3,67	3,56	3,45	3,39	3,33
10	3,85	3,72	3,52	3,42	3,31	3,20	3,14	3,08
11	3,66	3,53	3,33	3,23	3,12	3,00	2,94	2,88
12	3,51	3,37	3,18	3,07	2,96	2,85	2,79	2,72
13	3,39	3,25	3,05	2,95	2,84	2,72	2,66	2,60
14	3,29	3,15	2,95	2,84	2,73	2,61	2,55	2,49
15	3,20	3,05	2,86	2,76	2,64	2,52	2,46	2,40
16	3,12	2,99	2,79	2,68	2,57	2,45	2,38	2,32
17	3,06	2,92	2,72	2,62	2,50	2,38	2,32	2,25
18	3,01	2,87	2,67	2,56	2,44	2,32	2,26	2,19
19	2,96	2,82	2,62	2,51	2,38	2,27	2,20	2,13
20	2,91	2,77	2,57	2,46	2,35	2,22	2,16	2,09
21	2,87	2,73	2,53	2,42	2,31	2,18	2,11	2,04
22	2,84	2,70	2,50	2,39	2,27	2,14	2,08	2,03
23	2,81	2,67	2,47	2,36	2,24	2,11	2,04	1,97
24	2,78	2,64	2,44	2,33	2,21	2,08	2,01	1,94
25	2,75	2,61	2,41	2,30	2,18	2,05	1,98	1,91
26	2,72	2,59	2,39	2,28	2,16	2,03	1,95	1,88
27	2,71	2,57	2,34	2,25	2,13	2,00	1,93	1,85
28	2,69	2,55	2,34	2,23	2,11	1,98	1,91	1,83
29	2,67	2,53	2,32	2,21	2,09	1,96	1,89	1,81
30	2,65	2,51	2,31	2,20	2,07	1,94	1,87	1,77
40	2,53	2,39	2,18	2,07	1,94	1,80	1,72	1,74
60	2,41	2,27	2,06	1,94	1,82	1,67	1,58	1,48
120	2,30	2,16	1,95	1,82	1,69	1,53	1,43	1,31
∞	2,19	2,05	1,83	1,71	1,57	1,39	1,27	1,00

Распределение Стьюдента, $2\alpha = 5\%$

Число степеней свободы, ν	t_p	Число степеней свободы, ν	t_p	Число степеней свободы, ν	t_p
1	12,71	14	2,145	32	2,036
2	4,302	15	2,131	34	2,032
3	3,182	16	2,119	36	2,028
4	2,776	17	2,110	38	2,024
5	2,571	18	2,101	40	2,021
6	2,446	19	2,093	50	2,009
7	2,365	20	2,086	60	2,000
8	2,306	21	2,079	80	1,990
9	2,262	22	2,074	100	1,984
10	2,228	24	2,064	200	1,972
11	2,201	26	2,055	300	1,968
12	2,179	28	2,048	400	1,966
13	2,160	30	2,042	500	1,964

Границы 90%-ных доверительных интервалов для эмпирической обеспеченности наибольшего и наименьшего членов ряда в зависимости от длины ряда*

Длина ряда	Границы доверительного интервала			
	для наибольшего члена ряда		для наименьшего члена ряда	
	5%	95%	5%	95%
10	0,50	25,90	74,10	99,50
20	0,27	13,40	87,00	99,72
30	0,20	9,80	90,00	99,81
40	0,15	7,70	92,20	99,86
50	0,10	6,00	94,00	99,90
60	0,09	5,00	95,00	99,91
70	0,08	4,30	95,70	99,92
80	0,07	3,70	96,30	99,93
90	0,06	3,30	96,70	99,94
100	0,05	3,00	97,00	99,95
110	0,04	2,00	97,80	99,96
120	0,03	1,60	98,50	99,97

* Источник: Приложение Б.3 в [4].

