Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды

Государственное учреждение

«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ»

Методические рекомендации по определению расчетных гидрологических характеристик при наличии данных гидрометрических наблюдений

Санкт-Петербург

2005

gost.e-ecolog.ru

Оглавление

стр.

Предисловие……..5

Введение……6

1. Общие указания……7

2.Оценка параметров и квантилей распределения по однородным данным……12

3.Оценка параметров и квантилей распределения по неоднородным данным……21

4.Случайные погрешности выборочных параметров ……22

5.Учет случайных погрешностей исходных данных при оценке параметров распределения…… 23

6.Учет выдающихся значений гидрологических характеристик при оценке параметров распределения……24

7. Оценка боковой приточности……26

8. Годовой сток воды и его внутригодовое распределение ……27

9. Максимальный сток воды весеннего половодья и дождевых паводков……..35

10. Расчетные гидрографы стока воды рек весеннего половодья и дождевых паводков……39

11. Минимальный сток воды рек……43

12. Наивысшие уровни воды рек и озер……44

13. Приложения А……48

14.Приложения Б……85

Литература……122

Предисловие

Настоящие Рекомендации по определению расчетных гидрологических характеристик при наличии данных гидрометрических наблюдений в пункте проектирования надлежит использовать при подготовке Территориальных строительных норм субъектов Российской федерации, а также при расчете гидрологических характеристик для строительного проектирования. Рекомендации составлены в лаборатории расчетов стока Государственного гидрологического института профессором А.В. Рождественским с участием : кандидата технических наук [Г.А. Плиткина] (раздел 9), доктора технических наук М.В. Болгова и кандидата технических наук С.М. Тумановской (раздел 10), кандидата технических наук С.М. Тумановской (раздел 11), профессора А. М. Владимирова (раздел 12), доктора технических наук В.А. Бузина (раздел 13).

Кроме настоящих Методических рекомендаций в ГГИ подготовлены следующие рекомендации:

«Методические рекомендации по созданию региональной базы данных по основным гидрологическим характеристикам»;

«Методические рекомендации по оценке однородности эмпирических распределений и стационарности многолетних рядов гидрологических характеристик»;

«Методические рекомендации по определению расчетных гидрологических характеристик при наличии данных наблюдений в пункте проектирования». Эти документы предполагается опубликовать в ближайшие 2-3 года.

В настоящее время в ГГИ ведутся работы по подготовке «Методических рекомендаций по определению расчетных гидрологических характеристик при отсутствии данных наблюдений в пункте проектирования», которые предусматривается подготовить к публикации в 2007г.

В данных Методических рекомендациях приводятся ссылки на ранее опубликованные издания. По мере издания отмеченных Методических рекомендаций следует их использовать при проведении инженерных гидрологических расчетов.

Введение

В настоящих Рекомендациях по определению расчетных гидрологических характеристик при наличии данных гидрометрических наблюдений в пункте проектирования более подробно раскрывается смысл многих методических положений, изложенных в Своде правил по определению расчетных гидрологических характеристик [28], приводятся алгоритмы расчета, даются пояснения по использованию вычислительных программ и более полно представлены примеры расчета различных гидрологических характеристик Кроме того в Рекомендациях более полно представлены многочисленные таблицы, которые значительно облегчают производство инженерных гидрологических расчетов. Вместе с тем многие положения, изложенные в Своде правил [28], которые не имеют прямого отношения к подготовке Территориальных строительных норм, приводятся курсивом в настоящих методических Рекомендациях. Территориальные строительные нормы по определению расчетных гидрологических характеристик должны содержать обобщение исходной гидрологической информации в виде удобном для гидрологического обоснования проектирования новых, расширения, реконструкции, ликвидации и технического перевооружения действующих предприятий, зданий и сооружений для всех видов строительства и инженерной защиты территорий. В настоящих Рекомендациях рассматривается обработка исходной гидрометрической информации в пунктах гидрометрических наблюдений достаточной продолжительности. Вместе с тем данные методические рекомендации должны использоваться и при обработке гидрологических рядов после процедуры их приведения к многолетнему периоду. Поэтому представляется целесообразным сначала произвести приведение гидрологических рядов к многолетнему периоду в соответствии с методическими Рекомендациями по приведению рядов гидрологических характеристик и их параметров к многолетнему периоду и только после этого приступить к статистической обработке всех рядов, включая ряды, приведенные к многолетнему периоду.

Настоящие Рекомендации могут быть использованы не только при подготовке Территориальных строительных норм, а и при гидрологических расчетах для проектирования, строительства и эксплуатации различных водохозяйственных и гидротехнических сооружений на водных объектах России и обеспечивающие их безопасность.

1. Общие положения

При подготовке Территориальных строительных норм (ТСН) для субъектов Российской Федерации, а также при гидрологических расчетах для строительного проектирования следует руководствоваться Сводом правил (СП) по определению расчетных гидрологических характеристик [28]. Свод правил содержит основные методы и схемы расчета средних годовых, максимальных расходов воды и объемов стока весеннего половодья и дождевых паводков, гидрографов стока, внутригодового распределения стока, отметок наивысших уровней воды рек и озер и минимальных расходов воды. Допускается использование методов, изложенных в настоящих Рекомендациях при статистической обработке других гидрологических характеристик, таких как сезонный сток, продолжительность гидрологических явлений (продолжительность весенних половодий и дождевых паводков), метеорологических факторов речного стока (дождевые осадки, снежный покров, температура воздуха) и многих других гидрологических характеристик и других факторов речного стока.

Применение других методов расчета, не включенных в Свод правил [28] и в настоящие Методические рекомендации по определению основных расчетных гидрологических характеристик, требует всестороннего обоснования. При этом необходимо представить сравнительную оценку погрешностей расчетов по предлагаемым методам с результатами расчетов по методам, изложенным в настоящих Рекомендациях и Своде правил.

Определение расчетных гидрологических характеристик должно основываться на данных гидрометеорологических наблюдений, опубликованных в официальных документах Росгидромета, включая последние годы наблюдений (неопубликованные данные) к моменту подготовки ТСН, или к моменту производства гидрологических расчетов для проектирования, строительства и эксплуатации различных водохозяйственных и гидротехнических сооружений на водных объектах страны , а также на данных наблюдений, содержащихся в архивах Госгидрометфонда, изыскательских, проектных и других организаций, включая материалы опроса местных жителей. Кроме того, следует использовать достоверные данные наблюдений за гидрологическими характеристиками по архивным, литературным и другим материалам, относящимся к периоду до начала регулярных наблюдений. При этом необходимо указать источник, на

основании которого установлена гидрологическая информация, и произвести тщательную оценку достоверности и точности полученных материалов.

При отсутствии данных гидрометеорологических наблюдений в пункте проектирования обязательно проводятся гидрометеорологические изыскания для повышения точности и надежности расчетов, выполняемых методами, изложенными в настоящих Рекомендациях и Своде правил. Изыскания осуществляются в соответствии со СНиП 11-02-96 "Инженерные изыскания для строительства. Основные положения" [25] и СП 11-103-97 "Инженерно- гидрометеорологические изыскания для строительства" [27]. Материалы полевых гидрометеорологических изысканий также подлежат дальнейшему анализу и последующим расчетам в соответствии с рекомендациями по приведению кратковременных наблюдений к многолетнему периоду и в соответствии со Сводом правил.

Данные гидрометрических наблюдений, вызывающие сомнение, следует подвергать проверке, включающей анализ:

- полноты и надежности наблюдений за уровнями и расходами воды, наличия данных о наивысших (мгновенных и среднесуточных) и наинизших уровнях воды за время наблюдений при свободном ото льда русле, ледяном покрове, ледоходе, заторе льда, русле заросшем водной растительностью, подпоре от нижерасположенной плотины, сбросах воды выше гидрометрического створа, полноты учета стока воды на поймах и в протоках и др.;
- увязки высотных отметок водомерных постов и уровней воды за весь период наблюдений, увязки годового и сезонного стока воды, максимальных и минимальных расходов и уровней воды в пунктах наблюдений по длине реки;
- обоснованности способов подсчета стока воды по осредненным или ежегодным кривым расходов воды или же другими методами;
- обоснованности экстраполяции кривых расходов воды до наивысших и наинизших уровней, а также точности расчета стока воды по кривым расходов за год, сезон, месяц, сутки;
- необходимости восстановления наблюдений, пропущенных за отдельные годы, месяцы, дни;
- точности расчетов стока воды за зимний и переходный периоды, обоснованности принятых при расчете стока воды коэффициентов, учитывающих зарастание русла водной растительностью, правильности учета деформации русла и переменного подпора уровня воды;

- влияния хозяйственной деятельности на речной сток; включая влияние плотины или взаимного подпора основной реки и притока в местах наблюдений за стоком;
- частоты наблюдений, обеспечивающей регистрацию наивысшего и наинизшего уровней (расходов) воды.

Ненадежные данные гидрометрических наблюдений при невозможности их уточнения исключаются из расчетного ряда наблюдений. В необходимых случаях должен выполняться пересчет стока воды за отдельные сутки, месяцы, годы.

Для рек, в бассейнах которых имеет место интенсивная хозяйственная деятельность, существенно нарушающая естественный гидрологический режим рек, определение расчетных гидрологических характеристик производится по двум расчетным схемам.

Первая расчетная схема предполагает приведение гидрологических рядов наблюдений к естественным однородным и стационарным условиям. В расчетное значение гидрологической характеристики, полученной по естественному ряду, вводится поправка на влияние хозяйственной деятельности. Численное ежегодное значение поправки представляет собой разность между бытовым и естественным стоком. Значение поправки расчетной вероятности превышения определяется по кривой распределения поправок.

Приведение речного стока к естественным условиям не производится, если суммарное значение его изменений не выходит за пределы случайной средней квадратической погрешности исходных данных наблюдений.

Приведение нарушенного хозяйственной деятельностью речного стока к естественным условиям производится:

- водобалансовыми и гидравлическими методами с учетом изменения всех элементов водного баланса;
- статистическими методами на основе парной и множественной регрессии.

Выбор методов определяется наличием и качеством необходимой гидрометеорологической информации и информации о факторах хозяйственной деятельности. При комплексном учете влияния различных видов хозяйственной деятельности применяются методы регрессионного анализа, а при дифференцированном учете влияния хозяйственной деятельности – водобалансовые методы. При этом следует руководствоваться рекомендациями [7,8].

Водобалансовые методы базируются на детальных данных наблюдений за элементами водного баланса с учетом антропогенных факторов.

На основе регрессионных методов восстановление естественного стока производится по имеющейся неполной или косвенной информации о факторах хозяйственной деятельности или по данным о стоке бассейнов-индикаторов, имеющих естественный режим за весь период наблюдений. Восстановление стока малых и средних рек допускается производить по основным стокоформирующим метеорологическим факторам, а также по стоку бассейнов-аналогов, имеющих естественный режим за весь период наблюдений. Во всех случаях для восстановления стока используется множественная линейная и нелинейная регрессия.

Во второй расчетной схеме гидрологические ряды наблюдений приводятся к бытовому стоку за весь период наблюдений в предположении, что сложившийся комплекс хозяйственной деятельности с учетом реальных планов развития народного хозяйства действовал с начала наблюдений. Восстановление бытового стока за весь период наблюдений производится, как и в первом случае, водобалансовыми и регрессионными методами. Определение расчетной гидрологической характеристики в этом случае производится по данным за весь период наблюдений без введения поправок на хозяйственную деятельность.

При подготовке ТСН вторую расчетную схему желательно не использовать, т.к. при этом могут возникнуть дополнительные трудности при пространственном обобщении характеристик и параметров расчетных схем и формул.

Оценка точности восстановленного стока осуществляется общепринятыми статистическими методами [16,17]. Восстановленный ряд проверяется на однородность с использованием генетических и статистических методов в соответствии с Рекомендациями по оценке однородности гидрологической информации [14].

Методология предлагаемых двух расчетных схем в принципиальном плане может быть применена и для расчетов основных гидрологических характеристик с учетом влияния возможного глобального антропогенного изменения климата. В настоящих Рекомендациях конкретные методы учета регионального изменения климата на основные расчетные гидрологические характеристики не приводятся, так как нет надежных оценок влияния этого изменения на длительную перспективу, связанную с периодом эксплуатации проектируемых сооружений, исчисляемых несколькими десятками и даже сотнями лет. Кроме того многие метеорологические факторы речного стока не рассматриваются при исследованиях возможного глобального изменения климата. К их числу относятся максимальные суточные осадки, а также осадки за меньшие интервалы времени для рек с малыми площадями водосборов, суточная интенсивность снеготаяния в

период весеннего половодья и многие другие элементы, необходимые при описании гидрологического режима рек. Больше того при глобальном и региональном изменении климата, как правило, рассматриваются лишь осредненные метеорологические характеристики. Для целей гидрологических расчетов на длительную перспективу необходимо знать годичную изменчивость многих элементов метеорологического режима.

Определение расчетных гидрологических характеристик при наличии данных гидрометрических наблюдений достаточной продолжительности осуществляется путем применения аналитических и эмпирических функций распределения ежегодных вероятностей превышения - кривых обеспеченностей. При этом должны выполняться следующие условия:

1. Продолжительность периода наблюдений считается достаточной, если рассматриваемый период репрезентативен (представителен), а относительная средняя квадратическая погрешность расчетного значения исследуемой гидрологической характеристики не превышает 10% для годового и сезонного стока и 20% для максимального и минимального стока. Средние квадратические погрешности расчетного значения исследуемой гидрологической характеристики устанавливаются по специальным таблицам, полученным методом статистических испытаний [16,26], или по формулам [16, 17,26]. Рассчитанные значения погрешностей, как правило, будут больше приведенных выше значений. Поэтому прямой расчет кривой обеспеченности, целесообразно осуществлять только по наиболее продолжительным рядам наблюдений в рассматриваемом однородном в гидрологическом отношении районе исследования, т.е. по рядам, которые привести к более длительному периоду невозможно из-за отсутствия более продолжительных наблюдений на реках-аналогах.

2. Оценка репрезентативности ряда наблюдений за n лет производится по рекам-аналогам с числом лет наблюдений $N>n$, при $N>50$ лет. Репрезентативность ряда наблюдений за гидрологической характеристикой может также определяться по разностным интегральным кривым речного стока или сопоставлением кривых распределения речного стока по реке-аналогу за периоды n и N лет.

3. Если относительные средние квадратические погрешности превышают указанные в пункте 1 пределы и период наблюдений нерепрезентативен, необходимо осуществить приведение рассматриваемой гидрологической характеристики к многолетнему периоду согласно рекомендациям по приведению гидрологических характеристик и их параметров к многолетнему периоду. С практической точки зрения, когда имеется возможность

приведения данных наблюдений к более длительному периоду, эту операцию всегда надо осуществлять, т.к. при этом повышается точность инженерно- гидрологических расчетов.

4. Прежде чем приступить к расчету аналитической кривой распределения рассматриваемой гидрологической характеристики необходимо произвести оценку однородности и стационарности исходных данных наблюдений в соответствии с рекомендациями по статистическим методам анализа однородности многолетних колебаний данного гидрологического явления [14].

5. В сомнительных случаях необходимо произвести оценку качества исходной информации в соответствии официальными документами Росгидромета.

6. Исходная гидрометрическая информация, подлежащая дальнейшей обработке и обобщению, должна быть занесена в базу данных в соответствии с Рекомендациями по подготовке базы данных. В эту базу данных должны быть занесены приведенные к многолетнему периоду данные (в соответствии с Рекомендациями по определению расчетных гидрологических характеристик при недостаточности данных наблюдений) и другая информация, необходимая при дальнейших расчетах и обобщениях. По мере накопления исходной гидрологической информации она должна заносится в базу данных. На основании пополненной гидрологической информации следует производить ее обобщение один раз в пять лет в соответствии с настоящими Рекомендациями. Если в течение ближайшего пятилетнего периода произойдет катастрофическое экстремальное явление, то следует сразу осуществить обобщение гидрологической информации за многолетний период, включая экстремальное катастрофическое гидрологическое явление.

2.Оценка параметров и квантилей распределения по однородным данным

Эмпирическая ежегодная вероятность превышения P_m гидрологических характеристик определяется по формуле:

$$P_m = \frac{m}{n+1} 100\% \quad , \tag{1}$$

где m - порядковый номер членов ряда гидрологической характеристики, расположенного в убывающем порядке; n - общее число членов ряда.

Эмпирические кривые распределения ежегодных вероятностей превышения строятся на клетчатках вероятностей. Тип клетчатки вероятностей выбирается в соответствии с принятой аналитической функцией распределения вероятностей и полученного отношения коэффициента асимметрии C_s к коэффициенту вариации C_v. [17]. Наиболее часто применяется клетчатка вероятностей нормального закона распределения, на которой кривые обеспеченности нормального закона представляются в виде прямых линий. Эта клетчатка в технической литературе по гидрологии, как правило, называется клетчатка вероятностей для кривых распределения с умеренной асимметричностью. При положительной асимметрии на этой клетчатке эмпирические и аналитические кривые обеспеченности имеют вогнутую форму, при отрицательной асимметрии – выпуклую форму, а при отсутствии асимметрии – в виде прямой линии.

Для сглаживания и экстраполяции эмпирических кривых распределения ежегодных вероятностей превышения (кривых обеспеченностей), как правило, применяются трехпараметрические распределения: Крицкого-Менкеля при любом отношении C_s/C_v (Приложение Б, таблица 1), распределение Пирсона III типа (биномиальная кривая) при $C_s/C_v \geq 2$ (Приложение Б, таблица 2), лог-нормальное распределение при $C_s \geq 3C_v + C_v^3$ и другие распределения, имеющие предел простирания случайной переменной от нуля, или положительного значения, до бесконечности. При надлежащем обосновании допускается применять двухпараметрические распределения, если эмпирическое отношение C_s/C_v и аналитическое отношение C_s/C_v, свойственное данной функции распределения, приблизительно равны. При этом необходимо произвести анализ принимаемой функции распределения вероятностей с точки зрения ее пределам простирания. Необходимо также установить при каком соотношении параметров распределения кривая распределения уходит в отрицательную область с тем, чтобы исключить из дальнейшего применения эту область в практике гидрологических расчетов существенно положительных случайных величин (например, различные характеристики речного стока). При неоднородности ряда гидрометрических наблюдений (различные условия формирования стока) применяются усеченные и составные кривые распределения вероятностей ежегодного превышения, или, что тоже самое, составные кривые обеспеченности.

Оценки параметров аналитических кривых распределения: среднее многолетнее значение $\overline{Q}$, коэффициент вариации C_v и отношение коэффициента асимметрии к коэффициенту вариации C_s/C_v, устанавливаются по рядам наблюдений за рассматриваемой гидрологической характеристикой методом приближенно наибольшего

правдоподобия, методом моментов, а также графоаналитическим методом на начальных стадиях проектирования (метод квантилей) и по совокупности методов с учетом региональных зависимостей характеристик и параметров стока от основных стокоформирующих факторов.

1. Коэффициент вариации C_v и коэффициент асимметрии C_s только для трехпараметрического гамма - распределения С.Н. Крицкого и М.Ф. Менкеля можно определять методом приближенно наибольшего правдоподобия [1,10] в зависимости от статистик λ_2 и λ_3, вычисляемых по формулам:

$$\lambda_2 = \left(\sum_{i=1}^{n} \lg k_i\right) \Big/ (n-1), \tag{2}$$

$$\lambda_3 = \left(\sum_{i=1}^{n} k_i \lg k_i\right) \Big/ (n-1), \tag{3}$$

где k - модульный коэффициент рассматриваемой гидрологической характеристики, определяемый по формуле:

$$k_i = \frac{Q_i}{\overline{Q}} \quad , \tag{4}$$

Q_i - годичные значения расходов воды; $\overline{Q}$ - среднее арифметическое значение расходов воды, определяемое в зависимости от числа лет гидрометрических наблюдений по формуле:

$$\overline{Q} = \left(\sum_{i=1}^{n} Q_i\right) \Big/ n \ . \tag{5}$$

По полученным значениям статистик λ_2 и λ_3 определяют коэффициенты вариации и асимметрии [1] по специальным таблицам (Приложение Б, таблицы 3 и 4), номограммам [10] или на основе вычислительной программы.

2. Коэффициенты вариации C_v и асимметрии C_s определяются методом моментов по формулам [15,16]:

$$\begin{aligned} C_v = {} & (a_1 + a_2 / n) + (a_3 + a_4 / n)\widetilde{C}_v + \\ & + (a_5 + a_6 / n)\widetilde{C}_v^{\,2} \end{aligned} \quad , \tag{6}$$

$$C_s = (b_1 + b_2/n) + (b_3 + b_4/n)\widetilde{C}_s + \\ + (b_5 + b_6/n)\widetilde{C}_s^{\,2} \qquad (7)$$

где a_1 , ... a_6; b_1 ,... b_6 - коэффициенты, определяемые по табл.1 ; $\widetilde{C}_v$ и $\widetilde{C}_s$ - соответственно смещенные оценки коэффициентов вариации и асимметрии, определяемые по формулам:

$$\widetilde{C}_v = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(k_i - 1)^2}{n-1}} \quad , \qquad (8)$$

$$\widetilde{C}_s = \left[n\sum_{i=1}^{n}(k_i - 1)^3 \right] / \left[\widetilde{C}_v^3 (n-1)(n-2)\right] \qquad (9)$$

При C_v <0,6 и C_s<1,0 допускается использовать формулы (8) и (9) без введения поправок на смещение (формулы 6 и 7).

Таблица 1

Значения коэффициентов

a и b в формулах (6)-(7)

Значение Cs/Cv	r(1)	Коэффициенты					
		a_1	a_2	A_3	a_4	a_5	a_6
2	0	0	0.19	0.99	-0.88	0.01	1.54
	0.3	0	0.22	0.99	-0.41	0.01	1.51
	0.5	0	0.18	0.98	0.41	0.02	1.47
3	0	0	0.69	0.98	-4.34	0.01	6.78
	0.3	0	1.15	1.02	-7.53	-0.04	12.38
	0.5	0	1.75	1.00	-11.79	-0.05	21.13
4	0	0	1.36	1.02	-9.68	-0.05	15.55
	0.3	-0.02	2.61	1.13	-19.85	-0.22	34.15
	0.5	-0.02	3.47	1.18	-29.71	-0.41	58.08
	r(1)	Коэффициенты					
		b_1	b_2	B_3	b_4	b_5	b_6
	0	0.03	2.00	0.92	-5.09	0.03	8.10
	0.3	0.03	1.77	0.93	-3.45	0.03	8.03
	0.5	0.03	1.63	0.92	-0.97	0.03	7.94

Коэффициент автокорреляции между смежными членами ряда r(1) определяется по формуле:

$$r(1)=\frac{\sum_{i=2}^{n}(Q_i-\overline{Q}_1)(Q_{i-1}-\overline{Q}_2)}{\sqrt{\sum_{i=2}^{n}(Q_i-\overline{Q}_1)^2\sum_{i=1}^{n-1}(Q_i-\overline{Q}_2)^2}}$$

где:

$$\overline{Q}_1=\frac{\sum_{i=2}^{n}Q_i}{n-1}$$

$$Q_2=\frac{\sum_{i=1}^{n-1}Q_i}{n-1}$$

3. Окончательные расчетные значения отношения коэффициента асимметрии к коэффициенту вариации (Cs/Cv), а также коэффициента автокорреляции между стоком смежных лет (r(1)) следует принимать как среднее из значений, установленных по данным группы рек с наиболее продолжительными наблюдениями за рассматриваемой гидрологической характеристикой в гидрологически однородном районе с учетом площадей водосборов и азональных факторов стока. Для проверки однородности эмпирических оценок C_s/C_v и $r(1)$ используются случайные погрешности оценок параметров по специальным таблицам, полученным методом статистических испытаний [16]. Если рассеивание эмпирических оценок C_s/C_v и $r(1)$ больше теоретического, то принятый район признается неоднородным и он должен быть уменьшен до тех размеров, пока рассеивание эмпирических оценок и теоретические погрешности будут приблизительно равны.

4. Уточнение параметров распределений гидрологических характеристик допускается осуществлять методом объединения данных наблюдений по группе станций (постов) в пределах однородных в гидрологическом отношении районов [1,26]. Рассматриваемая гидрологическая характеристика должна быть приведена к единым условиям

формирования в однородном гидрологическом районе. Приведение к единым условиям формирования связано с нормированием гидрологической характеристики на определяющие региональные факторы (площадь, высота водосбора и другие). Гидрологическая характеристика, приведенная к единым условиям формирования, является случайной величиной, распределение которой в существенной мере определяется объемом независимой информации.

Это распределение, называемое выборочным распределением, носит сложный характер, но, ввиду ограниченности периода наблюдений, в гидрологических расчетах используются два параметра: среднее значение и среднее квадратическое отклонение. Рассеяние оценок, вызванное ограниченностью данных наблюдений, обозначается через $\varepsilon_{случ.}$, а рассеяние, обусловленное не устраненными приводкой различиями между водосборами, через $\varepsilon_{геогр.}$. Полное рассеяние оценки $\varepsilon_{полн.}$, в силу независимости причин, определяется в виде:

$$\varepsilon^2_{полн.} = \varepsilon^2_{случ.} + \varepsilon^2_{геогр.} \qquad (10)$$

Полная дисперсия $\varepsilon^2_{полн.}$ находится из наблюдений путем расчета по формуле:

$$\varepsilon^2_{полн.} = \frac{\sum^{k} \left(A_i - \overline{A}\right)^2}{k-1} \qquad (11)$$

где i – индекс объекта; k – число совместно анализируемых объектов; A_i – оценка рассматриваемого параметра по i-му водосбору; $\overline{A}$ - средняя из оценок по всем водосборам.

Случайная составляющая рассеяния оценок вычисляется по теоретическим формулам или путем статистических испытаний как осредненная дисперсия оценок этих параметров по отдельным объектам.

Географическая составляющая рассеяния определяется из (10) как разность между полной и случайной дисперсией. Если оценка $\varepsilon^2_{геогр.}$ имеет отрицательный знак, то ее принимают равной нулю. Дисперсия результата совместного расчета равна

$$\varepsilon^2_{ср.} = \frac{\varepsilon^2_{сл.}}{k} + \varepsilon^2_{геогр.} \qquad (12)$$

Соотношение между случайной и географической составляющими определяет целесообразный состав коллектива объектов, обрабатываемых методом группового оценивания. При увеличении числа совместно анализируемых водосборов значение случайной ошибки среднего уменьшается. В противоположность этому, географическая составляющая должна увеличиваться за счет вовлечения водосборов, расположенных в пределах более обширной географической области, условия формирования стока которых различаются более существенно. Практически приемлемым следует считать количество водосборов, при котором географическая составляющая не превосходит случайной:

$$\varepsilon_{\text{геогр.}} \leq \varepsilon_{\text{случ.}} \tag{13}$$

Результатом группового анализа является оценка параметра по совокупности собственных и объединенных наблюдений в виде средневзвешенного по точности каждой из оценок

$$A_{совм.} = \frac{A_{инд.}\varepsilon_{ср.}^2 + A_{ср.}\varepsilon_{инд.}^2}{\varepsilon_{инд.}^2 + \varepsilon_{ср.}^2} \tag{14}$$

Стандартная ошибка такой оценки рассчитывается по формуле

$$\varepsilon_{совм.} = \frac{\varepsilon_{инд.}\varepsilon_{ср.}}{\sqrt{\varepsilon_{инд.}^2 + \varepsilon_{ср.}^2}} \tag{15}$$

Порядок выполнения группового анализа (с учетом пространственной скоррелированности данных наблюдений) следующий:

- по каждому водосбору определяются параметры распределения гидрологических характеристик, используемые для совместного анализа и необходимые вычисления стандартных ошибок параметра А по соответствующим теоретическим формулам ;
- по каждой паре водосборов оцениваются коэффициенты межрядной корреляции $R_{i,j}(x)$;
- по выборке величин A_i, оценивается среднее значение параметра

$$\overline{A} = \frac{\sum_{k}^{k} A_i}{k} \tag{16}$$

и полная дисперсия $\varepsilon^2_{\text{полн.}}$ по формуле (11);

- определяются значения коэффициентов корреляции $R_{i,j}(A)$ между оценками параметра А по теоретическим зависимостям (табл.2);

- определяется стандартное отклонение $\varepsilon_{нез.}(A)$ оценок параметра А по выборкам объема n, характеризующее рассеяние оценок между независимыми выборками;

- стандартное отклонение параметра $\varepsilon_{нез.}(A)$, характеризующее независимые выборки, корректируется на величину, учитывающую влияние корреляции между объединяемыми объектами

$$\varepsilon_{сл.}(A) = \varepsilon_{нез}(A)\sqrt{1 - r_{ср}(A)} \tag{17}$$

где $r_{ср}(A) = \frac{2}{k(k-1)} \sum_{j>k} r_{i,j}(A)$ - среднее значение коэффициента корреляции между оценками параметр а А по всем k водосборам. Найденное значение случайной составляющей используется для вычисления географической составляющей по формуле (10);

- если выполняется условие (13), т.е. географическая составляющая рассеяния меньше случайной, то по соотношениям (14) и (15) рассчитываются: погрешность результата объединенного расчета, средневзвешенная по точности оценка и ее стандартная погрешность.

Таблица 2

Коэффициенты корреляции между оценками параметров

Параметры рапределения	Нормальное рапределение	Гамма – распределение
Среднее значение	R_{xy}	R_{xy}
Дисперсия σ^2	R^2_{xy}	$\frac{R_{xy}(R_{xy} + 2C_{v_x}C_{v_y})}{(1+2C^2_{v_x})^{1/2}(1+2C^2_{v_y})^{1/2}}$
Стандартное отклонение σ	R^2_{xy}	$\frac{R_{xy}(R_{xy} + 2C_{v_x}C_{v_y})}{(1+2C^2_{v_x})^{1/2}(1+2C^2_{v_y})^{1/2}}$
Коэффициент изменчивости C_v	$\frac{R_{xy}(R_{xy} + 2C_{v_x}C_{v_y})}{(1+2C^2_{v_x})^{1/2}(1+2C^2_{v_y})^{1/2}}$	R^2_{xy}
Коэффициент асимметрии	R^3_{xy}	R^3_{xy}

C_s		
Отношение C_s/C_v	R^3_{xy}	R^3_{xy}

5. Параметры биномиального распределения графоаналитическим методом определяются на начальных стадиях проектирования по формулам:

$$S = \left(Q_{5\%} + Q_{95\%} - 2Q_{50\%}\right) / \left(Q_{5\%} - Q_{95\%}\right), \quad (18)$$

$$\sigma = \left(Q_{5\%} - Q_{95\%}\right) / \left(\Phi_{5\%} - \Phi_{95\%}\right), \quad (19)$$

$$\overline{Q} = Q_{50\%} - \Phi_{50\%}\sigma, \quad (20)$$

где $Q_{5\%}$, $Q_{50\%}$, $Q_{95\%}$ - значения расходов воды вероятностью превышения соответственно 5%, 50%, 95%, установленные по сглаженной эмпирической кривой распределения; $\Phi_{5\%}$, $\Phi_{50\%}$, $\Phi_{95\%}$ - нормированные ординаты биномиальной кривой распределения, соответствующие вычисленному значению коэффициента скошенности S. Значение коэффициента асимметрии определяется по функциональной зависимости от коэффициента S для полного и усеченного распределения (Приложение Б, таблица 2).

Для наибольшего или наименьшего членов ряда наблюдений следует указывать доверительные интервалы эмпирической ежегодной вероятности превышения. (табл.3).

Таблица 3

Доверительные интервалы для эмпирической вероятности превышения

Вероятность Доверительного Интервала, %	Число лет наблюдений n											
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Для наибольшего члена ряда наблюдений												
5	0.5	0.27	0.20	0.15	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03
95	25.9	13.4	9.8	7.7	6.0	5.0	4.3	3.7	3.3	3.0	2.0	1.6
Для наименьшего члена ряда наблюдений												
5	74.1	87.0	90.0	92.2	94.0	95.0	95.7	96.3	96.7	97.0	97.8	98.5
95	99.50	99.72	99.81	99.86	99.90	99.91	99.92	99.93	99.94	99.95	99.96	99.97

Если точки эмпирической кривой распределения значительно отклоняются от аналитической кривой, рекомендуется на клетчатке вероятностей превышения для этих точек также указывать доверительные границы и оценивать их однородность.

3.Оценка параметров и квантилей распределения по неоднородным данным

В случае неоднородности исходных данных гидрометрических наблюдений, когда рассматриваемый ряд состоит из неоднородных элементов гидрологического режима, эмпирические и аналитические кривые распределения устанавливаются отдельно для каждой однородной совокупности.

Общая кривая распределения вероятностей превышения рассчитывается на основе кривых, установленных по однородным элементам одним из двух способов;

а) при наличии в каждом году наблюдений за всеми однородными элементами водного режима реки ($n_1 = n_2 = n_3 = n$) ежегодная вероятность превышения P % рассматриваемой гидрологической характеристики при любом ее значении определяется по формуле:

$$P = \left[1 - (1 - P_1)(1 - P_2)(1 - P_3)\right] \cdot 100\%, \qquad (21)$$

где P_1; P_2; P_3 - ежегодные вероятности превышения однородных элементов при любом фиксированном значении рассматриваемой гидрологической характеристики.

Для двух однородных гидрологических характеристик формула (21) принимает вид:

$$P = \left(P_1 + P_2 - P_1 P_2\right) \cdot 100\% \qquad (22)$$

Вероятности превышения P_1; P_2; P_3 однородных элементов в формулах (21) и (22) выражаются в долях от единицы;

б) если в каждом году имеется лишь одно значение элемента рассматриваемой гидрологической характеристики, ежегодные вероятности превышения при любом ее значении определяются по формуле:

$$P = \frac{n_1 P_1 + n_2 P_2 + n_3 P_3}{n_1 + n_2 + n_3}, \qquad (23)$$

где n_1, n_2, n_3 - числа членов однородных элементов.

Для двух генетически однородных элементов формула (23) принимает вид:

$$P = (n_1 P_1 + n_2 P_2)/(n_1 + n_2) \qquad (24)$$

При наличии в ряду наблюдений нулевых значений рассматриваемой гидрологической характеристики (например, минимальные расходы воды) ежегодные вероятности превышения определяются по формуле:

$$P = n_1 P_1 /(n_1 + n_2) \qquad (25)$$

Вероятности превышения P_1; P_2; P_3 в формулах (21) и (22) выражаются в долях от единицы, а в формулах (23) - (25) - в процентах.

4.Случайные погрешности выборочных параметров

При объединении данных наблюдений по группе станций, а также при оценке достаточной продолжительности рядов наблюдений рассчитываются случайные средние квадратические погрешности выборочных параметров и квантилей распределения.

Случайные средние квадратические погрешности выборочных средних определяются по приближенной зависимости:

$$\sigma_{\overline{Q}} = \left(\sigma_Q / \sqrt{n}\right)\sqrt{(1+r)/(1-r)}, \qquad (26)$$

которая применяется при коэффициенте автокорреляции между смежными членами ряда r, меньшем 0,5. При больших коэффициентах автокорреляции используется формула:

$$\sigma_{\overline{Q}} = \frac{\sigma_Q}{\sqrt{n}}\sqrt{\frac{1+\frac{2r}{n(1-r)}\left(n-\frac{1-r^n}{1-r}\right)}{1-\frac{2r}{n(n-1)(1-r)}\left(n-\frac{1-r^n}{1-r}\right)}} \qquad (27)$$

Случайные средние квадратические ошибки коэффициентов вариации при $C_s = 2C_v$ определяются по зависимости:

$$\sigma_{C_V} = \frac{C_v}{n+4C_v^2}\sqrt{\frac{n\left(1+C_v^2\right)}{2}\left(1+\frac{3C_v r^2}{1+r}\right)} \qquad (28)$$

Случайные погрешности параметров распределения, квантилей и коэффициентов автокорреляции между стоком смежных лет, рассчитанные методом моментов и приближенного наибольшего правдоподобия, следует определять по специальным таблицам, полученным методом статистических испытаний, которые дают более полное представление о случайных ошибках выборочных параметров и квантилей распределения [16,26].

5.Учет случайных погрешностей исходных данных при оценке параметров распределения

При наличии достоверных сведений о случайных относительных средних квадратических погрешностях исходных данных гидрометрических наблюдений [17] оценки коэффициентов вариации и асимметрии уточняются по формулам:

$$C_V = \sqrt{\left(C_{VH}^2 - \sigma_o^2\right) / \left(1 + \sigma_o^2\right)} \quad , \qquad (29)$$

$$C_s = \frac{1}{1+3\sigma_o^2}\sqrt{\frac{1+\sigma_o^2}{C_{VH}^2-\sigma_o^2}} * \\ * \left[\frac{C_{VH}^3\left(1+\sigma_o^2\right)}{C_{VH}^2-\sigma_o^2} C_{SH} - 6\sigma_o^2\right] \quad , \qquad (30)$$

где C_{V_H}, C_{S_H} - соответственно коэффициенты вариации и асимметрии, рассчитанные по наблюденным значениям; σ_o - случайная относительная средняя квадратическая погрешность исходных данных гидрометрических наблюдений.

6.Учет выдающихся значений гидрологических характеристик при оценке параметров распределения

Параметры кривых распределения гидрологических характеристик при наличии обоснованных сведений о выдающихся значениях речного стока определяются следующим образом.

При учете одного выдающегося значения гидрологической характеристики, не входящего в непрерывный n-летний ряд данных гидрометрических наблюдений:

а) методом приближенного наибольшего правдоподобия в зависимости от статистик λ_2 и λ_3, определяемых по формулам:

$$\lambda_2 = \frac{1}{N}\left(\lg\frac{Q_N}{\overline{Q}} + \frac{N-1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}\lg\frac{Q_i}{\overline{Q}}\right) \quad , \qquad (31)$$

$$\lambda_3 = \frac{1}{N}\left(\frac{Q_N}{\overline{Q}}\lg\frac{Q_N}{\overline{Q}} + \frac{N-1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}\frac{Q_i}{\overline{Q}}\lg\frac{Q_i}{\overline{Q}}\right) \qquad (32)$$

б) методом моментов по формулам:

$$\overline{Q} = \frac{1}{N}\left(Q_N + \frac{N-1}{n}\sum_{i=1}^{n} Q_i\right) \quad , \qquad (33)$$

$$C_V = \sqrt{\frac{1}{N}\left[\left(\frac{Q_N}{\overline{Q}} - 1\right)^2 + \frac{N-1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{Q_i}{\overline{Q}} - 1\right)^2\right]} \quad (34)$$

При учете одного выдающегося значения гидрологической характеристики, входящего в n-летний ряд данных гидрометрических наблюдений:

а) методом приближенного наибольшего правдоподобия в зависимости от статистик λ_2 и λ_3, определяемых по формулам:

$$\lambda_2 = \frac{1}{N}\left(\lg\frac{Q_N}{\overline{Q}} + \frac{N-1}{n-2}\sum_{i=1}^{n-1}\lg\frac{Q_i}{\overline{Q}}\right) \quad , \quad (35)$$

$$\lambda_3 = \frac{1}{N}\left(\frac{Q_N}{\overline{Q}}\lg\frac{Q_N}{\overline{Q}} + \frac{N-1}{n-2}\sum_{i=1}^{n-1}\frac{Q_i}{\overline{Q}}\lg\frac{Q_i}{\overline{Q}}\right) \quad (36)$$

б) методом моментов по формулам:

$$\overline{Q} = \frac{1}{N}\left(Q_N + \frac{N-1}{n-1}\sum_{i=1}^{n-1}Q_i\right) \quad , \quad (37)$$

$$C_V = \sqrt{\frac{1}{N}\left[\left(\frac{Q_N}{\overline{Q}} - 1\right)^2 + \frac{N-1}{n-2}\sum_{i=1}^{n-1}\left(\frac{Q_i}{\overline{Q}} - 1\right)^2\right]} \quad (38)$$

В формулах (31) - (38) $\overline{Q}$ - среднее арифметическое значение, рассчитанное с учетом выдающегося значения расхода воды ; n - число лет непрерывных наблюдений; N - число лет, в течение которых выдающееся значение гидрологической характеристики не было превышено; $k_N = Q_N / \overline{Q}$, $k_i = Q_i / \overline{Q}$ - модульные коэффициенты.

Использование формул (31) - (38) допускается лишь в том случае, когда исторические сведения о выдающемся гидрологическом значении и числе лет его не превышения достаточно обоснованы. Произвольное задание Q_N и N недопустимо. Более полное описание учета исторических максимумов гидрологических характеристик при оценке параметров распределения представлено в Методических рекомендациях по определению расчетных гидрологических характеристик при недостаточности данных наблюдений.

7.Оценка боковой приточности

Боковая приточность между смежными створами определяется одним из следующих способов:

- суммированием расходов воды притоков с учетом времени добегания, впадающих на участке между двумя створами;

- по разности средних расходов воды в нижнем и верхнем створах участка реки;
- методом руслового водного баланса;
- по модулю стока, определенному по карте для частной площади.

8.Годовой сток воды и его внутригодовое распределение

Общие положения

При определении расчетных гидрологических характеристик годового стока воды рек и его внутригодового распределения надлежит выполнять требования, изложенные в разделах 1- 6.

Определение расчетного календарного внутригодового распределения стока в створе проектирования при длительности рядов наблюдений n, равной 15 годам и более, производится, согласно Своду правил, следующими тремя методами: 1) компоновки; 2) реального года; 3) среднего распределения стока за годы характерной градации водности.

Расчеты внутригодового распределения стока рек указанными методами обычно производятся по водохозяйственным годам, начинающимся с первого месяца многоводного сезона. В отдельных случаях возможно выполнение расчетов внутригодового распределения стока для гидрологических лет, начинающихся с первого месяца периода накопления влаги, или для обычных календарных лет. Исходная информация о месячном стоке обычно выражается в $м^3/с$ или в слоях стока воды. При расчетах внутригодового распределения стока информацию целесообразнее обрабатывать, переводя в $км^3$ или в тыс. $м^3$, так как при этом учитывается различие в числе дней не високосных и високосных лет и в числе секунд в разные месяцы года.

В зависимости от типа водного режима исследуемой реки, от объекта проектирования и характера использования стока конкретной реки водохозяйственный год делится на два различающихся по длительности в разных условиях периода - лимитирующий и не лимитирующий, а лимитирующий период соответственно - на два сезона - лимитирующий и не лимитирующий. Границы сезонов назначаются едиными для всех лет с округлением до месяца.

Рассматриваемые методы предназначены для определения расчетного внутригодового распределения стока за водохозяйственный год расчетной вероятности превышения ($Р_{расч}$). Значение $Р_{расч}$ назначается в соответствии с задачами хозяйственного использования воды исследуемой реки или с решением конкретной гидрологической и экологической задачи. Длительность (n) многолетнего периода, необходимая для надежного определения расчетного календарного внутригодового распределения стока,

должна быть такой, чтобы оценка точности расчета среднего многолетнего значения стока за лимитирующий сезон удовлетворяла требованиям раздела1. В зависимости от достаточной по указанному критерию точности, длительности наблюдений (n) выделяются следующие группы водности (по градациям вероятностей превышения стока реки за водохозяйственный год).

При периоде наблюдений n от 15 до 30 лет обычно выделяется 3 группы водности: многоводные годы ($P < 33,3$ %), средние по водности годы ($33,3$ % $\leq P \leq 66,7$ %) и маловодные годы ($P > 66,7$ %). При продолжительности наблюдений более 30 лет выделяются 5 градаций водности: очень многоводные годы ($P < 16,7$%), многоводные годы ($16,7\% \leq P < 33,3\%$), средние по водности годы ($33,3\% \leq P < 66,7\%$), маловодные годы ($66,7\% \leq P < 83,3\%$) и очень маловодные годы ($P \geq 83,3\%$). Данная схема выделения групп характерных по водности лет основана на принципе примерно равного числа лет в каждой из трех основных групп: многоводных, средних по водности и маловодных лет.

По значениям стока за отдельные водохозяйственные годы и расчетные внутригодовые интервалы времени (лимитирующий период, лимитирующий сезон, не лимитирующий сезон, лимитирующий месяц и др.) определяются статистические параметры аналитических кривых вероятностей превышения и расчетные квантили. Стандартными квантилями кривых распределения вероятностей стока являются следующие: для многоводных лет, периодов, сезонов и месяцев - 1, 3, 5, 10 и 25%, для маловодных лет, периодов, сезонов и месяцев - 75, 90, 95, 97 и 99%, а для средних по водности - 50%.

Рассмотрим основные принципы и способы расчетов внутригодового распределения стока рассматриваемыми методами

Метод компоновки

При использовании этого метода сток за не лимитирующий период определяется по разности расчетных значений объемов стока за водохозяйственный год и лимитирующий период, сток за не лимитирующий сезон - по разности расчетных объемов стока за лимитирующий период и лимитирующий сезон, а суммарный объем стока всех не лимитирующих месяцев - по разности расчетных объемов стока за лимитирующий сезон и лимитирующий месяц. Расчетные значения стока за водохозяйственный год, лимитирующий период, лимитирующий сезон и лимитирующий месяц определяются по соответствующим аналитическим кривым распределения стока с использованием принципа равенства расчетных вероятностей превышения стока ($P_{расч}$) за

водохозяйственный год ($Р_{вг}$), лимитирующий период ($Р_{лп}$), лимитирующий сезон ($Р_{лс}$) и лимитирующий месяц ($Р_{лм}$).

Внутрисезонное распределение стока в методе компоновки рассчитывается по специальной методике. Расчетные значения месячного стока внутри лимитирующего сезона и не лимитирующего сезона определяются с таким расчетом, чтобы получить для этих сезонов наиболее неравномерные распределения стока. С этой целью внутри каждого из этих сезонов, входящих в соответствующую группу водности, месячные объемы стока располагаются в убывающем порядке с указанием календарных месяцев, к которым они относятся. Каждому ранжированному месячному значению каждого из m лет, входящих в рассматриваемую группу водности, присваивается свой порядковый номер. Для всех m лет данной группы водности производится суммирование месячных объемов стока, имеющих одинаковые порядковые номера в полученных ранжированных их внутрисезонных рядах. Путем сложения этих сумм для всех k месяцев, входящих в рассматриваемый сезон, находится их сумма за сезон. Делением сумм стока месяцев, имеющих одинаковые порядковые номера, на их общую сумму за сезон определяется относительное внутрисезонное распределение стока (по месяцам внутри сезона в долях или % от суммарного объема стока). Полученным средним за m лет месячным долям (или %) теперь вместо присвоенных ранее порядковых номеров присваиваются названия того календарного месяца, который встречался наиболее часто при сложении указанных m значений месячного стока одинакового номера. Для составного периода (например, для лимитирующего периода), включающего в себя два сезона (лимитирующий сезон и не лимитирующий сезон), месячные объемы стока располагаются в порядке убывания отдельно для каждого из составляющих их сезонов (лимитирующий сезон и не лимитирующий сезон).

Метод реального года

Определение внутригодового распределения стока данным методом основано на выборе расчетного водохозяйственного года из числа фактических с использованием принципа наибольшей близости вероятностей превышения стока за водохозяйственный год, лимитирующий период, лимитирующий сезон и лимитирующий месяц к расчетной вероятности превышения. Этот выбор производится из числа j-ых лет (от j=1 до j=m; m-число лет с годовым стоком заданной градации водности) расчетной группы водности с использованием следующего условия:

4

$$\Sigma(\Delta P)^2_j = (P_{вг} - P_{расч})^2_j + (P_{лп} - P_{расч})^2_j + (P_{лс} - P_{расч})^2_j + (P_{лм} - P_{расч})^2_j, \qquad (39)$$

1

где: $P_{расч}$ - расчетная вероятность превышения, принимаемая одинаковой для всех расчетных интервалов времени; $P_{вг}$, $P_{лп}$, $P_{лс}$, $P_{лм}$ - значения вероятностей превышения стока за выбранный водохозяйственный год и его лимитирующий период, лимитирующий сезон и лимитирующий месяц в расчетном створе реки, определяемые по кривой вероятностей превышения соответствующего стокового ряда согласно разделу 2;

$\Sigma(\Delta P)^2_j$ - результирующая сумма, которая определяется последовательно для каждого из m j-ых исследуемых водохозяйственных лет, вошедших в расчетную группу лет заданной градации водности.

В качестве расчетного года принимается тот водохозяйственный год, для которого по формуле (39) получено наименьшее значение суммы $\Sigma(\Delta P)^2_j$.

При практическом применении условия (39) для выбора характерного по водности года (особенно очень маловодного, маловодного, очень многоводного и многоводного) необходимо, чтобы значения отклонения вероятностей превышения стока за расчетные интервалы времени от требуемой вероятности превышения не превышали диапазон обеспеченностей каждой из этих градации водности (16,7%) , а для средних по водности лет, имеющих диапазон обеспеченностей 33,3%, не отличались более, чем на 20 %.

Водохозяйственный год, для которого левая часть уравнения (39) имеет наименьшее значение, принимается в качестве модели относительного (в долях годового объема стока) внутригодового распределения стока. При планировании использования речных вод в случае предстоящего регулирования стока исследуемой реки, из правой части уравнения (39) исключается слагаемое $(P_{лм} - P_{расч})^2_j$. При решении отдельных практических задач может оказаться целесообразным не ограничиваться выбором лишь одного характерного по водности года, для которого левая часть уравнения (4.39) оказалось наименьшей, а также выполнить дополнительный анализ относительных распределений стока и для других водохозяйственных лет, входящих в исследуемую градацию характерных по водности лет.

Абсолютное расчетное распределение стока в этом методе и методе компоновки вычисляется путем умножения месячных долей стока на годовой объем стока расчетной вероятности превышения, определяемый по аналитической кривой обеспеченности.

Метод средних распределений стока за водохозяйственный год заданной градации водности.

Метод основан на расчете средних относительных распределений месячных объемов стока от годовой их суммы путем осреднения относительных значений стока каждого i-го месяца за все годы, входящие в ту или иную градацию водности. Эти распределения, отражающие реальные соотношения (доли) месячного стока в годовом его объеме, являются типовыми распределениями, свойственными каждой отдельной группе характерных по водности лет. Абсолютное расчетное распределение месячного стока, выраженное в объемах ($км^3$ или $10^6 м^3$) воды, вычисляется путем умножения месячных долей стока интересующей градации водности на объем стока за водохозяйственный год заданной вероятности превышения. Последний определяется по аналитической кривой обеспеченности.

Данный метод может быть использован не только для определения средних распределений стока за характерные группы лет, выбранные по принципу попадания в заданный расчетный диапазон вероятностей превышения стока отдельных водохозяйственных лет (в заданную градацию водности). При решении отдельных практических задач этот метод может быть применен для оценки среднего внутригодового распределения стока для серий (группировок) характерных по водности водохозяйственных лет, следующих друг за другом.

Для районов, в которых расчетное распределение стока по сезонам и месяцам практически не зависит от водности года, расчеты рассматриваемым методом сводятся к установлению среднего по всем годам распределения стока по месяцам (декадам) в процентах от годового стока.

При практическом применении данного метода, в зависимости от характера решаемой задачи, возможны два варианта установления распределения месячного (декадного) стока внутри отдельных сезонов. Первый из них, предназначенный, например, для выполнения воднобалансовых расчетов, гидроэкологических оценок и определенной части водохозяйственных расчетов, основан на использовании естественного календарного хода месячного (декадного) стока внутри расчетных сезонов (без его ранжирования) и на получении распределений стока, осредненных для характерной группы лет (или сезонов) заданного диапазона вероятностей превышения. Второй вариант, предназначенный для водохозяйственных расчетов, допускает описанный при изложении метода компоновки способ определения внутрисезонного распределения стока с его ранжированием и отнесением полученных средних значений к тому месяцу (декаде), который имеет

наибольшую частоту среди осредненных месячных (декадных) значений (см. Метод компоновки).

Выбор расчетного внутригодового распределения стока.