**Значения $E_{p\%}$ для трехпараметрического гамма-распределения*
в зависимости от C_v и C_s/C_v**

C_v	Метод наибольшего правдоподобия			Метод моментов		
	$C_s/C_v = 2$	$C_s/C_v = 3$	$C_s/C_v = 4$	$C_s/C_v = 2$	$C_s/C_v = 3$	$C_s/C_v = 4$
0,1	0,25	0,30	0,40	0,25	0,30	0,40
0,2	0,45	0,50	0,70	0,45	0,57	0,77
0,3	0,60	0,75	1,00	0,60	0,84	1,11
0,4	0,75	1,00	1,30	0,75	1,10	1,43
0,5	0,88	1,18	1,48	0,88	1,34	1,73
0,6	0,96	1,30	1,60	0,96	1,55	2,00
0,7	1,05	1,43	1,74	1,05	1,74	2,22
0,8	1,14	1,55	1,88	1,14	1,93	2,42
0,9	1,22	1,68	2,00	1,22	2,11	2,60
1,0	1,30	1,78	2,15	1,30	2,28	2,77
1,1	1,38	1,90	2,27	1,38	2,42	2,94
1,2	1,46	2,00	2,40	1,46	2,56	3,10
1,3	1,54	2,10	2,58	1,54	2,68	3,26
1,4	1,60	2,24	2,65	1,60	2,80	3,41
1,5	1,67	2,33	2,77	1,67	2,92	3,57

* Источник: Приложение Б.6 в [4].

Значения районного показателя редуции n и параметра F_1 , учитывающего уменьшение редуции в зоне малых площадей водосборов (для территории РФ)*

Природная зона	n	F_1
Зона тундры и лесная зона	0,17	1
Лесостепная зона	0,25	2
Степная зона, зона засушливых степей и полупустынь	0,35	10
Примечание: Значения параметров n и F_1 на границах природных зон определяются по интерполяции.		
* Источник: Таблица 10 в [8].		

Переходные коэффициенты μ , учитывающие неравенство статистических параметров максимальных расходов и слоев половодья*

Природная зона	Обеспеченность, P %								
	0,1	1	3	5	10	25	50	75	95
Тундра и лесная зона	1,02	1,0	0,97	0,96	0,93	0,90	0,86	0,82	0,82
Лесостепная	1,04	1,0	0,96	0,93	0,89	0,80	0,72	0,64	0,58
Степная	1,04	1,0	0,97	0,96	0,93	0,88	0,79	0,64	0,42
Зона засушливых степей и полупустынь	1,02	1,0	0,98	0,97	0,96	0,92	(0,80)	(0,70)	(0,50)

* Источник: Таблица 9 в [8].

Значения параметров α_1 и n_1 в формуле для расчета коэффициента δ_1 , учитывающего влияние на максимальный сток лесистости водосбора*

Природная зона	Расположение леса на водосборе	Значения параметра α_1 при f_b , %			Коэффициент n_1 для почвогрунтов под лесом		
		3-9	10-19	20-30	различного мех. состава	супесчаных	суглинистых
Лесная	<i>A</i>	1,00	1,00	1,00	0,22	-	-
	<i>B</i>	0,85	0,80	1,75	0,22	-	-
	<i>C</i>	1,20	1,25	1,30	0,22	-	-
Лесостепная	<i>A, C</i>	1,00	1,00	1,00	0,16	0,20	0,10
	<i>B</i>	1,25	1,30	1,40	0,16	0,20	0,10

Расположение леса на водосборе: *A* – равномерное; *B* – в верхней части водосбора; *C* – в нижней и прирусловой части водосбора.

* Источник: Приложение Б.5 в [7].

Значение параметра β в формуле для расчета коэффициента δ_2 , учитывающего влияние на максимальный сток заболоченности водосбора*

Типы болот	Коэффициент β
Низинные болота и заболоченные леса и луга на водосборах, сложенных супесчаными и легкосуглинистыми почвами (грунтами)	0,8
Водосборы, включающие болота разных типов	0,7
Верховые болота на водосборах, сложенных супесчаными и легкосуглинистыми почвами (грунтами)	0,5
Верховые болота на водосборах, сложенных среднесуглинистыми и глинистыми почвами (грунтами)	0,3

* Источник: Приложение Б.6 в [7].

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие.....	3
Общие указания.....	3
Литература.....	3
Указания по разделам теоретического курса.....	4
Контрольные работы.....	8
Контрольная работа № 1– «Расчет максимальных расходов и слоев весеннего половодья при наличии данных гидрометрических наблюдений».....	10
Контрольная работа № 2 – «Расчет максимальных расходов весеннего половодья при отсутствии данных гидрометрических наблюдений».....	21
Приложения.....	28

Учебное издание

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по дисциплине

«ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ», часть II

Составитель: *Сикан Александр Владимирович*

Редактор: *Максимова Ирина Георгиевна*

ЛР № 020309 от 30.19. 96.

Подписано в печать 31.01.12. Формат 60x90 1/16. Гарнитура Times New Roman.

Печать цифровая. Усл. печ. л. 2,25. Тираж 200 экз. Зак. №58

РГГМУ, 195196, Санкт-Петербург, Малоохтинский пр. 98.

Отпечатано в ЦОП РГГМУ