При составлении ТСН следует учитывать следующие особенности применения методов расчета внутригодового распределения стока при проектировании конкретных объектов:

- метод компоновки целесообразно использовать на начальных стадиях проектирования в тех случаях, когда необходимо предъявить заведомо повышенные требования к выбору реки - источника водоснабжения уникального объекта экономики для обеспечения его гарантированного водообеспечения;
- метод стока реального года применим в подавляющем большинстве случаев водохозяйственного и строительного проектирования;
- метод средних распределений стока за характерные градации водности применим в тех случаях водохозяйственного и строительного проектирования, когда оказалось нецелесообразно использовать метод компоновки и невозможно осуществить условия для выбора расчетного внутригодового распределения стока методом реального года, а также при проведении воднобалансовых расчетов (как части водохозяйственных расчетов, гидроэкологических оценок и прогнозирования).

Наряду с изложенным выше необходимо учитывать следующие специфические черты практического применения самих ТСН и помещаемых в них результатов расчета внутригодового распределения стока:

- помещаемые в публикуемых ТСН материалы должны обеспечить практиков - гидрологов надежными данными в течение как минимум 10 –1 5 лет, так как их обновление и повторное издание являются достаточно дорогостоящими мероприятиями;
- приводимые в публикуемых региональных ТСН данные о расчетных внутригодовых распределениях стока должны, с одной стороны, отражать специфические черты гидрологического режима стока типичных рек данного региона (с зональным, азональным и полизональным режимами), а, с другой стороны, - учитывать специфику запросов проектирования преобладающих водопотребителей и водопользователей данного региона;

Учитывая отмеченные выше особенности применения рассматриваемых методов расчета и получаемых с их помощью расчетных внутригодовых распределений стока, представляется целесообразным рекомендовать в качестве основных и обязательных к совместному применению при разработке ТСН два метода расчета: метод компоновки и метод средних распределений стока за водохозяйственный год заданной градации

водности. Эти методы основаны на статистической обработке данных длительных многолетних рядов стока и дают достаточно надежные и устойчивые во времени относительные (в % от стока за ВГ) распределения стока, которые в сочетании с данными о квантилях годового (и сезонного) стока, полученным по удлиненным на момент проектирования конкретного объекта рядам, могут обеспечить решение большинства практических задач строительного проектирования и гидроэкологического планирования. Что касается метода реального года, то он может дополнительно применяться в качестве контрольного метода за рамками публикуемых в ТСН данных, то есть при разработке конкретного строительного или гидроэкологического проекта, составляемого с использованием информации о стоке за последние годы, полученной после публикации ТСН.

При решении отдельных практических задач (особенно экологических – ОВОС и др.) в условиях заданного уровня влияния хозяйственной деятельности и региональных изменений климата в результаты расчетов годового стока и его внутригодового распределения рассмотренными выше методами, выполненными на основе генетически и статистически однородных рядов месячного, сезонного и годового стока воды, могут быть введены поправки, учитывающие соответственно изменения годового и месячного стока под влиянием хозяйственной деятельности ($\Delta Q_{хоз}$) и изменений регионального климата ($\Delta Q_{кл}$).

Применение кривых продолжительности суточных расходов воды

Определение расчетного внутригодового распределения суточного речного стока воды внутри года или характерного его периода, независимо от хронологического хода стока, производится путем построения кривых продолжительности суточных расходов воды. Могут использоваться следующие виды кривых:

а) средняя многолетняя годовая кривая продолжительности суточных расходов воды, дающая характеристику среднего многолетнего типового распределения суточных расходов воды;

б) средняя многолетняя кривая продолжительности суточных расходов воды за тот или иной расчетный период года (навигационный, лесосплавной, вегетационный и т.д.).

Выбор той или иной из указанных кривых определяется характером решаемой практической задачи. Указанные кривые продолжительности суточных расходов воды строятся следующим образом:

а). Средняя многолетняя годовая кривая продолжительности суточных расходов воды определяется путем осреднения ординат ежегодных кривых среднесуточных расходов

воды 30, 90, 180, 270 и 355 суточной продолжительности (или соответствующих относительных продолжительностей стояния, равных 8, 25, 50, 75 и 97 % общей длительности года) и абсолютных (срочных) значений максимального и минимального расходов воды за конкретные годы наблюдений. Аналогичным образом строится средняя многолетняя кривая продолжительности стояния среднесуточных расходов воды за тот или иной расчетный внутригодовой период. Ее ординаты могут выражаться в долях от среднемноголетнего расхода воды за рассматриваемый период (вегетационный, навигационный и т. д.), а абсциссы - в долях от его длительности.

б). Ежегодная кривая продолжительности суточных расходов воды строится на основе ранжированных в убывающем порядке суточных расходов воды конкретного года. Этим ранжированным значениям присваиваются порядковые номера с первого по 365-й или 366-ой. При этом в качестве расходов воды продолжительностью стояния 1 сутки и 365 (или 366) суток используются данные соответственно о максимальном и минимальном срочном (а не среднесуточном) расходе воды. По построенной кривой или непосредственно по данным о суточных расходах воды, соответствующих заданной проектной продолжительности их стояния, определяется искомое значение расхода воды.

В изданиях Росгидромета [13, 14] опубликованы за прошлые годы значения суточных расходов воды продолжительностью стояния, равной 30, 90, 180, 270 и 355 суток, а также абсолютные (срочные) максимальный и минимальный расходы воды. Эти данные наряду с аналогичными данными за последующие годы наблюдений, используются для построения средней многолетней годовой кривой продолжительности суточных расходов воды или для построения кривой продолжительности для характерного по водности года, если это необходимо для решения конкретной практической задачи.

Кривая продолжительности суточных расходов воды для расчетной части конкретного года (вегетационного, навигационного, лесосплавного периода и т. д.) строится аналогичным образом по данным о ранжированных в убывающем порядке среднесуточных расходах воды и их порядковых номерах. Эти порядковые номера могут быть заменены их относительными характеристиками, выраженными в долях или в % от общего числа в расчетном периоде. Выбор указанных расчетных внутригодовых периодов (вегетационный и т.д.) производится в многолетнем разрезе на основе ведомственных инструкций с учетом целей проектирования и особенностей изучаемого объекта.

Вопрос о применение тех или иных кривых продолжительности суточных расходов воды при составлении ТСН конкретного региона решается их составителями в зависимости от региональных особенностей водного режима рек и запросов

преобладающих в регионе водопотребителей и водопользователей, а также от условий финансирования разработок ТСН.

Этапы практического применения методов расчета внутригодового распределения стока

Метод компоновки.

Можно выделить следующие этапы в применении этого метода:

1. На основе анализа многолетней матрицы массива многолетних данных о среднемесячных расходов воды исследуемой реки в расчетном створе, особенностей её водного режима и специфики задач проектирования назначаются продолжительность и сроки начала и окончания ВГ, ЛП, НП, ЛС, НС, для них рассчитываются погодичные значения объемов стока.

2 Для рассчитанных рядов годового и сезонного стока производится анализ статистической однородности и расчет параметров кривой распределения вероятностей и расчетных квантилей.

3. По равнообеспеченным значениям стока ВГ и ЛП в расчетные годы заданной обеспеченности по разности рассчитываются значения стока за НП, а по равнообеспеченным значениям стока за ЛП и ЛС - за НС.

4. Изложенным в Своде правил и в ранее публиковавшихся работах В.Г.Андреянова и др. определяется расчетное относительное (в % от сезонного стока) и абсолютное (в км^2) внутрисезонное, а затем и внутригодовое распределение стока в расчетный год заданной вероятности превышения.

Метод средних распределений стока за водохозяйственный год заданной градации водности.

При практическом применении этого метода выполняются следующие этапы работ:

1. На основе анализа многолетней матрицы массива многолетних данных о среднемесячных расходах воды исследуемой реки в расчетном створе, особенностей её водного режима и специфики задач проектирования назначаются сроки начала и окончания ВГ и для него рассчитываются годичные значения объемов стока.

2. Для рассчитанного ряда стока за ВГ производится анализ статистической однородности и расчет параметров кривой распределения вероятностей и расчетных квантилей.

3. Создается новая расчетная матрица среднемесячных расходов воды исследуемой реки в расчетном створе, соответствующая ранжированным значениям стока за ВГ со значениями месячного стока, выраженными в объемных единицах ($км^3$ или 10^6 $м^3$).

4. Из созданной расчетной матрицы вырезаются её части, соответствующие группе лет (маловодных, многоводных и т. д.), по которым планируется помещать в ТСН данные о расчетном внутригодовом распределении стока.

5. В соответствии с рекомендациями Свода правил производится расчет относительных (в % от объема стока за ВГ) месячных значений стока, которые в дальнейшем используются для получения абсолютных величин месячного стока по известному значению объема стока за ВГ заданной вероятности превышения.

9. Максимальный сток воды весеннего половодья и дождевых паводков

Расчетные характеристики максимального стока воды рек весеннего половодья и дождевых паводков следует определять согласно общим указаниям, изложенным в первом разделе настоящих Рекомендаций.

Для рек с продолжительностью стояния максимальных расходов воды весеннего половодья и дождевых паводков, равной суткам и более, расчет производится по среднесуточным значениям, менее суток - по срочным расходам воды.

При прохождении максимального расхода воды между сроками наблюдений его значение определяется на основе установления соотношения между мгновенными и среднесуточными его значениями по данным измерений других лет с наибольшими расходами воды или по данным рек-аналогов.

При невозможности разделения максимальных за год расходов воды на максимумы дождевых и талых вод допускается построение кривых распределения ежегодных вероятностей превышения максимальных расходов воды независимо от их происхождения.

При неоднородности максимальных расходов воды используются составные кривые распределения (раздел 1). Допускается также применение усеченных распределений, которые разработаны для частного случая – разделение на две однородные совокупности по медианному значению. Сущность усечения кривой распределения состоит в том, что рассматривается только верхняя часть кривой распределения максимальных расходов воды.

Для усеченного распределения расчетное выражение для оценки среднего x_0 по методу приближенно наибольшего правдоподобия имеет следующий вид:

$$x_0 = \bar{x}_{n/2}\varphi(C_v) \quad , \tag{40}$$

где

$$\bar{x}_{n/2} = \frac{\sum_{1}^{n/2} x_i}{n/2} \tag{41}$$

- среднее арифметическое верхней половины ранжированного ряда, а

$$\varphi(C_v) = \left[1 + \frac{2}{\gamma}\left(\frac{x_{me}}{x_0}\right) p\left(\frac{x_{me}}{x_0}\right)\right]^{-1} \tag{42}$$

функция $\varphi(C_v)$ табулирована (табл.4); $\varphi=1/C^2_v$

Таблица 4

Значения функции $\varphi(C_v)$ для вычисления среднего x_0 усеченного гамма-распределения

C_v	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,1	0,925	0,919	0,913	0,906	0,900	0,894	0,887	0,882	0,875	0,869
0,2	0,863	0,856	0,852	0,847	0,841	0,836	0,831	0,825	0,820	0,814
0,3	0,809	0,805	0,800	0,795	0,791	0,787	0,782	0,777	0,773	0,769
0,4	0,764	0,760	0,756	0,751	0,747	0,743	0,739	0,735	0,730	0,726
0,5	0,722	0,719	0,715	0,712	0,708	0,705	0,702	0,698	0,695	0,691
0,6	0,688	0,685	0,681	0,678	0,674	0,671	0,668	0,664	0,661	0,657
0,7	0,654	0,652	0,649	0,647	0,645	0,643	0,640	0,638	0,636	0,633
0,8	0,631	0,629	0,627	0,624	0,622	0,620	0,618	0,616	0,613	0,611
0,9	0,609	0,607	0,605	0,604	0,602	0,600	0,598	0,596	0,595	0,593
1,0	0,591	0,589	0,588	0,586	0,585	0,583	0,581	0,580	0,578	0,577
1,1	0,575	0,574	0,572	0,571	0,569	0,568	0,567	0,565	0,564	0,562
1,2	0,561	0,560	0,559	0,558	0,557	0,556	0,554	0,553	0,552	0,551
1,3	0,550	0,549	0,548	0,547	0,546	0,545	0,544	0,543	0,542	0,541
1,4	0,540	0,539	0,538	0,538	0,537	0,536	0,535	0,534	0,534	0,533
1,5	0,532	0,531	0,530	0,530	0,529	0,528	0,528	0,527	0,526	0,526
1,6	0,526	0,525	0,525	0,524	0,524	0,523	0,522	0,522	0,521	0,521
1,7	0,520	0,520	0,519	0,519	0,518	0,518	0,518	0,517	0,517	0,516
1,8	0,516	0,516	0,155	0,515	0,514	0,514	0,513	0,513	0,513	0,512
1,9	0,512	0,512	0,511	0,511	0,511	0,511	0,510	0,510	0,510	0,509
2,0	0,509	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Оценка максимального правдоподобия коэффициента изменчивости C_v определяется через статистику λ_2 с помощью табулированной зависимости (Приложение Б, таблица 5), где

$$\lambda_{2_{n/2}} = \frac{\sum_{1}^{n/2} \lg \frac{x_i}{x_{n/2}}}{n/2} \qquad (43)$$

$\lambda_{2_{n/2}}$ - статистика, вычисляемая по верхней половине ранжированного ряда (аналогично полному распределению).

Порядок расчетов при использовании усеченного гамма-распределения следующий:

- ранжируем исходный ряд по убыванию;
- по выражению (41) находим среднее значение верхней части ранжированного ряда $x_{n/2}$;
- по выражению (43) находим статистику $\lambda_{2(n/2)}$;
- по полученному значению $\lambda_{2(n/2)}$ (43) с использованием Приложения Б, таблица 5 находим значение коэффициента C_v;
- далее по выражению (40) находится оценка x_0;
- отношение C_s/C_v определяется по группе рек с наиболее продолжительными наблюдениями в гидрологическом однородном районе.

Расчетные максимальные расходы воды зарегулированных рек определяются исходя из расчетного максимального расхода воды рек в естественном состоянии с учетом изменения его в результате хозяйственной деятельности в бассейне реки и трансформации проектируемыми или действующими водохранилищами.

На реках с каскадным расположением гидроузлов расчетные максимальные расходы воды следует определять с учетом влияния вышележащих гидроузлов на приток к нижерасположенным и боковой приточности между гидроузлами.

Режим пропуска высоких вод через гидроузлы, образующие каскад, должен учитывать влияние вышележащих гидроузлов на приток воды к нижерасположенным.

При этом возможны следующие случаи:

а) водопропускные сооружения верхнего гидроузла не обеспечивают транзитного пропуска (при НПУ) расходов воды, соответствующих расчетной вероятности превышения для нижнего гидроузла. В этом случае следует учитывать срезку максимального расчетного расхода воды вышерасположенным водохранилищем: приток к рассматриваемому нижнему гидроузлу определяется как сумма сбросных расходов воды между рассматриваемым и вышерасположенным гидроузлами. При этом

гидрографы половодного или паводочного притока к верхнему гидроузлу и боковой приточности между гидроузлами должны соответствовать расчетной вероятности превышения для нижнего гидроузла. Распределение максимальных расходов воды и объема половодья или паводка производятся по моделям реальных высоких половодий (паводков); следует рассматривать два варианта:

- вероятность превышения притока к верхнему гидроузлу такая же, как и расчетная для рассматриваемого нижнего гидроузла, а приток с частного водосбора дополняет расчетный естественный сток в створе верхнего гидроузла таким образом, чтобы в нижнем створе иметь высокий сток расчетной вероятности превышения, соответствующий классу рассматриваемого в этом створе гидроузла;

- вероятность превышения высокого стока боковой приточности между гидроузлами такая же, как и расчетная для нижнего гидроузла, а приток к вышерасположенному гидроузлу дополняет боковую расчетную приточность таким образом, чтобы в нижнем створе иметь высокий сток расчетной вероятности превышения, соответствующий классу рассматриваемого в этом створе гидроузла;

б) водопропускные сооружения верхнего гидроузла способны пропускать при НПУ расходы воды, превосходящие максимальный расход вероятности превышения, соответствующей классу проектируемого нижнего гидроузла. В этом случае, в качестве расчетного расхода воды в нижнем бьефе вышерасположенного гидроузла, принимается расход воды, соответствующий полной пропускной способности всех водопропускных сооружений гидроузла при НПУ. Для получения расчетного притока к нижнему гидроузлу указанный расход воды в нижнем бьефе верхнего гидроузла суммируется с максимальными расходами половодья (паводка) с частного водосбора между гидроузлами, соответствующего расчетной вероятности превышения для рассматриваемого нижнего гидроузла.

К значениям расчетных максимальных расходов воды $Q_{p\%}$ вероятностью превышения 0.01% следует прибавлять гарантийную поправку $\Delta Q_{p\%}$, определяемую по формуле:

$$\Delta Q_{0.01\%} = \alpha E_{0.01\%} Q_{0.01\%} / \sqrt{N} , \qquad (44)$$

где α - коэффициент, характеризующий гидрологическую изученность рек, принимается равным 1,0 для гидрологически изученных рек, когда выполняются условия п.4.1, во всех остальных случаях –1,5; N – число лет наблюдений с учетом приведения к

многолетнему периоду; $E_{p\%}$ - величина, характеризующая случайную среднюю квадратическую ошибку расчетного расхода воды ежегодной вероятности превышения P = 0.01%, определяемая по Таблице 5.

Таблица 5

Значения $E_{P\%}$ в формуле (44)

Значения	Коэффициенты вариации C_v														
Cs/Cv	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
Трехпараметрическое гамма-распределение															
Метод наибольшего правдоподобия															
2	0.25	0.45	0.60	0.75	0.88	0.96	1.05	1.14	1.22	1.30	1.38	1.46	1.54	1.60	1.67
3	0.30	0.50	0.75	1.00	1.18	1.30	1.43	1.55	1.68	1.78	1.90	2.00	2.10	2.24	2.33
4	0.40	0.70	1.00	1.30	1.48	1.60	1.74	1.88	2.00	2.15	2.27	2.40	2.58	2.65	2.77
Метод моментов															
2	0.25	0.45	0.60	0.75	0.88	0.96	1.05	1.14	1.22	1.30	1.38	1.46	1.54	1.60	1.67
3	0.30	0.57	0.84	1.10	1.34	1.55	1.74	1.93	2.12	2.28	2.42	2.56	2.68	2.80	2.92
4	0.40	0.77	1.12	1.43	1.73	2.00	2.22	2.42	2.60	2.77	2.94	3.10	3.26	3.41	3.57
Биномиальное распределение															
Метод моментов															
2	0.25	0.45	0.60	0.75	0.88	0.96	1.05	1.14	1.22	1.30	1.38	1.46	1.54	1.60	1.67
3	0.28	0.52	0.75	0.97	1.19	1.35	1.59	1.63	1.96	2.14	2.31	2.49	2.66	2.84	3.01
4	0.30	0.61	0.91	1.20	1.49	1.66	2.04	2.30	2.56	2.82	3.09	3.35	3.62	3.89	4.15

Принимаемый расчетный расход с учетом гарантийной поправки не должен быть меньше, чем наибольший наблюденный расход.

Гидротехнические сооружения, разрушение которых может привести к катастрофическим последствиям со значительным ущербом, необходимо проверять на пропуск максимального расхода воды вероятностью превышения P = 0.01% с учетом гарантийной поправки.

10. Расчетные гидрографы стока воды рек весеннего половодья и дождевых паводков

Расчетные гидрографы стока воды весеннего половодья и дождевых паводков необходимо рассчитывать при проектировании водохранилищ, отводе вод от сооружений

в период их строительства, расчете затопления пойм и лиманов, пропуске высоких вод через дорожные и другие искусственные сооружения.

Форма расчетных гидрографов принимается по моделям наблюденных высоких весенних половодий или дождевых паводков с наиболее неблагоприятной их формой, для которых основные элементы гидрографов и их соотношения должны быть близки к расчетным.

Для расчета отверстий дорожных и других искусственных сооружений допускается принимать схематизацию гидрографов стока воды рек весеннего половодья и дождевых паводков по геометрическим формам.

Гидрографы речного стока следует рассчитывать по равнообеспеченным значениям максимального расхода воды, объема стока воды основной волны и объема всего весеннего половодья (дождевого паводка) расчетной вероятности превышения.

Расчетные гидрографы стока воды рек определяются:

а) для весеннего половодья – по среднесуточным расходам воды; гидрографы внутрисуточного хода стока воды рассчитываются, если значение максимального мгновенного расхода воды в 1,5 раза больше соответствующего ему среднесуточного расхода воды;

б) для дождевых паводков – по мгновенным расходам воды.

Выбор метода построения расчетного гидрографа и натурной модели зависит от задач, для решения которых он используется:

а) при проектировании гидротехнических объектов с относительно небольшой регулирующей емкостью водохранилища используется модель одновершинного гидрографа с наибольшим максимальным расходом воды;

б) при больших регулирующих емкостях, сопоставимых с полным объемом половодий (паводков), используется модель с наибольшим объемом половодья (паводка) и наибольшей сосредоточенностью стока в центральной части гидрографа;

в) для рек с многовершинными гидрографами следует выбирать такую модель из числа многоводных лет, в которой наибольшая волна после короткого промежутка следует за меньшей волной;

г) при каскаде водохранилищ строится расчетный гидрограф притока к верхнему гидроузлу и гидрографы боковой приточности между гидроузлами. При этом выбирается модель, общая для всего каскада;

д) для развитых систем инженерной защиты, включающих наряду с водохранилищами обвалование, регулирование русла реки и другие мероприятия, строятся расчетные

гидрографы во входном створе на основной реке и гидрографы боковой приточности на всем протяжении инженерной защиты по общей для всей системы модели.

При построении расчетных гидрографов необходимо всесторонне проанализировать формирование и режим половодий и паводков, их происхождение, вероятность повторного прохождения паводков.

Основные элементы расчетного гидрографа стока воды рек: максимальный расход воды, объем весеннего половодья (дождевого паводка), объем основной волны расчетной вероятности превышения, а также боковая приточность определяются по данным гидрометрических наблюдений.

Общая продолжительность весеннего половодья для больших и средних рек, включая дождевые паводки на спаде половодья, принимается одинаковой для всех лет и створов, как на основной реке, так и на притоках при условии включения в ее пределы продолжительности всех половодий.

Назначение периода общей продолжительности весеннего половодья допускается принимать переменным для разных лет, но одинаковым по длине реки.

Продолжительность основной волны, включающей максимальную ординату, следует принимать постоянной в подвижных границах для всех лет исходя из условия наибольшего объема стока (притока) за принятый период.

Расчет гидрографов весеннего половодья (дождевого паводка) выполняется следующими методами:

а) переходом от гидрографа-модели к расчетному гидрографу путем умножения ординат гидрографа-модели на коэффициенты, определяемые по формулам:

$$k_1 = Q_p / Q_m, \quad (45)$$

$$K_2 = (V_p - Q_p\, 86400) / (V_m - Q_m\, 86400), \quad (46)$$

$$k_3 = (V'_p - V_p) / (V'_m - V_m), \quad (47)$$

где Q_m, Q_p – соответственно для гидрографа-модели и расчетного гидрографа максимальный среднесуточный расход воды весеннего половодья или мгновенный для дождевого паводка, $м^3/с$; V_m и V_p - соответственно для гидрографа-модели и расчетного гидрографа объем основной волны, $м^3$; V'_m и V'_p – соответственно для гидрографа-модели и расчетного гидрографа полный объем весеннего половодья (дождевого паводка), $м^3$;

б) переходом от гидрографа модели к расчетному гидрографу с применением коэффициента k_1, определяемого по формуле (45), и коэффициента k_t, определяемого по формуле

$$k_t = (q_m / h_m) (h_p / q_p), \quad (48)$$

где q_m, q_p – соответственно для гидрографа-модели и расчетного гидрографа модуль максимального среднесуточного расхода воды, $м^3/(с\ км^2)$; h_m, h_p - соответственно для гидрографа-модели и расчетного гидрографа слой стока весеннего половодья (дождевого паводка), мм.

Переход от гидрографа-модели к расчетному возможен только при соблюдении условий: гидрографу по методу, указанному в пункте б),

$$\gamma_p = \gamma_m;\ k_{s,p} = k_{s,m};$$

где γ_m, $\gamma_{p,-}$ соответственно для гидрографа-модели и расчетного гидрографа коэффициент полноты γ, определяемый по формуле

$$\gamma = qt / 0{,}0116h; \quad (49)$$

$k_{s,m}$, $k_{s,p}$ - соответственно для гидрографа-модели и расчетного гидрографа коэффициент несимметричности, определяемый по формуле:

$$K_s = h_n / h, \quad (50)$$

q – модуль максимального среднего суточного расхода воды; h – слой стока воды весеннего половодья (дождевого паводка), мм; t – продолжительность весеннего половодья (дождевого стока), сут.; h_n – слой стока за период подъема весеннего половодья (дождевого паводка), мм.

Координаты расчетного гидрографа определяются в зависимости от коэффициентов k_1 и k_t по формулам:

$$Q_i = Q_{i,m}k_1, \quad (51)$$

$$t_i = t_{i,m}k_t, \quad (52)$$

где $Q_{i,m}$, Q_i - соответственно для гидрографа-модели и расчетного гидрографа расходы воды в i-тую единицу расчетного времени; $t_{i,m}$ и t_i -соответственно для гидрографа-модели и расчетного гидрографа ордината времени.

За начало отсчета времени $t_{i,m}$ принимается начало подъема весеннего половодья (дождевого паводка).

Определение гидрографов внутрисуточного хода стока следует производить также как это изложено при расчете гидрографа стока весеннего половодья (дождевого паводка) в данном разделе. В данном случае обозначения в формулах (48– 50) принимаются следующие: q_m, q_p – соответственно для гидрографа-модели и расчетного гидрографа модуль максимального мгновенного расхода воды, $м^3/(с\ км^2)$; h_m, h_p - соответственно для гидрографа-модели и расчетного гидрографа максимальный суточный слой стока весеннего половодья, мм; h_n – слой стока за период подъема максимальной суточной волны весеннего половодья, мм; t – продолжительность максимальной суточной волны весеннего половодья, сутки и менее.

11.Минимальный сток воды рек

Определение расчетных минимальных расходов воды при наличии данных гидрометеорологических наблюдений производится по эмпирическим кривым обеспеченности аппроксимируемые распределением Пирсона III типа или трехпараметрическим распределением С.Н.Крицкого и М.Ф.Менкеля . При неоднородности ряда наблюдений применяют усеченные или составные кривые распределения ежегодных вероятностей превышения.

При значительных расхождениях аналитической кривой и фактических данных в нижней части – резкое отклонение одной–двух последних точек, обусловленное физическими причинами, применяют эмпирические кривые обеспеченности. Такие кривые имеют достаточно плавный вид в основной части и резкий изгиб в нижней. Обычно он приходится на зону обеспеченности в 90–97 %.

При наличии нулевых расходов воды в ряду наблюдений расчеты производятся с использованием составных кривых распределения, а в случае несоответствия полученной аналитической кривой наблюденным значениям – по эмпирической кривой вероятности превышения.

Для расчетов используют минимальные среднесуточные, среднемесячные или 30–суточные (не календарные) расходы воды, наблюдавшиеся в зимний и (или) летне–осенний сезоны.

Среднемесячные минимальные расходы используются, если они не превышают 30–суточные более чем на 10 %, иначе применяются расходы воды средние за 30 непрерывных суток с наименьшим стоком в рассматриваемом сезоне. При частых паводках и коротких межпаводочных периодах 30–суточный период допускается сокращать до 24 суток, чтобы максимально избежать включения паводковых вод в период минимального стока.

Минимальный суточный расход воды обычно совпадает с 30–суточным (среднемесячным) периодом минимального стока. Однако на реках с частыми паводками их сроки могут значительно различаться.

Минимальный среднемесячный (календарный) расход воды рекомендуется использовать в расчетах, когда рассматривается сток за зимний сезон для рек, находящихся восточнее границы: Ладожское озеро – верховья рек Днепра и Оки – среднее течение Дона – устье Волги; или сток за летне–осенний сезон для рек, расположенных южнее границы Санкт Петербург – Пермь – Магнитогорск – Тюмень – Новосибирск – Барнаул, исключая реки Северного Кавказа. Для остальных районов в расчетах следует использовать минимальные 30–суточные расходы воды.

12. Наивысшие уровни воды рек и озер

Расчетные наивысшие уровни воды рек в створе поста определяются по аналитической кривой распределения вероятностей превышения ежегодных наивысших мгновенных (при наличии самописцев или максимальных реек) или срочных уровней воды за период многолетних наблюдений. При неоднородности наивысших уровней воды допускается использование эмпирических кривых вероятностей превышения.

Для рек, наивысшие уровни которых наблюдаются в разные фазы водного и ледового режимов, производится выборка и обработка однородных рядов уровней, соответствующих снеговому половодью, дождевым паводкам и паводкам ледниковых вод при свободном состоянии русла, а также максимальных уровней при зажорах и заторах, осеннем и весеннем ледоходах. Вероятность превышения наивысших годовых уровней независимо от генезиса их формирования следует определять , учитывая усеченность кривых обеспеченности максимальных зажорных и заторных уровней воды. Данные гидрометрических наблюдений по рассматриваемому посту считаются достаточными для определения расчетных наивысших уровней по эмпирическим кривым вероятностей превышения, если они соответствуют требованиям, изложенным в разделе Общие указания.

При определении вероятности превышения высшего исторического уровня, установленного по данным опроса жителей или архивным источникам, принимается число лет, в течение которых он не был превышен.

Определение расчетных наивысших уровней воды озер следует производить по кривым распределения вероятностей превышения уровней теми же приемами, что и для рек. В засушливой зоне, учитывая наличие длительных циклических колебаний уровня воды озер необходимо выполнять специальные исследования с использованием данных по морфометрии озерной котловины, а также архивных и других материалов.

Расчетные уровни вверх или вниз по течению реки в случае свободного состояния русла переносятся по одному из трех способов:

а) по кривым расходов воды $Q=f(H)$ для бесприточных и малоприточных участков;

б) по кривым связи соответственных уровней воды;

в) по продольному профилю водной поверхности с учетом ее уклона при высоком уровне воды.

При этом учитывается протяженность речного участка, его приточность, морфометрия и уклон водной поверхности.

Перенос с помощью кривых Q=f(H) осуществляется на бесприточных и малоприточных участках рек значительной протяженности, если для опорного створа имеется надежная кривая расходов воды и данные многолетних наблюдений за стоком, позволяющие определить максимальный расход воды расчетной вероятности превышения. Тогда на участке проектирования открывается один или несколько временных гидрологических постов и производится параллельные с опорным постом наблюдения за уровнями. Учитывая, что соответственным уровням на участке отвечает один и тот же расход воды, строятся в единой системе отметок кривые Q=f(H) для каждого из створов, которые экстраполируются до расчетного максимума расхода. По этим кривым определяется соответствующие ему значения наивысших уровней в створах временных постов и по ним строится продольный профиль водной поверхности.

Способ переноса расчетного наивысшего уровня воды по связи соответственных уровней требует соблюдения тех же условий, что и в рассмотренном выше способе. Отличие его заключается в том, что экстраполируются не кривые Q=f(H), а непосредственно кривые связи уровней. Характер этих кривых зависит от гидравлических и морфометрических особенностей реки в створах постов и между ними. Поэтому данный способ может быть применен, если параллельными наблюдениями освещено не менее 80% многолетней амплитуды колебания уровня воды в опорном створе и

направление кривой связи в верхней части выявилось достаточно отчетливо. Кривые связи строятся по ежегодным значениям максимальных уровней воды, характерным переломным точкам графиков колебания уровня или ежедневным значениям уровней с учетом времени добегания воды между постами. Связь уровней считается удовлетворительной, если коэффициент корреляции $r \geq 0{,}8$.

Перенос уровней воды по продольному профилю водной поверхности производится в пределах небольших по длине речных участков (1-3 км) с учетом зависимости уклона от уровня.

Если перенос осуществляется на участке нижнего бьефа гидроузла с неустановившимся режимом, то должны быть выбраны интервалы времени, в пределах которых режим потока может считаться близким к установившемуся [11]

В устьевых и приустьевых участках рек в отдельные фазы их режима следует учитывать возможность подпора воды со стороны водоприемника. Наивысшие уровни в пределах зон подпора переносятся по кривой подпора, построенной с помощью уравнения неравномерного водного потока

$$\Delta Z = \frac{V^2 \Delta L}{C^2 R} + \frac{\alpha(V_K^2 - V_H^2)}{2g} \qquad (53)$$

где ΔZ - падение уровня на участке (м), V, R и C - соответственно средняя для участка скорость течения воды (м/с), гидравлический радиус (м) и коэффициент Шези ($м^{0,5}/с$), ΔL - длина участка (м), α- коэффициент, равный 1,05, g - ускорение свободного падения ($м/с^2$), $Vн$ и $Vк$ средняя в поперечном сечении скорость течения воды в начале и конце участка (м/с).

Уравнение (53) решается методом последовательного приближения или другими численными методами для коротких морфометрически однородных участков реки. При переносе уровней вниз по течению второй член уравнения пишется со знаком плюс, а вверх - минус.

Если наивысшие уровни приходятся на период с ледовыми явлениями, то их перенос осуществляется по графикам связи уровней или кривым Q=f(H) и расходам воды, вычисленным по формуле

$$Q'_{p\%} = Q_{p\%}/k_Q \ , \qquad (54)$$

где $Q_{p\%}$ - расход воды в опорном створе, установленный по летней кривой Q=f(H), k_Q коэффициент, учитывающий изменения гидравлических характеристик водного потока в

результате ледовых явлений (ледохода, ледостава, скопления льда). Если участок проектирования по условиям ледового режима более или менее однороден, то зимний коэффициент k_Q характеризующий то или иное явление может быть принят одинаковым для всех створов. При неоднородном ледовом режиме учитывается различие значений k_Q от створа к створу и вопрос определения значения этого коэффициента должен решаться путем специальных полевых исследований и расчета.

Перенос наивысших уровней воды озер от опорного водомерного поста к другим постам производится по графикам связи уровней воды или непосредственно по абсолютным взаимно увязанным отметкам с учетом волнения и ветрового нагона.

Продолжительность стояния высоких уровней устанавливается по хронологическим графикам уровней воды в период половодий и паводков, наиболее неблагоприятных по условиям затопления и подтопления застраиваемой территории. Вероятностные значения продолжительности стояния ($T_{p\%}$) определяются по кривой обеспеченности ежегодной длительности превышения той или иной отметки начала затопления территории (например, отметки выхода воды на пойму). С учетом полученного значения $T_{p\%}$ строится расчетный график хода уровней по модели одного из наблюдавшихся продолжительных половодий или паводков. Пересчет ординат и абсцисс графика производится с помощью переходных коэффициентов

$K_H = (H_{P\%} - H_{H.З}) / (H_M - H_{H.З})$ и $K_T = T_{p\%}/T_м$

где $Hp\%$ и $Tp\%$ - максимальный расчетный уровень воды и расчетная продолжительность, H_M и T_M - максимальный уровень воды и продолжительность для модельного графика колебания уровня воды, $H_{H.З}$ - отметка начала затопления.

Примеры расчета

. Определение расчетных максимальных уровней воды р. Лены у г. Ленска с учетом высших исторических уровней

Основанием для пересчета расчетного 1%-ного максимального уровня воды на р.Лене у .Ленска явилась корректировка генерального плана г. Ленска, пострадавшего от катастрофического затопления в мае 2001 г. В генеральном плане города, разработанном в .991 году, расчетная отметка паводка 1%-ной обеспеченности, которая была положена в основу мероприятий по защите города от затопления, составила 170,07 м БС. Катастрофический уровень 2001 г. превысил эту отметку на 2,5 м. В результате возникла необходимость в пересчете 1%-ного уровня воды с учетом последних данных с 1991 г., включая экстремум 2001 г., и другую возможную информацию.

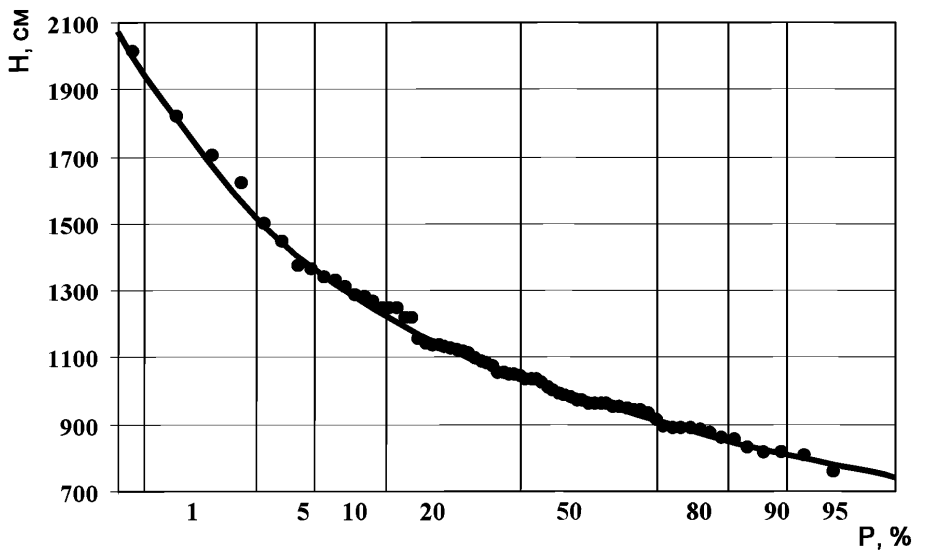
Помимо восстановленных многолетних рядов наблюдений за максимальными уровнями воды в расчетах был использован также высший исторический уровень (ВИУ) в .878 г., равный 1819 см. над нулем графика поста. Отметка ВИУ опубликована в «Каталоге отметок наивысших уровней воды рек и озер СССР», изданном в 1970 г., который является официальным изданием Росгидромета. В связи с тем, что максимальный уровень 2001 г. превышал ВИУ, его обеспеченность определялась как для первого члена ранжированного ряда при условии, что этот уровень не был превышен с 1878 г., т.е. по формуле *1/(N+1)*, где N=124 года (1878-2001 гг.). Полученное значение обеспеченности (в процентах) равно 0.8%. Обеспеченность высшего исторического уровня 1878 г. определялась по формуле *2/(N+1)*, т.к. он был ниже уровня 2001 г., но достоверно был выше всех остальных уровней с 1878 по 2001 г. за исключением уровня 2001 г., т.е. вторым по величине за этот период. Полученная эмпирическая обеспеченность ВИУ составила 1.6%.

Обеспеченности всех остальных ранжированных по убыванию максимальных уровней воды, входящих в ряд наблюдений определялись по формуле $m/(n+1)$, где m=2, 3, … n и n – число членов ряда наблюдений (n=72 года для максимальных в году уровней воды). В связи с тем, что максимальный уровень 2001 г. входит в ряд наблюдений ему присвоен 1-ый ранг но обеспеченность определена не с учетом 72 лет наблюдений, а с учетом 124 лет, т.е. периода за который он не был достоверно превышен), следующему по величине в ряду наблюдений максимальному уровню воды 1998 г. присвоен 2-ой ранг (m=2) и т.д.

На основании вычисленных эмпирических обеспеченностей, были построены эмпирические распределения максимальных в году уровней воды . В связи с тем, что эмпирические распределения уровней воды не являются генетически однородными и при

›аспределения максимальных уровней были получены графически сглаживанием ›мпирических точек.

Пример сглаженной эмпирической кривой для наивысших в году уровней воды ›риведен на рис.1. Со сглаженной кривой была снята отметка расчетного уровня 1%-ной ›беспеченности, которая оказалась равной 1940 см над нулем графика поста или 171,87 м БС, ›то на 1,8м. выше принятого ранее при проектировании.



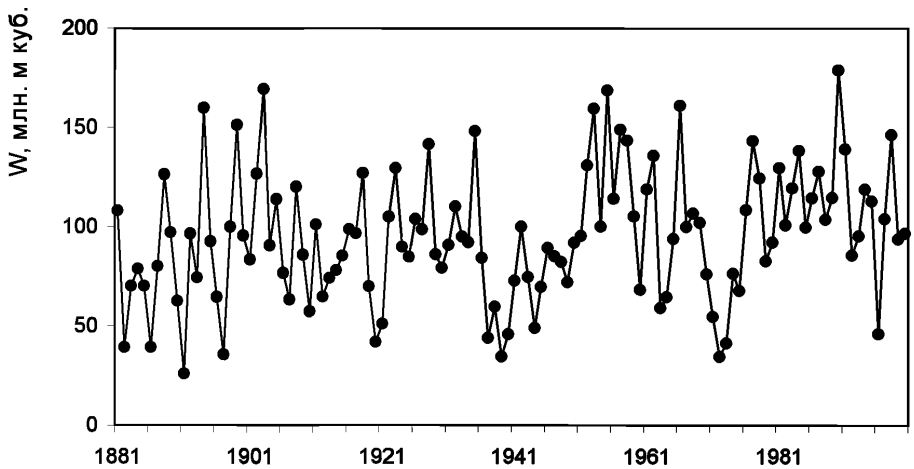
›ис.1. Эмпирическое распределение наивысших в году уровней воды на р.Лене у г.Ленска и ›го графическая аппроксимация.

›. Определение параметров и квантилей суммарного притока в озера Песьво и Удомля. Краткая характеристика исходной информации.

В связи с необходимостью проектирования и дальнейшего строительства 3-го и 4-го ›локов Калининской АЭС возникла необходимость уточнения притока в озера Песьво и ›домля, и в связи с этим уточнения ранее принятых расчетных характеристик месячного и ›одового стока при проектировании 1 и 2 блоков Калининской АЭС.

Для уточнения суммарного притока в озера Песьво и Удомля была собрана исходная ›идрометрическая информация по годовому и месячному стоку, как по стационарным ›творам наблюдений, так и по временным створам за весь возможный период наблюдений, ›ключая 2000 г., по району Калининской атомной электростанции (КАЭС).

;0 лет. Так как ряды наблюдений на притоках в озера имеют небольшую ıродолжительность, возникла необходимость в сборе исходной информации по рекам-ıналогам, имеющим более длительные наблюдения (табл.1), которые использовались при ıриведении наблюдений к многолетнему периоду (табл.2). Наблюденные и приведенные к ıноголетнему периоду ряды были оценены на однородность и стационарность.



'ис.2 Хронологический график суммарного годового притока в озера Песьво и Удомля.

Последовательность определения расчетных значений гидрологических характеристик :остоит в следующем:

- расчет эмпирических вероятностей превышения и построение эмпирического)аспределения;

- определение параметров распределения методом приближенного наибольшего ıравдоподобия для распределения С.Н. Крицкого и М.Ф. Менкеля и методом моментов – ıезависимо от типа распределения.

- уточнение коэффициента автокорреляции и отношения Cs/Cv на основе обобщения ·тих параметров по совокупности рек-аналогов;

- аппроксимация эмпирического распределения аналитическими распределениями при ·становленных параметрах;

- определение квантилей заданной обеспеченности при наилучшей аналитической ıппроксимации.

Критерий окончательного выбора аппроксимирующего аналитического распределения основывался на следующих условиях:

- минимум суммы квадратов отклонений между эмпирическим и аналитическим распределением;
- минимальные расхождения между эмпирическими данными и аналитической аппроксимацией в интересующей области экстраполяции. Эти условия характеризуют общую эффективность аппроксимации для всего эмпирического распределения и для областей редких событий, которые и представляют основной практический интерес.

Результаты расчетов

Расчетное значение коэффициента автокорреляции принимается как среднее значение, установленное по данным группы рек с наиболее продолжительными наблюдениями за рассматриваемой гидрологической характеристикой в однородном гидрологическом районе.

В таблице 1 представлены параметры распределения годового стока по наблюденным данным. Рассматриваемый район, в который входят пункты наблюдений представленные в таблице 1, является однородным по отношению к годовому стоку рек, что следует из проведенного анализа физико-географических и климатических факторов годового стока.

Таблица 1.

Параметры распределения годового стока по наблюденным рядам

N п.п.	Река – пункт	N Лет	Q л/с км^2	C_v	C_s	C_s/C_v	r(1)
1	Р. Уверь – д. Меглецы	55	8,73	0,28	0,47	1,67	0,45
2	Р. Вельгия – д. Междуречье	33	8,75	0,22	0,13	0,60	0,44
3	Р. Веребушка – с. Оксочи	45	10,6	0,32	1,31	4,08	0,31
4	Р. Съежа – д. Стан	22	8,66	0,34	- 0,33	- 0,96	0,57
5	Р. Тихомандрица – д. Заселище	30	9,01	0,41	- 0,35	- 0,86	0,40
6	Р. Овсянка – д. Ряд	27	8,18	0,39	- 0,47	- 1,20	0,34
7	Р. Хомутовка –д. Сатина Горка	5	6,29	0,40	1,07	2,68	0,35
8	Р. Сьюча –д. Каменка	5	5,26	0,41	0,20	0,49	0,46
9	Р. Тихвинка – д. Горелуха	109	9,68	0,25	0,32	1,30	0,23
10	Р. Волга – г. Старица	100	7,47	0,27	0,48	1,80	0,38
11	Р. Селижаровка – д. Яровинка	62	8,03	0,29	0,50	1,70	0,55
12	Р. Молога – с. Спас- Забережье	60	6,14	0,31	0,34	1,08	0,50

13	Р. Кобожа – д. Мощеник	54	7,11	0,33	0,27	0,82	0,52
14	Р. Чагодоща – д. Анисимово	70	8,53	0,26	0,12	0,46	0,50
15	Р. Песь – д. Яхново (Мекешево)	68	9,13	0,28	0,42	1,52	0,30
16	Р. Колпь - д. Торопово	52	8,44	0,27	0,29	1,08	0,29
17	Р. Ворон – д. Ямышево	36	6,69	0,31	- 0,03	- 0,09	0,49
18	Р. Ягорба – д. Мостовая	49	9,50	0,26	- 0,02	- 0,09	0,15
19	Р. Волчина – Волчинское лесничество	39	6,93	0,31	0,24	0,77	050
20	Р. Меглинка – д. Русское Пестово	38	7,69	0,32	- 0,03	- 0,10	0,49
21	Р. Шалочь – д. Шутово	33	6,04	0,38	0,14	0,37	0,55
22	Р. Кеза – д. Устье	16	8,14	0,33	0,45	1,38	0,23

В таблице 2 представлены индивидуальные по пунктам наблюдений оценки параметров распределения (q, Cv, Cs), коэффициентов автокорреляции между стоком смежных лет (r(1)), число лет приведенных к многолетнему периоду (N), а также объем эквивалентной информации по среднему значению (Nэкв. сред.) и по дисперсии (N'экв. дисп.), рассчитанные по приведенным к многолетнему периоду рядам. Примеры приведения индивидуальных рядов гидрологических характеристик к многолетнему периоду имеются в Рекомендациях [12].

Групповая оценка коэффициента автокорреляции между стоком смежных лет, полученная путем осреднения индивидуальных оценок, представленных в таблице 3, составила 0,37. Это смещенная оценка. Несмещенная оценка коэффициента автокорреляции, рассчитанная по данным работы [16] равна 0,39. Несмещенная оценка коэффициента автокорреляции (r(1)) годового притока в озера Песьво и Удомля равна также 0,39, что дополнительно свидетельствует о правильности выполненных расчетов. Больше того, коэффициент автокорреляции годового оттока из озер Песьво и Удомля по данным наблюдений на водпосту р. Съежа – Стан за годовым стоком, приведенным к многолетнему периоду равен 0,40. Несколько повышенное значение коэффициента автокорреляции оттока из озер Песьво и Удомля связано с регулирующим влиянием этих озер. На основании выполненных расчетов коэффициент автокорреляции годового притока в озера Песьво и Удомля принимается равным 0,39.

Оценка отношения коэффициента асимметрии к коэффициенту вариации годового притока, приведенного к многолетнему периоду, равна единице, что согласуется с групповой оценкой этого параметра, полученного по данным таблицы 2.

Таблица 2.

Параметры распределения годового стока по рядам, приведенным к многолетнему периоду

№ п.п	Река – пункт	N лет	N Экв сред	N экв дисп	Q л/с км^2	C_v	C_s	C_s/C_v	r(1)
1	Р. Уверь – д. Меглецы	119	99,0	88,3	8,50	0,26	0,47	1,77	0,32
2	Р. Вельгия – д. Междуречье	119	82,4	69,0	8,28	0,22	0,36	1,60	0,35
3	Р. Веребушка – с. Оксочи	119	76,5	63,1	9,74	0,32	0,84	2,60	0,28
4	Р. Съежа – д. Стан	119	67,0	56,9	7,98	0,36	0,27	0.75	0,38
5	Р. Тихомандрица – д. Заселище	119	77,4	67,2	8,35	0,43	0,31	0,71	0,37
6	Р. Овсянка – д. Ряд	119	71,8	60,5	7,76	0,37	0,35	0,95	0,35
7	Р. Хомутовка –д. Сатина Горка	119			8,32	0,27	0,26	0,99	0,37
8	Р. Сьюча –д. Каменка	119			7,35	0,28	0,17	0,60	0,38
9	Р. Тихвинка – д. Горелуха	119	117,6	116,5	9,76	0,24	0,23	0,95	0,26
10	Р. Волга – г. Старица	110	105,5	103,7	7,46	0,26	0,48	1,85	0,36
11	Р. Селижаровка – д. Яровинка	110	88,3	78,8	8,22	0,28	0,43	1,54	0,47
12	Р. Молога – с. Спас-Забережье	110	89,1	79,3	6,32	0,30	0,28	0,94	0,45
13	Р. Кобожа – д. Мощеник	119	96,6	86,2	7,10	0,30	0,34	1,12	0,37
14	Р. Чагодоща – д. Анисимово	119	109,4	102,6	8,33	0,25	0,26	1,02	0,41
15	Р. Песь – д.Яхново (Мекешево)	119	103,4	94,1	8,99	0,27	0,40	1,48	0,28
16	Р. Колпь - д. Торопово	119	97,7	86,2	8,07	0,27	0,47	1,76	0,28
17	Р. Ворон – д. Ямышево	119	83,2	69,0	6,14	0,34	0,42	1,23	0,45

18	Р. Ягорба – д. Мостовая	119	84,3	70,9	8,64	0,28	0,26	0,93	0,29
19	Р. Волчина – Волчинское лесничество	110	87,1	76,1	6,78	0,30	0,32	1,04	0,48
20	Р. Меглинка – д. Русское Пестово	119	91,0	77,3	7,03	0,33	0,23	0,72	0,39
21	Р. Шалочь – д. Шутово	119	79,2	63,4	5,73	0,40	0,26	0,65	0,42

По параметрам суммарного годового притока, вычисленным методом приближенно наибольшего правдоподобия, были определены квантили для 27 стандартных обеспеченностей. В качестве аналитической аппроксимации задавалось распределение С.Н.Крицкого и М.Ф.Менкеля. Стандартная погрешность аппроксимации составляла 2.9%, наибольшая – 13.4%. Эмпирическое распределение притока и принятая аналитическая аппроксимация показаны на рис.3.

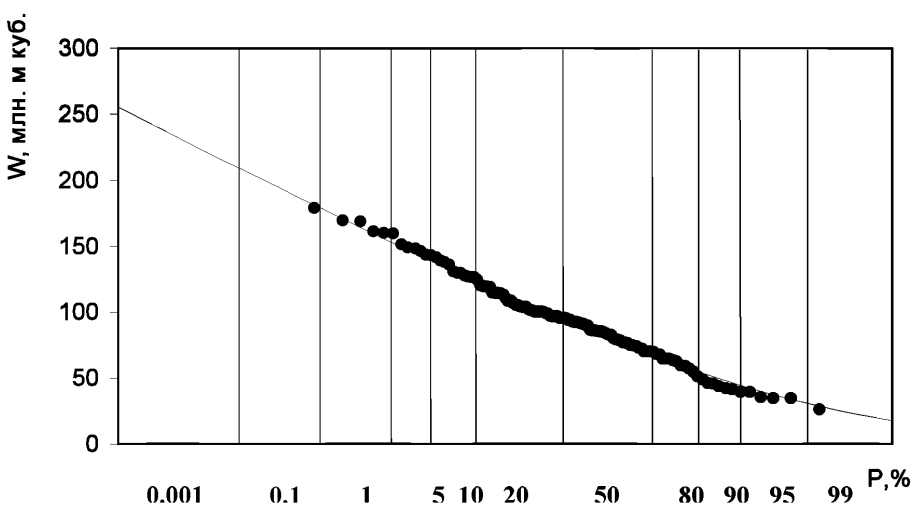


Рис.3 Эмпирическое распределение годовых объемов притока к озерам Песьво и Удомля и его аппроксимация аналитическим распределением С.Н.Крицкого и М.Ф.Менкеля с параметрами: $W_{ср}$=95.0 млн. м^3; C_v=0.34; C_s/C_v=1.0.

Обеспеченные значения суммарного годового притока для 27 стандартных квантилей распределения С.Н.Крицкого и М.Ф.Менкеля приведены в табл. 3.

Таблица 3

Обеспеченные значения годового притока в озера Песьво и Удомля в млн. $м^3$

Обеспеченность, %	Значение	Обеспеченность, %	Значение	Обеспеченность, %	Значение
0,001	255	5	152	75	71.4
0,01	233	10	139	80	66.4
0,03	222	20	123	90	54.0
0,05	216	25	117	95	44.7
0,1	209	30	111	97	39.1
0,3	195	40	102	99	29.9
0,5	188	50	93,0	99,5	25.4
1	179	60	84,7	99,7	22.5
3	161	70	76,1	99,9	17.6

3. Использование методики совместного анализа

Применение метода группового анализа данных наблюдений иллюстрируется на примере района Приморья.

Для совместного анализа в этом районе были отобраны гидрологические посты, для которых выполнялись следующие условия:

- площадь водосборов не превышает 50000 $км^2$;
- ряды наблюдений за максимальным стоком имеют продолжительность более 30 лет;
- пункты наблюдений относительно равномерно распределены по району;
- данные наблюдений по возможности статистически независимы друг от друга, т.е. отсутствует пространственная корреляция. Последнее условие трудно выполнимо, т.к. в однородном гидрологическом районе расстояние между пунктами (центрами тяжести водосборов), как правило, не большое, что и определяет пространственную корреляцию.

В качестве анализируемой характеристики исследуется коэффициент вариации рядов максимальных в году расходов дождевых паводков.

Предварительное разбиение районов на более мелкие подрайоны с относительно близкими значениями коэффициентов вариации производится с использованием карты-схемы пунктов наблюдений с нанесенными значениями характеристик изменчивости стока.

Используя критерий (13), предложенный С.Н.Крицким и М.Ф.Менкелем, проверяется однородность данных, объединяемых в пределах выделяемого подрайона и оценивается возможность их совместного анализа.

Случайная составляющая$\varepsilon^2_{сл.}$ определяется как средняя по группе станций выборочная дисперсия моментной оценки коэффициента вариации:

$$\varepsilon^2_{сл.} = \frac{1}{K}\sum_{i=1}^{K}\varepsilon^2_{сл.(i)} \qquad (1)$$

$$\varepsilon^2_{сл.(i)} = \frac{C_v * \bar{x}}{\sqrt{n}} \qquad (2)$$

Географическая составляющая$\varepsilon^2_{геогр.}$ определяется как разность между полной и случайной составляющими в соответствии с формулой (10). Полная составляющая вычисляется по формуле (12).

Если для выделенного подрайона географическая составляющая дисперсии оказывается меньше случайной, то совокупность рядов можно считать однородной, а объединение правомерным. На следующем шаге к однородной группе присоединяется один из ближайших постов и проверяется выполнение условия (13). Объединение постов в подрайон заканчивается, когда условие (13) перестает выполняться.

Точность расчета статистических характеристик по объединенным данным наблюдений характеризуется стандартной ошибкой $\varepsilon^2_{ср.}$:

$$\varepsilon^2_{ср.} = \frac{\varepsilon^2_{сл.}}{k} + \varepsilon^2_{геогр.} \qquad (3)$$

где: k – число совместно анализируемых объектов, $\varepsilon^2_{сл.}/k$ стандарт средней из k оценок.

Погрешность результатов расчетов оценок определяется по формуле (14), а их стандартная ошибка по формуле (15).

Исходя из приведенных условий, для иллюстрации методики на территории Приморья было отобрано 14 постов и оценена возможность их совместного анализа. Схема расположения постов приведена на рис.4, список постов представлен в таблице 4.

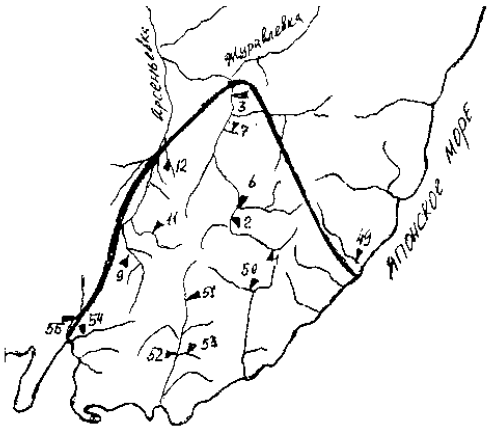


Рис.4 Схема расположения гидрологических постов.

Таблица 4

Список водомерных постов

№ поста	Код Поста	Период Наблюд. число лет)	Площадь Водосбора км^2	Река-пункт	Cv
1	05083	31	536	Уссури – с.Березняки	0,82
2	05085	53	1720	Уссури-с.Верх.Бреевка	0,90
50	05552	40	671	Лазовка – с.Лазо	0,80
52	05560	48	3120	Партизанская– с.Партизанск	0,81
53	05570	38	191	Водопадная – с.Николаевка	0,79
6	05122	34	1160	Извилинка – с.Извилинка	0,88
7	05128	37	138	Каменка – с.Каменка	0,74
54	05583	45	706	Шкотовка – с.Шкотовка	0,88
3	05094	37	9340	Уссури – с.Кокшаровка	0,96
12	05167	34	235	Варфоломеевка – с.Варфоломеевка	1,12
9	05148	36	940	Арсеньевка – с.Виноградовка	1,07
51	05555	32	549	Партизанская – с.Молчановка	1,08
49	05539	48	763	Маргаритовка – с.Маргатово	1,27
55	05589	54	894	Артемовка – с.Штыковка	1,23

Коэффициенты вариации рядов максимальных в году расходов дождевых паводков для этих постов приведены в табл.5.

В соответствии с рассматриваемой методикой на территории анализируемого района выбирается несколько гидрологических постов с относительно близкими значениями Cv и близким географическим расположением. В данном случае было отобрано пять постов: №1, 2, 50, 52, 53. Первоначально определяются среднее значение, полная, случайная и географические составляющие, а также дисперсия параметров для объединенной совокупности. Если в результате расчета критерий (13) выполняется, то объединение можно считать допустимым.

Далее к уже полученной группе постов поочередно присоединяются посты близко к ним расположенные и также определяются все вышеперечисленные характеристики (табл.5). Результаты отображаются в виде графика зависимости $\varepsilon^2_{об.} = f(k)$ (рис.5).

Таблица 5

Результаты расчетов параметров для совместного анализа по группе станций

№ группы	Группа постов (коды постов)	среднее	Дисперсия			
			Полная	Случайная	Географическая	Для Объединенной Совокупности $E^2_{об.}$
1	05083 05085 05552 05560 05570	0,82	0,002	0,014	-0,012	0,0028
2	05083 05085 05552 05560 05570 05122	0,832	0,002	0,015	-0,013	0,0025

3	05083 05085 05552 05560 05570 05122 05128	0,818	0,003	0,015	-0,012	0,0021
4	05083 05085 05552 05560 05570 05122 05128 05583	0,826	0,003	0,015	-0,012	0,00183
5	05083 05085 05552 05560 05570 05122 05128 05583 05167	0,858	0,012	0,018	-0,006	0,00195
6	05083 05085 05552 05560 05570 05122 05128 05583 05167 05148	0,879	0,015	0,019	-0,004	0,0019

7	05083 05085 05552 05560 05570 05122 05128 05583 05167 05148 05555	0,897	0,017	0,021	-0,004	0,0019
8	05083 05085 05552 05560 05570 05122 05128 05583 05167 05148 05555 05094	0,902	0,016	0,021	-0,005	0,0018

9	05083 05085 05552 05560 05570 05122 05128 05583 05167 05148 05555 05094 05589	0,925	0,025	0,022	0,003	0,0046
10	05083 05085 05552 05560 05570 05122 05128 05583 05167 05148 05555 05094 05589 05539	0,931	0,025	0,023	0,002	0,0041

Если условие (13) выполняется, кривая имеет тенденцию к понижению, если же выполнение условия нарушается, то следует резкое увеличение значений, а следовательно такие посты не могут быть присоединены к общей группе (рис.5, точки 9,10).

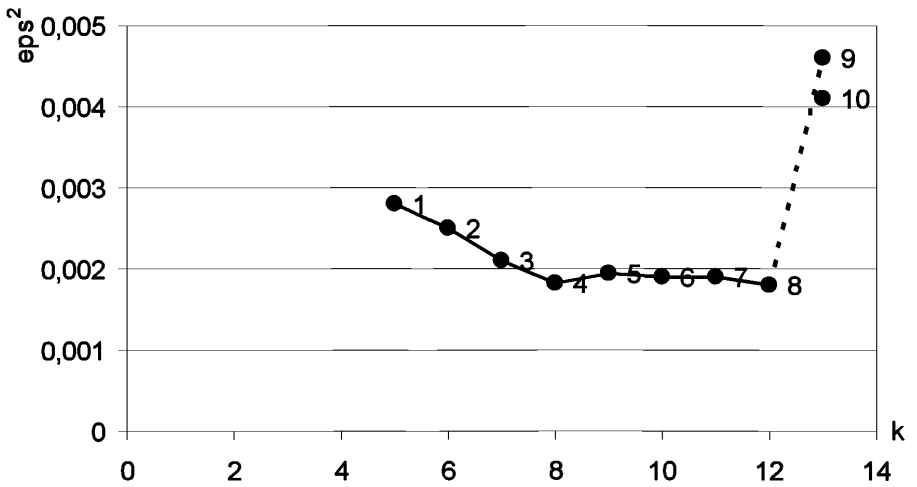


Рис.5 График зависимости дисперсии параметров объединенной совокупности от числа совместно анализируемых постов

Результаты расчета погрешностей коэффициента вариации приведены в табл.6.

Таблица 6

Расчет погрешностей определения коэффициентов вариации

Код Iоста	05083	05085	05094	05122	05128	05148	05167	05552	05555	05560	05570	05583
Cv	0,895	0,901	0,906	0,900	0,880	0,910	0,911	0,890	0,910	0,890	0,889	0,899
Пог-Реш-Iость	0,0016	0,0016	0,0016	0,0016	0,0015	0,0017	0,0017	0,0016	0,0017	0,0015	0,0016	0,0016

4. Пример построения усеченного гамма- распределения для вычисления максимальных расходов воды малой вероятности превышения

Рассмотрим данные наблюдений за максимальными расходами воды весеннего половодья р. Белой у г. Уфы с 1878 по 1964 г. (исходные данные приведены в табл.7). Требуется

вычислить расчетные максимальные расходы воды различной вероятности превышения в этом створе с помощью усеченного гамма - распределения.

Сначала по верхней половине ряда, расположенного в убывающем порядке, вычисляем среднее (по формуле (41)) и статистику $\lambda_{2_{n/2}}$ (по формуле (43)); подготовительные вычисления даны в табл. 8.

$$\bar{x}_{n/2} = \frac{\sum_{1}^{n/2} x_i}{n/2} = \frac{349660}{43} = 8132\ м^3/сек \quad ,$$

$$\lambda_{2_{n/2}} = \frac{\sum_{1}^{n/2} \ln \frac{x_i}{\bar{x}_{n/2}}}{n/2} = \frac{-0{,}75733}{43} = -0{,}0176 .$$

По полученному значению $\lambda_{2_{n/2}} = -0{,}0176$ по Приложению 3 находим значение коэффициента изменчивости $C_{v_n} = 0{,}52$.

Далее, зная среднее $\bar{x}_{n/2}$ и определив по вычисленному значению C_v функцию $\varphi(C_v)$ находим с помощью Приложения 5, значение среднего $\bar{x}_n$:

$$\bar{x}_n = \bar{x}_{n/2} \cdot \varphi(C_v) = 8132 \cdot 0{,}715 = 5814\ м^3/сек.$$

По полученным параметрам (Q=5814 см^3/сек и $C_{v_n} = 0{,}52$) в обычном порядке, используя таблицу ординат гамма-распределения (Приложение1), строим верхнюю часть распределения – усеченное распределение (рис.6). Как следует из рис.6, аналитическая кривая хорошо соответствует эмпирическим точкам.

Максимальные расходы воды весеннего половодья р. Белой у г.Уфы

Год	X_i $м^3/сек$	Год	X_i $м^3/сек$
1878	5930	1922	6120
1879	6080	1923	9820
1880	8630	1924	3350
1881	4650	1925	6000
1882	(16200)	1926	11200
1883	5310	1927	11500
1884	3940	1928	4950
1885	3980	1929	8420
1886	5740	1930	4380
1887	8040	1931	2840
1888	10170	1932	6900
1889	7220	1933	4180
1890	4200	1934	5380
1891	3060	1935	2120
1892	7020	1936	4280
1893	4500	1937	3020
1894	6500	1938	4990
1895	4650	1939	3800
1896	4000	1940	3890
1897	5740	1941	6800
1898	6000	1942	7250
1899	12400	1943	7560
1900	3820	1944	3620
1901	5590	1945	3570
1902	9540	1946	8760
1903	7960	1947	11400
1904	4020	1948	8320
1905	5020	1949	6880
1906	4890	1950	3270
1907	3670	1951	5860
1908	6160	1952	3620
1909	5590	1953	3840
1910	3550	1954	4400
1911	5340	1955	(3110)
1912	6160	1956	5380
1913	5770	1957	9580
1914	13000	1958	5100
1915	3690	1959	7100
1916	13800	1960	4140
1917	6040	1961	3740
1918	4680	1962	3470
1919	9660	1963	8180
1920	5590	1964	7070
1921	5530		
		Среднее	6094

Расчет параметров усеченного гамма-распределения по данным наблюдений за максимальными расходами воды р. Белой у г. Уфа

В убывающем порядке		Xi / $\bar{x}_{n/2}$	Lg xi/ $\bar{x}_{n/2}$
X_i M^3/сек	год		
16200	1882	1,992	0,29929
13800	1916	1,697	0,22968
13000	1914	1,599	0,20385
12400	1899	1,525	0,18327
11500	1927	1,414	0,15045
11400	1947	1,402	0,14674
11200	1926	1,377	0,13893
10170	1888	1,251	0,09726
9820	1923	1,208	0,08207
9660	1919	1,188	0,07482
8580	1957	1,178	0,07115
9540	1902	1,173	0,06930
8760	1946	1,077	0,03222
8630	1880	1,060	0,02531
8420	1929	1,035	0,01494
8320	1948	1,023	0,00988
8180	1963	1,006	0,00260
8040	1887	0,989	$\bar{1}$,99520= -0,00480
7960	1903	0,979	$\bar{1}$,99078=-0,00922
7560	1943	0,930	$\bar{1}$,96848=-0,03152
7250	1942	0,892	$\bar{1}$,95036=-0,04964
7220	1889	0,888	$\bar{1}$,94841=-0,05159
7100	1959	0,873	$\bar{1}$,94101=-0,05899
7070	1964	0,869	$\bar{1}$,93902=-0,06098
7020	1892	0,863	$\bar{1}$,93601=-0,06399
6900	1932	0,849	$\bar{1}$,92891=-0,07109
6880	1949	0,846	$\bar{1}$,92737=-0,07263
6800	1941	0,836	$\bar{1}$,92221=-0,07779
6500	1894	0,799	$\bar{1}$,90255=-0,09745
6160	1908	0,758	$\bar{1}$,87967=-0,12033
6160	1912	0,758	$\bar{1}$,87967=-0,12033
6120	1922	0,753	$\bar{1}$,87680=-0,12320
6080	1879	0,748	$\bar{1}$,87390=-0,12610
6040	1917	0,743	$\bar{1}$,87099=-0,12610
6000	1925	0,738	$\bar{1}$,86806=-0,13194
6000	1898	0,738	$\bar{1}$,86806=-0,13194
5930	1878	0,729	$\bar{1}$,86273=-0,13727
5860	1951	0,721	$\bar{1}$,85794=-0,14206
5770	1913	0,710	$\bar{1}$,85126=-0,14874
5740	1886	0,706	$\bar{1}$,84880=-0,15120
5740	1897	0,706	$\bar{1}$,84880=-0,15120
5590	1920	0,687	$\bar{1}$,83696=-0,16304
5590	1901	0,687	$\bar{1}$,83698=-0,16304
∑ 349660			-0.75733

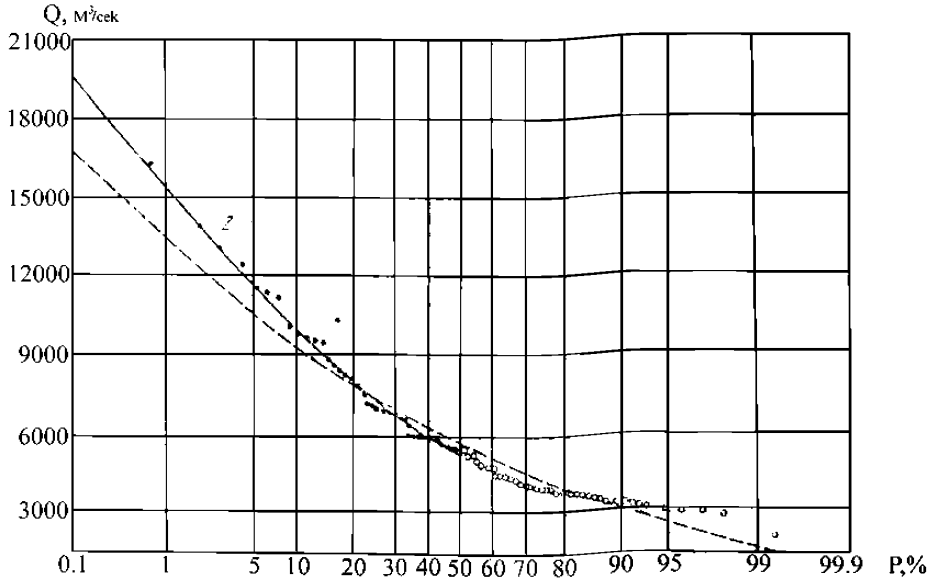


Рис.6 Совмещенные кривые распределения вероятностей превышения максимальных расходов весеннего половодья р.Белой у г.Уфы (1878-1964 гг.). Гамма распределение: 1 – полное; 2 –усеченное.

5. Пример расчета внутригодового распределения стока методом компоновки для лет маловодной и очень маловодной градаций водности.

Расчет внутригодового распределения стока методом компоновки производится в соответствии с требованиями, изложенными в разделе 9. Ниже дается пример расчета этим методом для р. Унжа - г. Макарьев за расчетный 67-летний период стоковых измерений для лет маловодной и очень маловодной градаций водности. В табл. 9-12 приводятся результаты расчета, характерные для отдельных его этапов.

В табл. 9 даны результаты расчета сумм месячного стока воды ($\Sigma Q_{i\text{мес}}$) за водохозяйственный год, лимитирующие период, сезон и месяц для конкретных маловодных и очень маловодных лет.

Данные табл. 10 демонстрируют расчет абсолютного (в объемных единицах) и относительного (в % от объема стока за ВГ) распределения речного стока по водохозяйственным периодам и сезонам в годы маловодной и очень маловодной градаций (групп) водности.

В табл. 10 приведен расчет внутрисезонного распределения речного стока ($\Sigma Q_{i\ мес}$) по месяцам ($Q_{i\ мес}$) на примере лимитирующего сезона. Аналогичным образом выполняются

частности для нелимитирующих периода (НП) и сезона (НС). Результаты расчета внутрисезонного относительного (в % от сезонного) распределения месячного речного стока для маловодной группы водности сезонов даны в таблице 11.

В основу расчета положены относительные (в % от объема стока за ВГ) данные о межсезонном (табл.9) и внутрисезонном распределениях стока (данные табл. 10 и 11), а также аналогичные данные для НП и НС и для других градаций водности, в частности, для группы очень маловодных лет. Значения стока за водохозяйственный год 75 и 95%-ной вероятности превышения, определены по соответствующей кривой обеспеченности.

Таблица 9

Расчет сумм месячного стока воды ($\Sigma Q_{i\ мес}$) за водохозяйственный год, лимитирующие период, сезон и месяц для конкретных маловодных и очень маловодных лет

№ в порядке убывания	P,%	Водохозяйственный год (ВГ), IV-III			Лимитирующий период (ЛП), VII-III			Лимитирующий сезон (ЛС), XII-III			Лимитирующий месяц (ЛМ)		
		ВГ	ΣQ_i мес	$K_{вг}$	ЛП	ΣQ_i мес	$K_{лп}$	ЛС	ΣQ_i мес	$K_{лс}$	ЛМ	ΣQ_i мес	$K_{лм}$
46	67,8	1950-51	1548	0,82	1947-48	449	0,66	1916-17	141	0,80	1960-61	28,1	0,88
47	69,3	1948-49	1526	0,80	1943-44	445	0,66	1943-44	135	0,77	1955-56	27,8	0,86
48	70,8	1933-34	1522	0,80	1932-33	442	0,65	1939-40	132	0,75	1947-48	27,7	0,85
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
57	84,1	1930-31	1414	0,74	1933-34	370	0,55	1906-07	119	0,68	1937-38	25,6	0,79
58	85,6	1951-52	1357	0,72	1941-42	366	0,54	1907-08	117	0,67	1911-12	24,6	0,75
59	87,2	1907-08	1340	0,71	1937-38	364	0,54	1908-09	117	0,67	1910-11	24,5	0,76
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
64	94,5	1910-11	1205	0,64	1901-02	265	0,39	1941-42	89,4	0,51	1951-52	19,7	0,61
65	96,0	1960-61	1191	0,63	1944-45	265	0,39	1951-52	86,8	0,49	1944-45	18,5	0,57

66	97,5	1897 -98	1156	0,61	1949 -50	253	0,37	1944 -45	83,2	0,47	1938 -39	17,6	0,54
67	99,0	1937 -38	955	0,50	1951 -52	247	0,37	1949 -50	77,0	0,44	1949 -50	15,6	0,48
$\bar{Q}$ за все 67 лет			1896			676			176			32,5	
То же , в % от объема стока за ВГ			100			35,6			9,3			1,7	

Таблица 10

Расчет абсолютного (в объемных единицах) и относительного (в % от объема стока за ВГ) межсезонного распределения речного стока в годы маловодной и очень маловодной градаций (групп) водности

Водохозяйственные периоды и сезоны	Месяцы	Средние многолетние значения		Группа водности (градация вероятностей превышения) стока за ВГ			
				Маловодная		очень маловодная	
		$\Sigma Q_{i\ мес}$	в % от объема стока за ВГ	$\Sigma Q_{i\ мес}$	в % от объема стока за ВГ	$\Sigma Q_{i\ мес}$	в % от объема стока за ВГ
ВГ	IV-III	1896	100	1460	100	1155	100
НП	IV-VI	1220	64,4	1049	71,9	878	76,0
ЛП	VII-III	676	35,6	411	28,1	277	24,0
НС	VII-XI	500	26,3	283	19,3	182	15,8
ЛС	XII-III	176	9,3	128	8,8	94,8	8,2
Вариант расчета с учетом стока лимитирующего месяца (минимального месячного стока) заданной вероятности превышения (75% и 95%)							
ЛМ	II	32,5	1,7	26,5	1,8	20,0	1,7
Остальные месяцы ЛС	XII-I, III	143	7,6	102	7,0	74,8	6,5

Таблица 11

Расчет внутрисезонного распределения речного стока ($\Sigma Q_{i\ мес}$) по месяцам ($Q_{i\ мес}$) на примере лимитирующего сезона

№ в порядке убывания сезонного стока	Лимитирующий сезон (ЛС)									
	ЛС	$\Sigma Q_{i\ мес}$ за ЛС	1		2		3		4	
			$Q_{i\ мес}$	месяц	$Q_{i\ мес}$	месяц	$Q_{i\ мес}$	Месяц	$Q_{i\ мес}$	Месяц
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
46	1916-17	140,5	38,6	XII	37,5	III	33,6	I	30,8	II
47	1943-44	135,1	34,8	I	34,6	II	33,8	XII	31,9	III
48	1939-40	132,3	56,8	XII	29,4	I	23,2	III	22,9	II
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…,	…
51	1912-13	127,9	37,2	XII	34,3	I	28,2	III	28,2	II
52	1946-47	126,1	42,3	XII	28,4	II	28,0	I	27,4	III
53	1955-56	125,1	39,1	XII	29,2	I	29,0	III	27,8	II
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
58	1907-08	117,4	32,5	III	30,1	II	28,0	I	26,8	XII
59	1908-09	117,2	32,0	III	28,9	XII	28,8	II	27,5	I
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
64	1941-42	89,4	25,7	XII	23,6	I	20,1	II	20,0	III
65	1951-	86,8	24,1	II	22,3	I	20,7	XII	19,7	III

	52									
66	1944-45	83,2	25,2	III	20,0	II	19,5	I	18,5	XII
67	1949-50	77,0	24,5	XII	20,0	III	16,9	I	15,6	II
Итого по группе		2549	779	XII-15 I-1 II-1 III-5	630	XII-1 I-8 II-6 III-7	588	XII-2 I-9 II-5 III-6	553	XII-4 I-4 II-10 III-4
Принятое распределение в % от сезонного стока		100	30,6	XII	24,7	III	23,0	I	21,7	II

Таблица 12

Внутрисезонное относительное (в % от сезонного) распределение месячного речного стока для маловодной группы водности сезонов

Нелимитирующий период (НП)				Нелимитирующий сезон (НС)						Лимитирующий сезон (ЛС)				
IV	V	VI	НП	VII	VIII	IX	X	XI	НС	XII	I	II	III	ЛС
27,2	57,7	15,1	100	27,0	16,7	12,9	25,5	17,9	100	30,6	23,0	21,7	24,7	100

6. Пример расчета внутригодового распределения стока методом реального года

Расчет внутригодового распределения стока методом реального года выполнен на примере р. Чулым – пгт. Балахта по данным о среднемесячных расходах воды за расчетный период с 1940 по 1980 гг. Он произведен в соответствии с методикой, изложенной в разделе 9 данных Методических рекомендаций. Рассмотрим основные этапы этого расчета:

среднемесячных расходов воды по водохозяйственным годам (табл.13), начинающимся с апреля (IV) - первого месяца нелимитирующего периода (НП).

2. По данным табл. 13 рассчитываются суммы среднемесячных расходов воды ($\Sigma Q_м$) для каждого назначенного водохозяйственного года (ВГ) и входящих в него периодов и сезонов, а именно для нелимитирующего периода (НП), лимитирующего периода (ЛП), лимитирующего сезона (ЛС), нелимитирующего сезона (НС). Эти данные, а также аналогичные сведения для назначенного лимитирующего месяца (ЛМ) записываются для всех ВГ в рабочую таблицу, сокращенный вариант которой приведен ниже (табл. 14). На основе данных табл. 14 рассчитываются среднемесячные значения расходов воды путем деления сумм расходов соответствующих периодов или сезонов на число входящих в них месяцев. Результаты расчетов записываются в аналогичную таблицу (табл. 15).

3. На основе данных табл. 15 составляется таблица ранжированных в убывающем порядке сумм среднемесячных расходов воды для каждого расчетного внутригодового периода и сезона, а также для значений среднемесячных расходов воды лимитирующего месяца. В таблице 16 приведены в качестве иллюстрации сказанного некоторые из упомянутых ранжированных данных для ВГ, ЛП и ЛС. По данным табл. 17 для каждого расчетного внутригодового периода и сезона, а также для ЛМ с помощью методов, изложенных в разделе настоящих Методических рекомендаций, подбирается расчетная аналитическая кривая вероятностей превышения. Эта кривая используется как для решения прямой задачи – определения расчетной величины стока заданной вероятности превышения, так и обратной задачи – определения вероятности превышения по известному значению стока рассматриваемого расчетного водохозяйственного периода или сезона (месяца).

4. С учетом пороговых значений вероятности превышения стока, приведенных в разделе 9 настоящих Методических рекомендаций, ранжированные ряды стока за конкретные водохозяйственные годы разбиваются на пять групп водности – очень многоводную, многоводную, среднюю по водности, маловодную и очень маловодную. Для каждой группы водности создается таблица с данными о вероятности превышения стока за ВГ, ЛП, ЛС, ЛМ каждого из водохозяйственных годов, входящих в расчетную группу водности. Значения вероятности превышения среднемесячного стока за конкретный ВГ, ЛП, ЛС и ЛМ определяются по соответствующей кривой обеспеченности. Для наглядности сказанного в табл. 18 приведены значения вероятностей превышения

маловодную группу водности (с обеспеченностью стока за ВГ более 83,3%).

5. По формуле раздела 9, принятой для объективного выбора характерного по водности водохозяйственного года, по значениям вероятностей превышения стока за ВГ, ЛП, ЛС и ЛМ, произведены расчеты ΔР% для каждого ВГ, входящего в группу очень маловодных лет. Оказалось, что наименьшее значение ΔР% свойственно 1945-46 ВГ. Этот ВГ и принят в качестве модели для характеристики внутригодового распределения стока вероятностью превышения 95% (табл. 18).

Таблица 13

Расходы воды ($м^3$ / с) р. Чулым– пгт. Балахта за конкретные месяцы отдельных водохозяйственных годов

ВГ	Месяцы водохозяйственного года											
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III
1940 – 41	18,0	43,0	41,0	19,0	9,00	12,0	11,0	8,00	5,00	1,00	1,00	1,00
1941 – 42	13,0	61,0	114,0	48,0	26,0	14,0	10,0	7,00	3,00	2,00	2,00	2,00
1942 - 43	8,0	40,0	74,0	35,0	16,0	15,0	12,0	8,00	4,00	3,00	2,00	2,00
1960 –61	8,00	38,0	76,0	33,0	20,0	16,0	11,0	5.00	4,00	3,00	2,00	3,00
1961 – 62	22,0	55,0	57,0	26,0	17,0	21,0	12,0	7,00	5,00	3,00	2,00	4,00
1962 - 63	15,0	78,0	54,0	22,0	13,0	9,00	14,0	5,00	4,00	2,00	2,00	3,00
1977 – 78	20,0	57,0	50,0	22,0	11,0	18,0	14,0	7,00	3,00	3,00	2,00	2,00
1978 – 79	13,0	47,0	58,0	20,0	15,0	11,0	10,0	5,00	4,00	3,00	2,00	2,00
1979 - 80	5,00	59,0	89,0	26,0	13,0	17,0	11,0	7,00	5,00	3,00	1,00	2,00
Среднее из всех 40 ВГ	12,825	53,775	65,875	27,375	16,725	14,875	12,575	6,375	3,950	2,325	1,600	2,050

Таблица 14

Суммы среднемесячных расходов воды р. Чулым– пгт. Балахта за водохозяйственные периоды, сезоны и месяц конкретных ВГ

№ п /п	ВГ, IV-III	НП, IV-VI	ЛП, VII-III	ЛС, XI-III	НС, VII-X	ЛМ, II
1	170	102	68	17	51	1
2	302	188	114	16	98	2
3	219	122	97	19	78	2
21	219	122	97	17	80	2
22	231	134	97	21	76	2
23	221	147	74	16	58	2
38	209	127	82	17	65	2
39	190	118	72	16	56	2
40	239	154	85	18	67	2

Таблица 15

Среднемесячные расходы воды р. Чулым– пгт. Балахта за водохозяйственные периоды, сезоны и месяц конкретных ВГ

№ п /п	ВГ, IV-III	НП, IV-VI	ЛП, VII-III	ЛС, XI-III	НС, VII-X	ЛМ, II
1	14,2	34,0	7,56	3,40	12,8	1,00
2	25,2	62,7	12,7	3,20	24,5	2,00
3	18,2	40,7	10,8	3,80	19,5	2,00
21	18,2	40,7	10,8	3,40	20,0	2,00
22	19,2	44,7	10,8	4,20	19,0	2,00
23	18,4	49,0	8,22	3,20	14,5	2,00
38	17,4	42,3	9,11	3,40	16,2	2,00
39	15,8	39,3	8,00	3,20	14,0	2,00
40	19,9	51,3	9,44	3,60	16,8	1,00

Таблица 16

Ранжированные в порядке убывания ряды сумм среднемесячных расходов воды р. Чулым– пгт. Балахта

за водохозяйственные периоды, сезоны и месяц конкретных ВГ

ВГ, IV-III		**НП, IV-VI**		**ЛП, VII-III**		**ЛС, XI-III**		**НС, VII-X**		**ЛМ, II**	
ВГ	**$\Sigma Q_м$**	**ВГ**	**$\Sigma Q_м$**	**ВГ**	**$\Sigma Q_м$**	**ВГ**	**$\Sigma Q_м$**	**ВГ**	**$\Sigma Q_м$**	**ВГ**	**$\Sigma Q_м$**
1946	308	1966	208	1946	152	1946	40,0	1946	122	1941	2,00
1941	302	1941	188	1972	143	1926	30,0	1972	122	1942	2,00
1959	292	1969	183	1954	135	1954	25,0	1954	110	1946	2,00
1960	219	1950	127	1947	83,0	1921	16,0	1967	67,0	1974	2,00
1942	219	1977	127	1967	82,0	1978	16,0	1975	67,0	1975	2,00
1975	215	1948	126	1977	82,0	1957	15,0	1979	67,0	1977	2,00
1951	160	1968	87,0	1968	61,0	1923	10,0	1968	5j,0	1940	1,00
1968	148	1967	83,0	1974	58,0	1946	9,00	1974	44,0	1943	1,00
1945	117	1945	72,0	1945	45,0	1925	9,00	1945	36,0	1079	1,00

.

Таблица 17

Вероятности превышения стока р. Чулым– пгт. Балахта за конкретные ВГ, ЛП, ЛС и ЛМ каждого из водохозяйственных годов, входящих в группу очень маловодных лет

Расчетный период	**Конкретные водохозяйственные годы**										
	1950	**1978**	**1957**	**1963**	**1943**	**1940**	**1974**	**1967**	**1951**	**1968**	**1945**
ВГ	73,17	75,61	78,05	80,49	82,93	85,37	87,80	90,24	92,68	95,12	97,56
ЛП	73,17	78,05	70,73	68,29	87,80	85,37	95,12	53,66	90,24	92,68	97,56
ЛС	90,24	53,66	56,10	31,71	92,68	36,59	70,73	58,54	87,80	85,37	97,56
ЛМ	80,49	58,54	73,17	36,59	95,12	92,68	51,22	68,29	85,37	70,73	87,89

Таблица 18

Относительное (в % от стока за ВГ) внутригодовое распределение месячного и сезонного стока р. Чулым– пгт. Балахта, определенное по модели стока выбранного по критерию ( ) характерного очень маловодного 1945 года

Единица измерения	**Месяцы водохозяйственного года**												**ВГ**	**НП**	**ЛП**	**ЛС**	**НС**
	IV	**V**	**VI**	**VII**	**VIII**	**IX**	**X**	**XI**	**XII**	**I**	**II**	**III**					
$м^3 / с$	15,4	32,4	13,7	10,2	8,5	6,0	6,0	2,6	1,7	1,7	0,9	0,9	100,0	61,5	38.5	7,8	30,7

7. Пример расчета внутригодового распределения стока методом среднего распределения стока за годы характерных градаций водности

Расчет внутригодового распределения стока методом среднего распределения стока за годы характерных градаций водности выполнен на примере р. Оленёк–местн. Ярольин по данным о среднемесячных расходах воды за расчетный период с 1937 по 1984 гг. в соответствии с методикой, изложенной в разделе 9 данных Методических рекомендаций. Рассмотрим основные этапы этого расчета:

1. На основе анализа данных о среднемесячных расходах воды за весь рассматриваемый расчетный период и другой информации назначается первый месяц водохозяйственного года (май) и составляется матрица месячных объемов стока воды по водохозяйственным годам (табл. 19).

2. С учетом пороговых значений вероятности превышения, принятых в соответствии с рекомендациями раздела 9, ряд модульных коэффициентов стока (или самого стока) за водохозяйственные годы разбивается на пять групп водности – очень многоводную (1), многоводную (2), среднюю по водности (3), маловодную (4) и очень маловодную (5). С этой целью рассчитываются и ранжируются в убывающем порядке модульные коэффициенты стока (или сами значения стока) конкретных ВГ, для них определяются значения эмпирической обеспеченности и по принятым пороговым значениям вероятности превышения производится отнесение каждого ВГ к одной их пяти указанных групп водности (табл. 20).

3. Для каждой из пяти групп водности создается рабочая таблица с данными об объемах стока воды за каждый из 1 2 месяцев всех ВГ, вхо дящих в эту группу. Рассчитываются для каждого месяца средние арифметические значения стока за все ВГ, входящие в рассматриваемую группу водности. По этим средним месячным значениям путем их суммир о вания за все 1 2 месяцев ВГ определяется их годовая сумма. Путем последовательного деления средних месячных значений на эту сумму определяются их доли от годового стока, которые обычно выражаются в процентах. Эти доли или процентные отношения принимаются в качестве расчетного среднего относительного распределения стока за ВГ для рассматриваемой группы характерных по водности лет, например – для очень маловодных лет. Результаты расчета среднего относительного внутригодового распределения стока для каждой из 5 характерных групп водности по рассматриваемой реке приведены в табл. 21. Для сравнения в этой таблице помещены также относительные значения месячного стока, рассчитанные для всех 47 ВГ расчетного многолетнего периода.

4. Зная значение стока воды за ВГ заданной вероятности превышения и процентное распределение месячного стока соответствующей группы водности, легко рассчитать (путем их перемножения и деления произведения на 100) распределение стока в абсолютных единицах его измерения (объемах стока, расходах воды или в мм слоя воды).

Таблица 19

Объемы стока воды (куб. км) р. Оленёк – местн. Сухана за конкретные месяцы отдельных водохозяйственных годов

ВГ	Месяцы водохозяйственного года												ВГ
	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	
1937-38	2,196	11,483	1,085	7,151	5,625	0,699	0,180	0,041	0,011	0,004	0,003	0,002	28,478
1938-39	4,285	11,042	3,000	1,369	3,525	0,814	0,166	0,025	0,010	0,010	0,010	0,009	24,264
1939-40	0,027	13,012	3,803	2,676	1,677	0,284	0,071	0,022	0,016	0,006	0,004	0,002	21,601
1940-41	1,034	18,170	3,402	3,589	1,436	0,195	0,061	0,015	0,005	0,002	0,001	0,001	27,908
1961-62	0,142	12,493	7,312	4,473	2,773	0,897	0,145	0,050	0,012	0,006	0,005	0,004	28,314
1962-63	0,024	15,396	4,875	0,597	1,013	0,220	0,046	0,012	0,010	0,006	0,005	0,004	22,210
1963-64	0,536	8,476	1,888	1,114	0,886	0,343	0,070	0,022	0,008	0,003	0,002	0,001	13,350
1965-66	2,812	11,716	3,803	2,614	2,955	0,544	0,035	0,014	0,005	0,004	0,003	0,004	24,509
1980-81	0,016	13,660	3,455	2,705	2,001	0,605	0,142	0,033	0,019	0,018	0,021	0,021	22,697
1982-93	2,946	9,150	2,070	0,276	1,394	0,541	0,086	0,043	0,019	0,012	0,005	0,002	16,545
1983-84	0,119	13,893	5,250	1,971	3,447	1,232	0,212	0,042	0,020	0,011	0,008	0,005	26,212
1984-85	1,626	10,549	2,349	1,928	3,525	0,426	0,149	0,070	0,022	0,010	0,008	0,011	20,674

Таблица 20

Разделение водохозяйственных годов на 5 характерных групп водности по значениям вероятностей превышения годового стока

р. Оленёк – местн. Сухана

Хронологические ряды				Ранжированные ряды			
Водохозяйственный год	**Модульный коэффициент**	**Эмпирическая Обеспеченность**	**Группа водности**	**Водохозяйственный год**	**Модульный коэффициент**	**Эмпирическая обеспеченность**	**Группа водности**
1937 –38	1,343	6,250	1	1973 – 74	1,416	2,083	1
1938 – 39	1,144	31,250	2	1974 – 75	1,383	4,167	1
1939 – 40	1,018	47,917	3	1937 –38	1,343	6,250	1
1940 – 41	1,316	10,417	1	1961 – 62	1,335	8,333	1
1941 – 42	1,044	45,833	3	1940 – 41	1,316	10,417	1
1942 – 43	1,078	37,500	3	1944 – 45	1,290	12,500	1
1943 – 44	0,954	62,500	3	1968 – 69	1,283	14,583	1
1944 – 45	1,290	12,500	1	1949 – 50	1,265	16,667	1
1945 – 46	0,916	68,750	4	1982 – 83	1,236	18,750	2
1947 – 48	0,575	97,750	5	1970 – 71	1,225	20,833	2
1952 – 53	0,957	60,417	3	1966 – 67	1,104	33,333	2
1953 – 54	0,665	85,417	5	1948 – 49	1,088	35,417	3

1967 – 68	1,149	29,167	2	1977 – 78	0,934	64,583	3
1968 – 69	1,283	14,587	1	1975 – 76	0,919	66,667	4
1975 – 76	0,919	66,667	4	1978 – 80	0,785	81,250	4
1976 – 77	0,867	70,833	4	1981 – 82	0,780	83,333	5
1983 - 84	0,975	58,333	3	1956 - 57	0,437	97,917	5

Таблица 21

Средние относительные (в % от стока за ВГ) внутригодовые распределения месячного стока воды р. Оленёк – местн. Сухана за характерные по водности группы лет

Группа водности	Месяцы водохозяйственного года												Число ВГ в группе
	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	
1 - Очень многоводная	3,876	48,047	22,217	12,716	10,472	1,995	0,447	0,132	0,048	0,019	0,014	0,015	8
2 - Много - водная	10,404	49,819	17,065	7,970	11,324	2,719	0,456	0,119	0,047	0,027	0,024	0,025	8
3 - Средняя по водности	6,761	51,250	17,096	10,069	11,333	2,695	0,506	0,146	0,056	0,032	0,029	0,027	15
4 - Мало – водная	12,719	49,959	13,229	12,640	9,122	1,645	0,453	0,127	0,050	0,026	0,019	0,012	8
5 - Очень маловодная	6,516	62,750	11,617	5,365	9,574	3,253	0,548	0,196	0,084	0,041	0,030	0,027	8
Средняя за все годы	7,679	51,250	17,113	10,134	10,631	2,446	0,479	0,140	0,055	0,028	0,023	0,022	47

Приложение Б

Таблица 1

Ординаты кривых трехпараметрического гамма-распределения С.Н. Крицкого и М.Ф. Менкеля

P,%	Cv			
	0.1	0.2	0.3	0.4
Cs=-Cv				
0.001	1.38	1.71	1.90	1.76
0.01	1.35	1.64	1.82	1.73
0.03	1.32	1.60	1.78	1.72
0.05	1.31	1.58	1.76	1.71
0.1	1.29	1.55	1.73	1.70
0.3	1.26	1.50	1.67	1.67
0.5	1.25	1.47	1.64	1.66
1	1.22	1.43	1.59	1.64
3	1.18	1.36	1.51	1.59
5	1.16	1.32	1.46	1.56
10	1.13	1.25	1.37	1.49
20	1.08	1.17	1.26	1.39
25	1.07	1.14	1.22	1.33
30	1.05	1.11	1.18	1.28
40	1.03	1.06	1.10	1.17
50	1.00	1.01	1.02	1.05
60	0.976	0.956	0.941	0.924
70	0.949	0.899	0.850	0.782
75	0.933	0.868	0.798	0.703
80	0.916	0.832	0.740	0.617
90	0.871	0.736	0.587	0.412
95	0.833	0.657	0.466	0.275
97	0.808	0.606	0.394	0.204
99	0.760	0.510	0.274	0.108
99.5	0.734	0.459	0.218	0.072
99.7	0.715	0.425	0.184	0.053
99.9	0.679	0.359	0.128	0.028

P,%	Cv			
	0.1	0.2	0.3	0.4
Cs=-0,5Cv				
0.001	1,39	1,76	2,02	2,11
0.01	1,36	1,68	1,93	2,03
0.03	1,33	1,63	1,87	1,98
0.05	1,32	1,61	1,84	1,98
0.1	1,30	1,58	1,80	1,96
0.3	1,27	1,52	1,73	1,86
0.5	1,25	1,49	1,69	1,83
1	1,23	1,45	1,64	1,77
3	1,19	1,37	1,53	1,67
5	1,16	1,32	1,47	1,61
10	1,13	1,25	1,38	1,51
20	1,08	1,17	1,26	1,37
25	1,07	1,14	1,21	1,31
30	1,05	1,11	1,17	1,25
40	1,03	1,06	1,09	1,14
50	1,00	1,00	1,01	1,03
60	0,975	0,952	0,932	0,910
70	0,948	0,897	0,844	0,780
75	0,933	0,866	0,795	0,708
80	0,916	0,831	0,740	0,629
90	0,871	0,739	0,597	0,435
95	0,834	0,663	0,484	0,301
97	0,810	0,615	0,415	0,230
99	0,764	0,525	0,299	0,128
99.5	0,739	0,476	0,243	0,089
99.7	0,721	0,444	0,208	0,068
99.9	0,686	0,381	0,150	0,038

P,%	Cv				
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
Cs=0					
0.001	1,41	1,81	2,15	2,38	2,42
0.01	1,37	1,72	2,03	2,25	2,33
0.03	1,34	1,67	1,96	2,18	2,27
0.05	1,33	1,64	1,93	2,15	2,24
0.1	1,31	1,60	1,88	2,09	2,20
0.3	1,27	1,54	1,79	2,00	2,12
0.5	1,26	1,51	1,74	1,95	2,08
1	1,23	1,46	1,68	1,87	2,01
3	1,19	1,37	1,56	1,73	1,88
5	1,16	1,33	1,49	1,65	1,80
10	1,13	1,26	1,39	1,52	1,66
20	1,08	1,17	1,26	1,36	1,47
25	1,07	1,14	1,21	1,29	1,39
30	1,05	1,11	1,16	1,23	1,31
40	1,03	1,05	1,08	1,12	1,16
50	1,00	1,00	1,00	1,01	1,01
60	0,975	0,949	0,923	0,895	0,855
70	0,947	0,894	0,838	0,775	0,690
75	0,932	0,864	0,792	0,709	0,603
80	0,916	0,830	0,740	0,637	0,511
90	0,872	0,742	0,606	0,459	0,305
95	0,835	0,670	0,501	0,331	0,182
97	0,812	0,624	0,436	0,261	0,125
99	0,768	0,540	0,326	0,156	0,055
99.5	0,743	0,494	0,271	0,112	0,033
99.7	0,726	0,464	0,237	0,088	0,023
99.9	0,693	0,405	0,178	0,053	0,010

P%	Cv						
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
	Cs=0.5Cv						
0.001	1.42	1.87	2.29	2.66	2.94	3.08	3.00
0.01	1.38	1.76	2.13	2.47	2.74	2.91	2.89
0.03	1.35	1.71	2.05	2.37	2.64	2.81	2.83
0.05	1.34	1.68	2.01	2.32	2.58	2.76	2.79
0.1	1.31	1.63	1.95	2.25	2.50	2.69	2.74
0.3	1.28	1.56	1.85	2.12	2.36	2.55	2.64
0.5	1.26	1.53	1.79	2.05	2.28	2.48	2.59
1.0	1.24	1.48	1.72	1.95	2.17	2.37	2.50
3	1.19	1.38	1.58	1.78	1.97	2.16	2.33
5	1.17	1.33	1.51	1.68	1.86	2.03	2.22
10	1.13	1.26	1.39	1.53	1.67	1.83	2.01
20	1.08	1.17	1.25	1.35	1.44	1.56	1.70
25	1.07	1.13	1.20	1.27	1.35	1.45	1.56
30	1.05	1.10	1.16	1.21	1.27	1.34	1.42
40	1.02	1.05	1.07	1.10	1.12	1.15	1.16
50	0.999	0.997	0.993	0.988	0.980	0.962	0.920
60	0.974	0.946	0.915	0.881	0.839	0.780	0.690
70	0.947	0.882	0.834	0.769	0.693	0.596	0.476
75	0.932	0.862	0.789	0.709	0.615	0.503	0.376
80	0.915	0.829	0.740	0.643	0.533	0.409	0.282
90	0.872	0.744	0.615	0.480	0.343	0.215	0.115
95	0.837	0.676	0.517	0.362	0.221	0.113	0.047
97	0.814	0.633	0.458	0.295	0.160	0.070	0.024
99	0.772	0.554	0.354	0.189	0.080	0.025	0.006
99.5	0.748	0.511	0.302	0.144	0.051	0.013	0.002
99.7	0.732	0.482	0.269	0.117	0.037	0.008	0.001
99.9	0.700	0.428	0.210	0.076	0.019	0.003	0

P%	Cv										
	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
	Cs=Cv										
0.001	1	1.46	1.94	2.46	2.97	3.47	3.94	4.36	4.73	5.06	5.35
0.01	1	1.38	1.81	2.26	2.70	3.15	3.57	3.95	4.31	4.64	4.92
0.03	1	1.35	1.74	2.15	2.56	2.97	3.37	3.74	4.09	4.41	4.69
0.05	1	1.34	1.71	2.10	2.49	2.89	3.27	3.64	3.98	4.29	4.58
0.1	1	1.32	1.67	2.03	2.40	2.77	3.13	3.48	3.82	4.13	4.42
0.3	1	1.28	1.59	1.91	2.23	2.56	2.89	3.21	3.53	3.84	4.14
0.5	1	1.27	1.55	1.84	2.15	2.46	2.77	3.08	3.38	3.69	3.99
1.0	1	1.24	1.49	1.76	2.03	2.30	2.59	2.88	3.16	3.46	3.75
3	1	1.19	1.39	1.60	1.82	2.04	2.27	2.50	2.75	3.01	3.29
5	1	1.17	1.34	1.52	1.70	1.90	2.10	2.30	2.53	2.76	3.02
10	1	1.13	1.26	1.40	1.54	1.68	1.83	1.99	2.16	2.35	2.55
20	1	1.08	1.17	1.25	1.34	1.42	1.51	1.60	1.70	1.80	1.90
25	1	1.07	1.13	1.20	1.26	1.33	1.39	1.46	1.52	1.59	1.64
30	1	1.05	1.10	1.15	1.20	1.24	1.29	1.33	1.37	1.39	1.40
40	1	1.02	1.04	1.06	1.08	1.09	1.10	1.10	1.080	1.050	0.995
50	1	0.998	0.993	0.985	0.972	0.954	0.928	0.891	0.836	0.760	0.665
60	1	0.973	0.943	0.909	0.870	0.824	0.768	0.698	0.613	0.512	0.406
70	1	0.946	0.890	0.830	0.764	0.692	0.609	0.515	0.413	0.309	0.215
75	1	0.932	0.861	0.787	0.708	0.622	0.528	0.426	0.321	0.224	0.144
80	1	0.915	0.829	0.740	0.648	0.549	0.445	0.338	0.237	0.151	0.088
90	1	0.873	0.748	0.623	0.500	0.378	0.264	0.165	0.092	0.045	0.019
95	1	0.838	0.683	0.533	0.392	0.263	0.157	0.081	0.036	0.013	0.004
97	1	0.816	0.642	0.478	0.329	0.202	0.107	0.048	0.018	0.005	0.001
99	1	0.775	0.568	0.383	0.229	0.115	0.047	0.015	0.004	0.001	0.1
99.5	1	0.752	0.528	0.335	0.182	0.081	0.028	0.008	0.002	0.2	0.3
99.7	1	0.737	0.502	0.303	0.154	0.062	0.019	0.004	0.001	0.9	0.1
99.9	1	0.707	0.451	0.247	0.108	0.036	0.008	0.001	$2\ 10^{-3}$	0.1	0.2

P%	Cv									
	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
	Cs=Cv									
0.001	5.58	5.76	5.9	6.02	6.12	6.2	6.26	6.32	6.36	6.4
0.01	5.16	5.34	5.46	5.58	5.68	5.76	5.82	5.88	5.92	5.96
0.03	4.94	5.16	5.29	5.42	5.51	5.58	5.65	5.70	5.74	5.78
0.05	4.83	5.06	5.20	5.32	5.42	5.49	5.56	5.62	5.67	5.72
0.1	4.69	4.92	5.06	5.18	5.29	5.37	5.44	5.49	5.54	5.58
0.3	4.44	4.74	4.92	5.06	5.16	5.24	5.31	5.36	5.42	5.46
0.5	4.29	4.58	4.75	4.91	5.02	5.11	5.18	5.24	5.28	5.32
1.0	4.06	4.36	4.55	4.72	4.84	4.94	5.0	5.07	5.12	5.16
3	3.59	3.92	4.14	4.33	4.46	4.58	4.68	4.76	4.84	4.92
5	3.31	3.63	3.84	4.02	4.16	4.28	4.4	4.50	4.6	4.69
10	2.78	3.03	3.26	3.46	3.64	2.56	3.94	4.05	4.15	4.25
20	2.00	2.10	2.2	2.32	2.44	1.66	2.67	2.80	2.92	3.03
25	1.68	1.69	1.70	1.70	1.68	0.96	1.61	1.56	1.51	1.46
30	1.39	1.34	1.26	1.17	1.07	0.38	0.84	0.72	0.60	0.45
40	0.916	0.808	0.72	0.60	0.50	0.15	0.28	0.20	0.11	0.04
50	0.559	0.446	0.34	0.26	0.20	0.075	0.105	0.07	0.04	0.01
60	0.306	0.216	0.19	0.13	0.10	0.025	0.055	0.035	0.015	0
70	0.141	0.085	0.06	0.045	0.035	0.005	0.015	0.01	0	0
75	0.086	0.046	0.025	0.02	0.01	0	0	0	0	0
80	0.047	0.023	0.015	0.005	0	0	0	0	0	0
90	0.007	0.002	0	0	0	0	0	0	0	0
95	0.001	$3*10^{-4}$	0	0	0	0	0	0	0	0
97	0.0003	$6*10^{-5}$	0	0	0	0	0	0	0	0
99	$2*10^{-5}$	$5*10^{-6}$	0	0	0	0	0	0	0	0
99.5	$5*10^{-6}$	$6*10^{-7}$	0	0	0	0	0	0	0	0
99.7	$2*10^{-6}$	$2*10^{-7}$	0	0	0	0	0	0	0	0
99.9	$1*10^{-7}$	$7*10^{-9}$	0	0	0	0	0	0	0	0

P %	C_V														
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
	Cs=1.5Cv														
0.01	1.47	2.01	2.63	3.30	4.03	4.81	5.64	6.50	7.41	8.39	9.41	10.4	11.5	12.7	13.9
0.01	1.40	1.86	2.38	2.94	3.55	4.19	4.88	5.61	6.38	7.19	8.03	8.92	9.83	10.8	11.8
0.03	1.37	1.79	2.26	2.76	3.30	3.88	4.50	5.14	5.82	6.56	7.33	8.13	8.96	9.80	10.7
0.05	1.32	1.75	2.20	2.68	3.18	3.73	4.31	4.93	5.58	6.26	6.95	7.67	8.43	9.22	10.1
0.1	1.33	1.70	2.11	2.54	3.02	3.52	4.06	4.62	5.22	5.84	6.50	7.18	7.88	8.61	9.38
0.3	1.29	1.61	1.97	2.34	2.74	3.17	3.62	4.10	4.61	5.14	5.72	6.32	6.95	7.60	8.25
0.5	1.27	1.57	1.90	2.24	2.61	3.00	3.41	3.85	4.31	4.80	5.32	5.87	6.44	7.04	7.66
1.0	1.24	1.51	1.79	2.09	2.42	2.76	3.11	3.49	3.89	4.30	4.74	5.21	5.70	6.24	6.78
3	1.19	1.40	1.62	1.85	2.09	2.34	2.60	2.88	3.16	3.46	3.78	4.12	4.48	4.86	5.27
5	1.17	1.35	1.53	1.72	1.92	2.13	2.34	2.57	2.80	3.03	3.28	3.55	3.83	4.12	4.44
10	1.13	1.26	1.40	1.54	1.68	1.82	1.97	2.11	2.26	2.41	2.56	2.71	2.86	3.00	3.13
20	1.08	1.16	1.25	1.32	1.40	1.47	1.54	1.61	1.67	1.72	1.76	1.80	1.82	1.83	1.83
25	1.07	1.13	1.19	1.25	1.30	1.35	1.39	1.43	1.46	1.48	1.49	1.49	1.48	1.46	1.43
30	1.05	1.10	1.14	1.18	1.21	1.24	1.27	1.28	1.28	1.28	1.26	1.24	1.20	1.16	1.10
40	1.02	1.04	1.06	1.06	1.06	1.06	1.05	1.03	0.994	0.952	0.901	0.840	0.766	0.692	0.622
50	0.998	0.990	0.977	0.958	0.934	0.902	0.862	0.814	0.756	0.690	0.618	0.541	0.463	0.388	0.320
60	0.972	0.940	0.903	0.860	0.812	0.757	0.695	0.627	0.553	0.475	0.398	0.324	0.253	0.193	0.142
70	0.946	0.888	0.826	0.760	0.690	0.616	0.538	0.457	0.376	0.298	0.228	0.168	0.118	0.079	0.051
75	0.931	0.860	0.785	0.708	0.630	0.545	0.460	0.377	0.297	0.223	0.161	0.111	0.072	0.045	0.027
80	0.915	0.829	0.741	0.652	0.562	0.472	0.384	0.299	0.223	0.156	0.150	0.067	0.039	0.22	0.012
90	0.874	0.751	0.632	0.518	0.409	0.310	0.222	0.148	0.092	0.053	0.028	0.014	0.006	0.003	0.001
95	0.840	0.689	0.548	0.419	0.305	0.207	0.130	0.074	0.038	0.018	0.008	0.003	0.001	$0.3\ 10^{-4}$	$0.2\ 10^{-3}$
97	0.819	0.651	0.498	0.363	0.247	0.155	0.088	0.045	0.020	0.008	0.003	0.001	$0.3\ 10^{-3}$	$0.8\ 10^{-3}$	$0.3\ 10^{-4}$
99	0.780	0.581	0.410	0.268	0.160	0.084	0.038	0.015	0.005	0.001	$0.4\ 10^{-3}$	$0.1\ 10^{-3}$	$0.4\ 10^{-4}$	$0.8\ 10^{-5}$	$0.2\ 10^{-5}$
99,5	0.758	0.545	0.366	0.223	0.122	0.057	0.023	0.008	0.002	$0.5\ 10^{-3}$	$0.1\ 10^{-3}$	$0.1\ 10^{-4}$	$0.9\ 10^{-5}$	$0.6\ 10^{-6}$	$0.2\ 10^{-6}$
99,7	0.744	0.520	0.337	0.205	0.108	0.043	0.016	0.005	0.001	$0.2\ 10^{-3}$	$0.5\ 10^{-4}$	$0.4\ 10^{-4}$	$0.1\ 10^{-5}$	$0.4\ 10^{-6}$	$0.8\ 10^{-7}$
99,9	0.714	0.474	0.284	0.152	0.066	0.024	0.007	0.001	$0.3\ 10^{-3}$	$0.4\ 10^{-4}$	$0.6\ 10^{-5}$	$0.1\ 10^{-5}$	$0.2\ 10^{-6}$	$0.3\ 10^{-7}$	$0.2\ 10^{-8}$

P%	Cv										
	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
	Cs=2Cv										
0.001	1	1.49	2.09	2.82	3.68	4.67	5.78	7.03	8.40	9.89	11.5
0.01	1	1.42	1.92	2.52	3.20	3.98	4.85	5.81	6.85	7.98	9.21
0.03	1	1.38	1.83	2.36	2.96	3.64	4.39	5.22	6.11	7.08	8.11
0.05	1	1.36	1.79	2.29	2.85	3.48	4.18	4.95	5.77	6.66	7.60
0.10	1	1.34	1.73	2.19	2.70	3.27	3.87	4.56	5.30	6.08	6.91
0.30	1	1.30	1.64	2.02	2.45	2.91	3.42	3.96	4.55	5.16	5.81
0.5	1	1.28	1.59	1.94	2.32	2.74	3.20	3.68	4.19	4.74	5.30
1.0	1	1.25	1.52	1.82	2.16	2.51	2.89	3.29	3.71	4.15	4.60
3.0	1	1.20	1.41	1.64	1.87	2.13	2.39	2.66	2.94	3.21	3.51
5.0	1	1.17	1.35	1.54	1.74	1.94	2.15	2.36	2.57	2.78	3.00
10	1	1.13	1.26	1.40	1.54	1.67	1.80	1.94	2.06	2.19	2.30
20	1	1.08	1.16	1.24	1.31	1.38	1.44	1.50	1.54	1.58	1.61
25	1	1.06	1.13	1.18	1.23	1.28	1.31	1.34	1.37	1.38	1.39
30	1	1.05	1.09	1.13	1.16	1.19	1.21	1.22	1.22	1.22	1.20
40	1	1.02	1.04	1.05	1.05	1.04	1.03	1.01	0.984	0.955	0.916
50	1	0.997	0.986	0.970	0.948	0.918	0.886	0.846	0.800	0.748	0.693
60	1	0.972	0.938	0.898	0.852	0.803	0.748	0.692	0.632	0.568	0.511
70	1	0.945	0.886	0.823	0.760	0.691	0.622	0.552	0.488	0.424	0.357
75	1	0.931	0.858	0.784	0.708	0.634	0.556	0.489	0.416	0.352	0.288
80	1	0.915	0.830	0.745	0.656	0.574	0.496	0.419	0.352	0.280	0.223
90	1	0.873	0.754	0.640	0.532	0.436	0.352	0.272	0.208	0.154	0.150
95	1	0.842	0.696	0.565	0.448	0.342	0.256	0.181	0.120	0.082	0.051
97	1	0.821	0.660	0.517	0.392	0.288	0.202	0.139	0.088	0.046	0.030
99	1	0.782	0.594	0.436	0.304	0.206	0.130	0.076	0.040	0.019	0.010
99.5	1	0.761	0.560	0.394	0.269	0.166	0.099	0.054	0.027	0.012	0.005
99.7	1	0.748	0.537	0.374	0.240	0.144	0.082	0.042	0.019	0.008	0.003
99.9	1	0.719	0.492	0.319	0.192	0.107	0.052	0.027	0.008	0.004	0.001

P%	Cv									
	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
	Cs=2Cv									
0.001	13.2	15.1	17.2	19.3	21.6	23.9	26.2	28.6	31.3	34.4
0.01	10.5	11.8	13.2	14.7	16.4	18.2	20.2	22.2	24.4	26.6
0.03	9.20	10.3	11.6	12.9	14.3	15.6	17.0	18.5	20.0	21.4
0.05	8.61	9.65	10.8	11.9	13.1	14.2	15.5	16.7	18.0	19.4
0.10	7.75	8.65	9.60	10.6	11.6	12.5	13.5	14.6	15.8	17.0
0.30	6.47	7.10	7.98	8.70	9.50	10.5	11.0	11.9	12.7	13.6
0.5	5.90	6.50	7.13	7.80	8.42	9.0	9.5	10.1	10.8	11.4
1.0	5.05	5.53	6.02	6.55	7.08	7.5	8.0	8.6	9.2	9.8
3.0	3.80	4.12	4.42	4.71	4.98	5.2	5.5	5.8	6.2	6.5
5.0	3.22	3.40	3.60	3.80	3.96	4.0	4.3	4.5	4.7	5.0
10	2.40	2.50	2.57	2.64	2.70	2.7	2.6	2.6	2.6	2.6
20	1.62	1.63	1.62	1.61	1.59	1.6	1.6	1.56	1.5	2.5
25	1.39	1.35	1.33	1.31	1.28	1.26	1.24	1.22	1.2	1.18
30	1.18	1.14	1.11	1.08	1.04	1.015	0.98	0.95	0.92	0.89
40	0.870	0.830	0.770	0.725	0.670	0.625	0.58	0.53	0.48	0.44
50	0.640	0.580	0.520	0.460	0.405	0.355	0.310	0.265	0.23	0.20
60	0.450	0.390	0.334	0.283	0.234	0.190	0.160	0.130	0.105	0.085
70	0.300	0.250	0.203	0.155	0.120	0.090	0.070	0.060	0.05	0.045
75	0.241	0.193	0.146	0.106	0.077	0.060	0.050	0.040	0.03	0.025
80	0.175	0.130	0.094	0.065	0.046	0.035	0.027	0.020	0.015	0.01
90	0.074	0.049	0.030	0.016	0.009	0.005	0.004	0.003	0.002	0.001
95	0.030	0.016	0.009	0.004	0.002	0.001	0.0002	$8\ 10^{-5}$	$5\ 10^{-5}$	$2\ 10^{-5}$
97	0.016	0.008	0.004	0.002	0.001	$2\ 10^{-4}$	$8\ 10^{-5}$	$5\ 10^{-5}$	$2\ 10^{-5}$	$5\ 10^{-6}$
99	0.005	0.002	0.001	$2\ 10^{-4}$	$8\ 10^{-5}$	$5\ 10^{-5}$	$2\ 10^{-5}$	$1\ 10^{-5}$	$5\ 10^{-6}$	$1\ 10^{-6}$
99.5	0.002	0.001	$2\ 10^{-4}$	$5\ 10^{-5}$	$2\ 10^{-5}$	$5\ 10^{-6}$	$1\ 10^{-6}$	0	0	0
99.7	0.001	$3\ 10^{-4}$	$8\ 10^{-5}$	$2\ 10^{-5}$	$1\ 10^{-5}$	$1\ 10^{-6}$	0	0	0	0
99.9	$2\ 10^{-4}$	$4\ 10^{-5}$	$1\ 10^{-5}$	$5\ 10^{-6}$	$1\ 10^{-6}$	0	0	0	0	0

P%	Cv									
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
Cs = 2.5Cv										
0.001	1.52	2.18	3.05	4.13	5.41	6.90	8.61	10.5	12.6	14.8
0.01	1.44	1.98	2.67	3.49	4.45	5.54	6.76	8.10	9.55	11.1
0.03	1.40	1.88	2.48	3.18	4.00	4.91	5.93	7.02	8.20	9.46
0.05	1.38	1.83	2.39	3.04	3.79	4.62	5.54	6.53	7.59	8.72
0.1	1.35	1.77	2.27	2.85	3.51	4.24	5.04	5.90	6.80	7.76
0.3	1.30	1.66	2.08	2.55	3.07	3.64	4.26	4.91	5.58	6.28
0.5	1.28	1.61	1.99	2.41	2.87	3.36	3.90	4.46	5.03	5.63
1	1.25	1.54	1.86	2.21	2.59	3.00	3.42	3.87	4.32	4.78
3	1.20	1.42	1.65	1.90	2.15	2.42	2.69	2.96	3.23	3.50
5	1.17	1.35	1.55	1.74	1.95	2.15	2.35	2.55	2.75	2.94
10	1.13	1.26	1.40	1.53	1.66	1.78	1.90	2.01	2.12	2.22
20	1.08	1.16	1.23	1.30	1.36	1.14	1.45	1.49	1.52	1.54
25	1.07	1.12	1.18	1.22	1.26	1.28	1.31	1.32	1.33	1.33
30	1.05	1.09	1.13	1.15	1.17	1.18	1.18	1.18	1.17	1.16
40	1.02	1.04	1.04	1.04	1.03	1.01	0.989	0.962	0.930	0.895
50	0.997	0.984	0.964	0.938	0.906	0.870	0.830	0.787	0.742	0.695
60	0.972	0.935	0.893	0.847	0.797	0.745	0.692	0.639	0.586	0.533
70	0.945	0.885	0.822	0.758	0.693	0.629	0.567	0.506	0.449	0.395
75	0.931	0.858	0.785	0.712	0.640	0.571	0.505	0.443	0.385	0.332
80	0.915	0.830	0.745	0.663	0.585	0.512	0.444	0.381	0.324	0.272
90	0.875	0.757	0.648	0.549	0.459	0.381	0.310	0.250	0.198	0.155
95	0.843	0.702	0.576	0.467	0.373	0.293	0.227	0.172	0.128	0.093
97	0.823	0.667	0.533	0.420	0.325	0.247	0.184	0.134	0.095	0.065
99	0.784	0.606	0.459	0.341	0.248	0.175	0.120	0.080	0.052	0.032
99,5	0.765	0.574	0.422	0.303	0.212	0.143	0.094	0.059	0.036	0.020
99,7	0.752	0.558	0.398	0.278	0.189	0.123	0.078	0.047	0.028	0.015
99,9	0.727	0.513	0.353	0.235	0.151	0.093	0.055	0.030	0.016	0.008

P%	Cv									
	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
	Cs = 2.5Cv									
0.001	17.2	19.9	22.6	25.6	28.7	32.1	35.8	39.7	43.9	48.4
0.01	12.8	14.6	16.4	18.4	20.4	22.5	24.7	27.0	29.3	31.9
0.03	10.8	12.2	13.7	15.2	16.8	18.5	20.2	22.1	24.0	26.0
0.05	9.92	11.2	12.5	13.8	15.2	16.7	18.2	19.8	21.5	23.2
0.1	8.76	9.81	10.9	12.0	13.2	14.4	15.7	17.0	18.4	19.8
0.3	7.02	7.78	8.56	9.36	10.2	11.1	12.0	13.0	14.1	15.2
0.5	6.25	6.89	7.54	8.20	8.88	9.56	10.3	11.0	11.8	12.6
1	5.26	5.73	6.22	6.71	7.20	7.70	8.20	8.71	9.22	9.74
3	3.77	4.04	4.30	4.56	4.81	5.06	5.30	5.54	5.78	6.01
5	3.13	3.31	3.48	3.65	3.81	3.96	4.1	4.26	4.39	4.52
10	2.31	2.39	2.46	2.53	2.59	2.64	2.69	2.73	2.76	2.79
20	1.55	1.56	1.56	1.55	1.54	1.52	1.50	1.47	1.44	1.41
25	1.32	1.31	1.29	1.27	1.24	1.21	1.17	1.14	1.10	1.05
30	1.14	1.11	1.08	1.05	1.01	0.972	0.931	0.888	0.843	0.797
40	0.857	0.816	0.773	0.729	0.684	0.638	0.592	0.545	0.497	0.447
50	0.648	0.600	0.552	0.505	0.459	0.415	0.373	0.332	0.295	0.259
60	0.482	0.432	0.385	0.340	0.298	0.259	0.224	0.191	0.162	0.136
70	0.344	0.297	0.254	0.215	0.180	0.149	0.122	0.099	0.079	0.062
75	0.283	0.238	0.199	0.164	0.133	0.107	0.085	0.066	0.051	0.039
80	0.226	0.185	0.149	0.119	0.094	0.072	0.055	0.041	0.030	0.022
90	0.118	0.089	0.066	0.047	0.033	0.023	0.015	0.010	0.006	0.004
95	0.066	0.046	0.030	0.020	0.012	0.008	0.004	0.002	0.001	0.001
97	0.044	0.028	0.018	0.011	0.006	0.003	0.002	0.001	$4\ 10^{-4}$	$2\ 10^{-4}$
99	0.019	0.011	0.006	0.003	0.001	0.001	$3\ 10^{-4}$	$1\ 10^{-4}$	$4\ 10^{-5}$	$2\ 10^{-5}$
99,5	0.011	0.006	0.003	0.001	$0.5\ 10^{-3}$	$0.2\ 10^{-3}$	$0.8\ 10^{-4}$	$0.3\ 10^{-4}$	$0.1\ 10^{-4}$	$0.3\ 10^{-5}$
99,7	0..008	0.004	0.002	$0.7\ 10^{-3}$	$0.3\ 10^{-3}$	$0.1\ 10^{-3}$	$0.4\ 10^{-5}$	$0.1\ 10^{-4}$	$0.3\ 10^{-5}$	$0.1\ 10^{-5}$
99,9	0.004	0.001	0.001	$0.2\ 10^{-3}$	$0.6\ 10^{-4}$	$0.2\ 10^{-4}$	$0.6\ 10^{-5}$	$0.1\ 10^{-5}$	$0.4\ 10^{-6}$	$0.9\ 10^{-7}$

P%	Cv										
	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
	Cs=3Cv										
0.001	1	1.54	2.29	3.32	4.63	6.24	8.14	10.3	12.7	15.4	18.2
0.01	1	1.46	2.05	2.83	3.80	4.94	6.26	7.70	9.30	11.0	12.8
0.03	1	1.41	1.93	2.59	3.42	4.35	5.39	6.58	7.85	9.19	10.6
0.05	1	1.39	1.88	2.49	3.24	4.09	5.04	6.08	7.21	8.40	9.65
0.10	1	1.36	1.81	2.35	3.01	3.74	4.56	5.44	6.38	7.37	8.41
0.30	1	1.31	1.69	2.12	2.65	3.21	3.82	4.48	5.17	5.88	6.61
0.5	1	1.28	1.63	2.03	2.48	2.97	3.50	4.06	4.64	5.24	5.84
1.0	1	1.25	1.55	1.90	2.26	2.66	3.07	3.50	3.96	4.41	4.87
3.0	1	1.20	1.42	1.66	1.91	2.17	2.43	2.69	2.95	3.21	3.47
5.0	1	1.17	1.36	1.55	1.75	1.95	2.14	2.34	2.52	2.70	2.88
10	1	1.13	1.26	1.40	1.52	1.65	1.76	1.87	1.97	2.06	2.15
20	1	1.08	1.16	1.23	1.29	1.34	1.38	1.42	1.45	1.47	1.49
25	1	1.07	1.12	1.17	1.21	1.24	1.26	1.28	1.28	1.29	1.29
30	1	1.05	1.09	1.12	1.14	1.15	1.16	1.16	1.15	1.14	1.13
40	1	1.02	1.03	1.03	1.03	1.01	0.995	0.972	0.946	0.915	0.883
50	1	0.997	0.981	0.959	0.930	0.898	0.862	0.823	0.783	0.741	0.699
60	1	0.972	0.993	0.890	0.843	0.794	0.745	0.695	0.646	0.597	0.549
70	1	0.945	0.884	0.822	0.758	0.696	0.636	0.578	0.523	0.471	0.422
75	1	0.931	0.858	0.786	0.715	0.647	0.583	0.522	0.465	0.412	0.363
80	1	0.915	0.830	0.748	0.669	0.596	0.528	0.465	0.407	0.354	0.306
90	1	0.876	0.761	0.656	0.563	0.479	0.406	0.341	0.284	0.235	0.193
95	1	0.844	0.708	0.588	0.487	0.400	0.326	0.263	0.210	0.166	0.129
97	1	0.825	0.675	0.548	0.443	0.355	0.282	0.221	0.171	0.131	0.099
99	1	0.486	0.618	0.484	0.369	0.283	0.213	0.158	0.116	0.083	0.058
99.5	1	0.769	0.588	0.446	0.334	0.249	0.182	0.131	0.092	0.064	0.043
99.7	1	0.756	0.568	0.422	0.312	0.228	0.163	0.114	0.079	0.053	0.034
99.9	1	0.732	0.531	0.381	0.273	0.192	0.131	0.088	0.057	0.036	0.022

P%	Cv									
	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
	Cs=3Cv									
0.001	21.3	24.5	27.9	31.5	35.3	39.3	43.4	47.8	52.5	57.4
0.01	14.8	16.8	19.0	21.2	23.5	25.9	28.4	31.0	33.7	36.5
0.03	12.1	13.7	15.3	17.0	18.8	20.6	22.4	24.3	26.3	28.4
0.05	11.0	12.4	13.8	15.2	16.8	18.3	19.9	21.5	23.3	25.1
0.10	9.49	10.6	11.8	13.0	14.2	15.4	16.7	18.0	19.4	20.8
0.30	7.37	8.15	8.94	9.75	10.6	11.4	12.3	13.1	14.0	14.8
0.5	6.47	7.10	7.75	8.41	9.07	9.74	10.4	11.1	11.8	12.4
1.0	5.33	5.79	6.26	6.74	7.21	7.68	8.14	8.61	9.07	9.53
3.0	3.73	3.98	4.20	4.44	4.67	4.89	5.10	5.31	5.51	5.70
5.0	3.05	3.22	3.37	3.52	3.66	3.80	3.92	4.04	4.15	4.26
10	2.23	2.30	2.36	2.42	2.47	2.51	2.55	2.58	2.60	2.62
20	1.50	1.50	1.50	1.49	1.48	1.46	1.45	1.42	1.40	1.37
25	1.28	1.27	1.25	1.23	1.20	1.18	1.15	1.12	1.08	1.05
30	1.11	1.08	1.06	1.03	0.997	0.964	0.929	0.892	0.855	0.818
40	0.848	0.812	0.775	0.736	0.697	0.659	0.620	0.581	0.544	0.507
50	0.656	0.614	0.572	0.531	0.491	0.452	0.415	0.379	0.345	0.313
60	0.503	0.459	0.417	0.377	0.339	0.304	0.271	0.240	0.212	0.186
70	0.375	0.333	0.293	0.257	0.224	0.194	0.166	0.142	0.121	0.102
75	0.318	0.277	0.239	0.206	0.176	0.149	0.125	0.105	0.087	0.071
80	0.263	0.224	0.190	0.160	0.133	0.110	0.090	0.073	0.059	0.047
90	0.156	0.126	0.100	0.078	0.061	0.047	0.035	0.026	0.019	0.014
95	0.100	0.076	0.057	0.042	0.030	0.022	0.015	0.010	0.007	0.004
97	0.073	0.054	0.038	0.027	0.018	0.012	0.008	0.005	0.003	0.002
99	0.040	0.027	0.017	0.011	0.007	0.004	0.002	0.001	0.001	$4\ 10^{-4}$
99.5	0.028	0.018	0.011	0.006	0.004	0.002	0.001	$6\ 10^{-4}$	$3\ 10^{-4}$	$1\ 10^{-4}$
99.7	0.022	0.014	0.008	0.004	0.002	0.001	$6\ 10^{-4}$	$3\ 10^{-4}$	$1\ 10^{-4}$	$6\ 10^{-5}$
99.9	0.013	0.007	0.004	0.002	0.001	$4\ 10^{-4}$	$2\ 10^{-4}$	$8\ 10^{-5}$	$3\ 10^{-5}$	$1\ 10^{-5}$

P%	Cv									
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
Cs =3.5Cv										
0.001	1.56	2.39	3.59	5.23	7.26	9.65	12.3	15.2	18.2	21.6
0.01	1.48	2.12	2.99	4.12	5.46	6.94	8.60	10.4	12.3	14.4
0.03	1.43	1.98	2.71	3.63	4.64	5.85	7.17	8.56	10.0	11.6
0.05	1.40	1.93	2.58	3.41	4.33	5.38	6.54	7.77	9.04	10.4
0.1	1.37	1.84	2.43	3.14	3.93	4.79	5.75	6.77	7.82	8.90
0.3	1.31	1.71	2.16	2.75	3.36	4.00	4.67	5.36	6.08	6.83
0.5	1.29	1.65	2.07	2.55	3.06	3.62	4.18	4.76	5.35	5.97
1	1.25	1.57	1.93	2.31	2.71	3.13	3.56	4.00	4.45	4.90
3	1.20	1.43	1.68	1.93	2.18	2.43	2.68	2.94	3.19	3.43
5	1.17	1.36	1.56	1.75	1.94	2.13	2.31	2.49	2.66	2.83
10	1.13	1.26	1.39	1.52	1.63	1.74	1.84	1.93	2.02	2.10
20	1.08	1.16	1.22	1.28	1.32	1.36	1.39	1.42	1.44	1.45
25	1.07	1.12	1.16	1.20	1.22	1.24	1.25	1.26	1.26	1.26
30	1.05	1.08	1.11	1.13	1.14	1.14	1.14	1.13	1.12	1.11
40	1.02	1.03	1.03	1.02	1.00	0.984	0.960	0.935	0.907	0.877
50	0.997	0.978	0.954	0.925	0.892	0.856	0.819	0.781	0.742	0.703
60	0.972	0.931	0.887	0.841	0.793	0.745	0.698	0.652	0.606	0.562
70	0.945	0.883	0.821	0.760	0.700	0.643	0.588	0.537	0.488	0.442
75	0.931	0.858	0.787	0.719	0.654	0.593	0.536	0.482	0.432	0.386
80	0.915	0.831	0.751	0.676	0.606	0.541	0.482	0.427	0.377	0.332
90	0.877	0.764	0.664	0.576	0.496	0.427	0.366	0.311	0.263	0.221
95	0.840	0.713	0.600	0.504	0.422	0.351	0.290	0.239	0.195	0.158
97	0.827	0.683	0.563	0.463	0.380	0.309	0.249	0.201	0.160	0.126
99	0.788	0.629	0.499	0.396	0.312	0.244	0.186	0.145	0.110	0.082
99,5	0.773	0.601	0.467	0.362	0.280	0.214	0.160	0.121	0.089	0.064
99,7	0.759	0.582	0.446	0.341	0.260	0.196	0.146	0.106	0.077	0.054
99,9	0.737	0.548	0.408	0.303	0.224	0.165	0.118	0.083	0.057	0.039

P%	Cv									
	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
	Cs =3.5Cv									
0.001	25.1	28.9	32.8	36.9	41.2	45.7	50.3	55.1	60.1	65.4
0.01	16.5	18.8	21.1	23.5	26.0	28.6	31.3	34.0	36.8	39.9
0.03	13.2	14.8	16.6	18.4	20.2	22.1	24.1	26.1	28.1	30.2
0.05	11.8	13.2	14.7	16.3	17.8	19.4	21.1	22.8	24.5	26.2
0.1	10.0	11.2	12.4	13.6	14.9	16.1	17.4	18.8	20.1	21.4
0.3	7.59	8.37	9.17	9.97	10.8	11.6	12.4	13.3	14.1	15.0
0.5	6.59	7.22	7.86	8.50	9.14	9.79	10.4	11.1	11.8	12.4
1	5.36	5.80	6.26	6.71	7.16	7.61	8.05	8.49	8.92	9.36
3	3.67	3.90	4.12	4.34	4.55	4.75	4.95	5.14	5.32	5.50
5	2.98	3.14	3.28	3.42	3.55	3.67	3.78	3.89	3.99	4.08
10	2.17	2.23	2.29	2.34	2.38	2.42	2.46	2.48	2.51	2.52
20	1.46	1.46	1.46	1.45	1.44	1.43	1.41	1.39	1.37	1.35
25	1.25	1.24	1.22	1.21	1.18	1.16	1.14	1.11	0.108	1.05
30	1.09	1.07	1.04	1.02	0.989	0.960	0.929	0.897	0.864	0.831
40	0.845	0.812	0.777	0.743	0.708	0.673	0.638	0.604	0.570	0.537
50	0.664	0.625	0.587	0.549	0.513	0.477	0.443	0.410	0.379	0.350
60	0.520	0.479	0.440	0.403	0.368	0.335	0.303	0.274	0.247	0.222
70	0.398	0.358	0.321	0.286	0.254	0.225	0.199	0.175	0.153	0.134
75	0.343	0.304	0.268	0.236	0.206	0.180	0.156	0.135	0.116	0.099
80	0.290	0.253	0.219	0.189	0.163	0.139	0.118	0.100	0.084	0.070
90	0.185	0.154	0.127	0.104	0.085	0.069	0.055	0.044	0.035	0.027
95	0.127	0.101	0.080	0.062	0.048	0.037	0.028	0.021	0.016	0.011
97	0.098	0.076	0.058	0.044	0.033	0.024	0.018	0.013	0.009	0.006
99	0.061	0.044	0.032	0.022	0.016	0.011	0.007	0.005	0.003	0.002
99,5	0.046	0.032	0.022	0.015	0.010	0.006	0.004	0.003	0.002	0.001
99,7	0.038	0.026	0.017	0.011	0.007	0.004	0.003	0.002	0.001	$0.5\ 10^{-3}$
99,9	0.026	0.016	0.010	0.006	0.004	0.002	0.001	0.001	$0.3\ 10^{-3}$	$0.2\ 10^{-3}$

P%	Cv										
	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
	Cs=4Cv										
0.001	0	1.59	2.49	3.90	5.80	8.5	10.9	13.9	17.2	20.8	24.6
0.01	0	1.50	2.18	3.17	4.43	5.91	7.58	9.41	11.4	13.4	15.5
0.03	0	1.44	2.04	2.86	3.86	5.02	6.30	7.67	9.14	10.7	12.3
0.05	0	1.41	1.97	2.72	3.61	4.63	5.76	6.96	8.22	9.56	11.0
0.10	0	1.38	1.88	2.53	3.29	4.15	5.07	6.05	7.08	8.15	9.26
0.30	0	1.32	1.74	2.24	2.82	3.44	4.09	4.79	5.50	6.22	6.96
0.5	0	1.29	1.67	2.12	2.61	3.13	3.68	4.26	4.85	5.43	6.03
1.0	0	1.25	1.58	1.94	2.31	2.75	3.17	3.59	4.03	4.47	4.91
3.0	0	1.20	1.44	1.68	1.93	2.18	2.43	2.68	2.92	3.16	3.39
5.0	0	1.17	1.36	1.56	1.75	1.94	2.12	2.29	2.46	2.62	2.78
10	0	1.13	1.26	1.39	1.51	1.62	1.72	1.81	1.90	1.98	2.05
20	0	1.08	1.15	1.22	1.27	1.31	1.34	1.37	1.40	1.41	1.42
25	0	1.07	1.12	1.16	1.19	1.21	1.23	1.24	1.24	1.24	1.24
30	0	1.05	1.08	1.11	1.12	1.13	1.13	1.13	1.12	1.11	1.10
40	0	1.02	1.02	1.02	1.01	0.996	0.976	0.954	0.929	0.902	0.873
50	0	0.997	0.976	0.950	0.920	0.888	0.853	0.818	0.781	0.744	0.707
60	0	0.972	0.929	0.885	0.839	0.793	0.747	0.702	0.658	0.614	0.572
70	0	0.945	0.883	0.821	0.761	0.704	0.649	0.597	0.548	0.501	0.457
75	0	0.931	0.858	0.788	0.722	0.660	0.601	0.546	0.495	0.448	0.403
80	0	0.915	0.832	0.754	0.681	0.614	0.553	0.496	0.443	0.395	0.351
90	0	0.877	0.767	0.671	0.586	0.511	0.444	0.384	0.331	0.284	0.243
95	0	0.846	0.719	0.611	0.519	0.440	0.372	0.312	0.261	0.217	0.180
97	0	0.829	0.690	0.576	0.481	0.400	0.332	0.274	0.224	0.182	0.147
99	0	0.790	0.638	0.516	0.417	0.336	0.269	0.214	0.168	0.132	0.102
99.5	0	0.776	0.612	0.485	0.386	0.035	0.239	0.186	0.144	0.110	0.083
99.7	0	0.762	0.594	0.466	0.366	0.286	0.221	0.170	0.129	0.097	0.072
99.9	0	0.742	0.561	0.430	0.331	0.252	0.189	0.141	0.104	0.075	0.054

P%	Cv									
	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
	Cs=4Cv									
0.001	28.6	32.8	37.2	41.8	46.6	51.5	56.6	61.8	67.2	72.8
0.01	17.9	20.3	22.8	25.4	28.0	30.8	33.6	36.5	39.4	42.4
0.03	14.0	15.8	17.6	19.4	21.3	23.3	25.3	27.3	29.4	31.5
0.05	12.4	13.9	15.4	17.0	18.6	20.3	21.9	23.7	25.4	27.2
0.10	10.4	11.6	12.8	14.0	15.3	16.6	17.9	19.2	20.6	21.9
0.30	7.73	8.53	9.31	10.1	10.9	11.7	12.5	13.3	14.2	15.0
0.5	6.65	7.29	7.91	8.53	9.16	9.79	10.4	11.0	11.7	12.3
1.0	5.34	5.79	6.22	6.66	7.09	7.52	7.95	8.37	8.78	9.19
3.0	3.62	3.83	4.04	4.25	4.45	4.64	4.83	5.01	5.18	5.34
5.0	2.93	3.07	3.21	3.34	3.46	3.57	3.68	3.78	3.87	3.96
10	2.12	2.18	2.24	2.28	2.32	2.36	2.39	2.42	2.44	2.45
20	1.43	1.44	1.43	1.43	1.42	1.41	1.39	1.38	1.36	1.33
25	1.23	1.22	1.21	1.19	1.17	1.15	1.13	1.10	1.08	1.05
30	1.08	1.06	1.04	1.01	0.985	0.958	0.929	0.900	0.871	0.841
40	0.843	0.812	0.781	0.748	0.716	0.684	0.652	0.620	0.588	0.558
50	0.670	0.634	0.598	0.562	0.529	0.495	0.464	0.433	0.403	0.375
60	0.532	0.494	0.457	0.421	0.388	0.356	0.327	0.299	0.273	0.249
70	0.416	0.377	0.341	0.308	0.277	0.248	0.223	0.199	0.177	0.157
75	0.362	0.325	0.290	0.258	0.230	0.203	0.179	0.158	0.139	0.121
80	0.311	0.274	0.242	0.212	0.185	0.162	0.140	0.122	0.105	0.090
90	0.207	0.176	0.148	0.125	0.104	0.087	0.072	0.060	0.049	0.040
95	0.148	0.121	0.098	0.080	0.064	0.051	0.041	0.032	0.025	0.019
97	0.119	0.095	0.075	0.059	0.046	0.036	0.028	0.021	0.016	0.012
99	0.078	0.060	0.045	0.034	0.025	0.018	0.013	0.009	0.006	0.004
99.5	0.062	0.046	0.034	0.024	0.017	0.012	0.008	0.006	0.004	0.003
99.7	0.053	0.038	0.027	0.019	0.013	0.009	0.006	0.004	0.003	0.002
99.9	0.038	0.026	0.018	0.012	0.008	0.005	0.003	0.002	0.001	0.001

	Cv									
P%	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
Cs =4.5Cv										
0.01	1.48	2.26	3.53	4.74	6.36	8.15	10.1	12.2	14.4	16.7
0.03	1.44	2.09	2.98	4.07	5.30	6.65	8.09	9.62	11.2	12.9
0.05	1.41	2.02	2.82	3.78	4.86	6.03	7.27	8.58	9.95	11.4
0.1	1.38	1.92	2.61	3.41	4.30	5.25	6.26	7.31	8.40	9.53
0.3	1.33	1.76	2.29	2.88	3.52	4.18	4.87	5.58	6.31	7.06
0.5	1.30	1.69	2.15	2.66	3.19	3.74	4.31	4.89	5.48	6.08
1	1.27	1.59	1.97	2.36	2.77	3.19	3.61	4.04	4.47	4.90
3	1.21	1.44	1.69	1.93	2.18	2.42	2.66	2.90	3.12	3.35
5	1.18	1.37	1.56	1.75	1.93	2.10	2.27	2.44	2.59	2.74
10	1.13	1.26	1.39	1.50	1.60	1.70	1.79	1.88	1.95	2.02
20	1.08	1.15	1.21	1.26	1.30	1.33	1.36	1.38	1.40	1.41
25	1.06	1.11	1.15	1.18	1.20	1.21	1.22	1.23	1.23	1.23
30	1.05	1.08	1.10	1.11	1.12	1.12	1.12	1.11	1.10	1.09
40	1.02	1.02	1.02	1.01	0.989	0.970	0.949	0.925	0.899	0.871
50	0.993	0.974	0.947	0.917	0.885	0.851	0.817	0.782	0.746	0.711
60	0.968	0.928	0.883	0.838	0.793	0.749	0.705	0.663	0.621	0.581
70	0.943	0.882	0.822	0.763	0.708	0.655	0.605	0.557	0.512	0.469
75	0.930	0.858	0.790	0.726	0.666	0.609	0.556	0.506	0.460	0.417
80	0.915	0.833	0.757	0.687	0.622	0.562	0.507	0.456	0.409	0.366
90	0.878	0.771	0.677	0.596	0.523	0.458	0.399	0.347	0.301	0.260
95	0.848	0.724	0.620	0.532	0.455	0.388	0.330	0.279	0.235	0.197
97	0.831	0.696	0.587	0.495	0.417	0.350	0.292	0.242	0.200	0.165
99	0.798	0.648	0.530	0.435	0.355	0.289	0.233	0.187	0.149	0.118
99.5	0.781	0.622	0.502	0.405	0.326	0.260	0.206	0.162	0.127	0.098
99.7	0.769	0.606	0.483	0.386	0.307	0.242	0.190	0.147	0.113	0.086
99.9	0.746	0.575	0.449	0.352	0.274	0.211	0.161	0.122	0.091	0.067

	Cv									
P%	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
Cs =4.5Cv										
0.01	19.1	21.8	24.3	26.9	29.6	32.5	35.4	38.4	41.4	44.5
0.03	14.6	16.5	18.4	20.3	22.2	24.2	26.2	28.3	30.4	32.6
0.05	12.8	14.4	16.0	17.6	19.2	20.9	22.5	24.3	26.0	27.8
0.1	10.7	11.9	13.1	14.3	15.6	16.9	18.2	19.5	20.8	22.2
0.3	7.82	8.60	9.31	10.2	10.9	11.7	12.5	13.3	14.1	14.9
0.5	6.68	7.30	7.88	8.53	9.14	9.76	10.4	11.0	11.6	12.2
1	5.33	5.75	6.17	6.61	7.03	7.44	7.85	8.26	8.66	9.05
3	3.57	3.77	3.98	4.18	4.37	4.55	4.73	4.90	5.06	5.22
5	2.89	3.01	3.15	3.27	3.39	3.50	3.60	3.69	3.78	3.86
10	2.09	2.14	2.19	2.24	2.28	2.31	2.34	2.37	2.39	2.40
20	1.41	1.14	1.41	1.41	1.40	1.39	1.38	1.36	1.34	1.32
25	1.22	1.21	1.20	1.18	1.16	1.14	1.12	1.10	1.07	1.05
30	1.07	1.05	1.03	1.01	0.982	0.957	0.930	0.903	0.876	0.848
40	0.843	0.814	0.783	0.753	0.722	0.692	0.662	0.632	0.602	0.573
50	0.676	0.642	0.607	0.573	0.541	0.509	0.479	0.449	0.421	0.394
60	0.542	0.507	0.470	0.436	0.404	0.373	0.345	0.318	0.292	0.269
70	0.429	0.394	0.357	0.324	0.294	0.267	0.241	0.218	0.196	0.176
75	0.377	0.343	0.306	0.275	0.247	0.221	0.197	0.176	0.156	0.139
80	0.327	0.294	0.258	0.229	0.203	0.179	0.158	0.138	0.121	0.106
90	0.224	0.195	0.165	0.141	0.120	0.102	0.086	0.073	0.061	0.051
95	0.165	0.140	0.114	0.094	0.077	0.063	0.052	0.042	0.034	0.027
97	0.135	0.113	0.089	0.072	0.058	0.046	0.037	0.029	0.023	0.018
99	0.093	0.075	0.056	0.043	0.033	0.025	0.019	0.014	0.011	0.008
99.5	0.075	0.060	0.044	0.033	0.024	0.018	0.013	0.010	0.007	0.005
99.7	0.065	0.051	0.036	0.027	0.020	0.014	0.010	0.007	0.005	0.003
99.9	0.049	0.038	0.025	0.018	0.013	0.009	0.006	0.004	0.003	0.002

	Cv									
P%	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
	Cs =5Cv									
0,001	1.67	2.75	4.38	6.87	9.90	13.35	17.05	21.15	25.30	
0.01	1.54	2.34	3.43	4.91	6.65	8.70	10.70	12.71	15.05	17.5
0.03	1.47	2.15	3.07	4.23	5.50	6.95	8.43	9.96	11.60	13.4
0.05	1.43	2.06	2.87	3.90	5.05	6.24	7.51	8.82	10.25	11.7
0.1	1.40	1.95	2.66	3.51	4.44	5.40	6.43	7.54	8.64	9.73
0.3	1.34	1.78	2.31	2.92	3.52	4.22	4.91	5.69	6.41	7.12
0.5	1.31	1.70	2.16	2.69	3.21	3.77	4.34	4.93	5.52	6.10
1	1.27	1.61	1.98	2.38	2.79	3.21	3.65	4.06	4.50	4.89
3	1.20	1.44	1.67	1.93	2.17	2.42	2.62	2.88	3.10	3.32
5	1.17	1.36	1.55	1.74	1.90	2.08	2.22	2.41	2.54	2.71
10	1.13	1.26	1.37	1.49	1.60	1.70	1.79	1.86	1.94	2.00
20	1.08	1.15	1.21	1.25	1.30	1.32	1.34	1.36	1.36	1.39
25	1.06	1.11	1.15	1.17	1.20	1.20	1.20	1.22	1.22	1.12
30	1.05	1.08	1.09	1.10	1.10	1.11	1.10	1.10	1.09	1.08
40	1.02	1.02	1.01	1.00	0.98	0.97	0.94	0.92	0.90	0.870
50	0.99	0.97	0.94	0.92	0.88	0.85	0.82	0.78	0.75	0.714
60	0.97	0.93	0.88	0.84	0.79	0.75	0.71	0.67	0.63	0.588
70	0.94	0.88	0.82	0.77	0.71	0.66	0.61	0.56	0.52	0.479
75	0.93	0.86	0.79	0.73	0.67	0.62	0.56	0.51	0.47	0.428
80	0.91	0.83	0.75	0.69	0.63	0.57	0.52	0.47	0.42	0.378
90	0.88	0.77	0.68	0.61	0.53	0.47	0.41	0.36	0.32	0.274
95	0.84	0.73	0.63	0.55	0.47	0.40	0.34	0.29	0.25	0.211
97	0.82	0.70	0.60	0.51	0.43	0.36	0.31	0.26	0.22	0.178
99	0.78	0.66	0.55	0.45	0.37	0.31	0.25	0.20	0.16	0.131
99.5	0.76	0.63	0.52	0.42	0.34	0.28	0.23	0.18	0.14	0.110
99.7	0.75	0.62	0.51	0.41	0.32	0.26	0.21	0.16	0.12	0.098
99.9	0.73	0.59	0.47	0.37	0.29	0.23	0.18	0.14	0.10	0.078

	Cv									
P%	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
	Cs =5Cv									
0.01	20.0	22.6	25.4	28.3	31.2	34.1	37.1	40.1	43.2	46.3
0.03	15.1	17.0	18.8	20.9	22.8	24.8	26.9	29.0	31.1	33.3
0.05	13.2	14.7	16.3	18.0	19.6	21.3	23.0	24.7	26.5	28.3
0.1	10.9	12.1	13.3	14.6	15.8	17.1	18.4	19.7	21.0	22.4
0.3	7.87	8.63	9.40	10.2	11.0	11.7	12.5	13.3	14.1	14.9
0.5	6.70	7.30	7.90	8.50	9.12	9.71	10.3	10.9	11.6	12.1
1	5.31	5.73	6.14	6.54	6.97	7.37	7.77	8.16	8.54	8.92
3	3.53	3.73	3.93	4.10	4.30	4.48	4.65	4.61	4.97	5.12
5	2.85	2.98	3.10	3.21	3.33	3.44	3.53	3.62	3.71	3.79
10	2.06	2.11	2.16	2.20	2.24	2.28	2.31	2.33	2.35	2.36
20	1.40	1.40	1.40	1.39	1.39	1.38	1.37	1.35	1.33	1.32
25	1.21	1.20	1.19	1.17	1.16	1.14	1.12	1.10	1.07	1.05
30	1.06	1.04	1.03	1.00	0.981	0.957	0.932	0.906	0.880	0.854
40	0.843	0.815	0.786	0.758	0.728	0.699	0.670	0.641	0.613	0.586
50	0.680	0.647	0.614	0.584	0.551	0.520	0.491	0.463	0.435	0.409
60	0.550	0.514	0.480	0.450	0.416	0.387	0.359	0.323	0.308	0.284
70	0.440	0.403	0.369	0.341	0.303	0.281	0.256	0.232	0.211	0.191
75	0.389	0.353	0.319	0.292	0.261	0.235	0.212	0.190	0.171	0.153
80	0.339	0.304	0.272	0.246	0.217	0.193	0.171	0.152	0.135	0.119
90	0.238	0.206	0.178	0.157	0.133	0.114	0.098	0.084	0.071	0.061
95	0.178	0.150	0.126	0.109	0.088	0.073	0.061	0.050	0.042	0.034
97	0.148	0.122	0.101	0.085	0.068	0.055	0.045	0.036	0.029	0.023
99	0.105	0.083	0.066	0.054	0.041	0.032	0.025	0.019	0.015	0.011
99.5	0.087	0.067	0.052	0.042	0.031	0.023	0.018	0.013	0.010	0.007
99.7	0.076	0.058	0.044	0.035	0.025	0.019	0.014	0.010	0.008	0.006
99.9	0.059	0.044	0.032	0.025	0.017	0.012	0.009	0.006	0.004	0.003

	Cv									
P%	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
Cs =5.5Cv										
0.01	1.52	2.41	3.70	5.30	7.12	9.10	11.2	13.4	15.8	18.2
0.03	1.46	2.20	3.22	4.43	5.77	7.21	8.72	10.3	12.0	13.7
0.05	1.43	2.11	3.01	4.07	5.22	6.45	7.74	9.10	10.5	12.0
0.1	1.40	1.99	2.75	3.62	4.55	5.54	6.56	7.63	8.73	9.87
0.3	1.34	1.81	2.37	2.99	3.64	4.31	4.99	5.70	6.42	7.15
0.5	1.31	1.73	2.21	2.73	3.26	3.81	4.37	4.94	5.52	6.11
1	1.27	1.62	2.00	2.40	2.81	3.21	3.63	4.04	4.46	4.87
3	1.21	1.45	1.69	1.93	2.17	2.40	2.63	2.86	3.08	3.29
5	1.18	1.37	1.56	1.74	1.91	2.08	2.24	2.39	2.54	2.68
10	1.13	1.26	1.38	1.48	1.58	1.68	1.76	1.84	1.91	1.98
20	1.08	1.15	1.20	1.24	1.28	1.31	1.33	1.36	1.37	1.38
25	1.06	1.11	1.14	1.16	1.18	1.20	1.21	1.21	1.21	1.21
30	1.04	1.07	1.09	1.10	1.10	1.11	1.10	1.10	1.09	1.07
40	1.02	1.02	1.01	0.997	0.981	0.963	0.942	0.920	0.896	0.870
50	0.991	0.970	0.942	0.912	0.881	0.850	0.817	0.784	0.751	0.717
60	0.967	0.925	0.882	0.838	0.795	0.753	0.711	0.671	0.632	0.594
70	0.943	0.882	0.823	0.768	0.715	0.664	0.616	0.570	0.527	0.486
75	0.929	0.859	0.794	0.732	0.675	0.621	0.570	0.522	0.478	0.436
80	0.915	0.835	0.762	0.696	0.634	0.577	0.523	0.474	0.429	0.387
90	0.880	0.777	0.689	0.612	0.542	0.479	0.422	0.370	0.325	0.284
95	0.852	0.734	0.637	0.553	0.479	0.413	0.355	0.304	0.260	0.222
97	0.835	0.708	0.606	0.520	0.444	0.377	0.319	0.269	0.226	0.190
99	0.804	0.664	0.555	0.464	0.386	0.319	0.262	0.214	0.175	0.142
99.5	0.788	0.641	0.529	0.437	0.358	0.291	0.236	0.189	0.152	0.121
99.7	0.777	0.626	0.513	0.419	0.340	0.274	0.219	0.174	0.138	0.108
99.9	0.757	0.599	0.482	0.388	0.309	0.244	0.191	0.148	0.114	0.088

	Cv									
P%	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
	Cs =5.5Cv									
0.01	20.8	23.4	26.1	29.0	31.9	34.9	38.0	41.2	44.4	47.6
0.03	15.5	17.4	19.3	21.2	23.2	25.2	27.3	29.4	31.6	33.8
0.05	13.5	15.0	16.6	18.2	19.9	21.6	23.3	25.0	26.8	28.6
0.1	11.0	12.2	13.4	14.7	16.0	17.3	18.6	19.9	21.2	22.5
0.3	7.90	8.66	9.42	10.2	11.0	11.7	12.5	13.3	14.0	14.8
0.5	6.70	7.29	7.89	8.48	9.07	9.65	10.2	10.8	11.4	12.0
1	5.28	5.70	6.10	6.51	6.91	7.81	7.68	8.07	8.44	8.81
3	3.49	3.69	3.88	4.07	4.25	4.44	4.58	4.74	4.89	5.04
5	2.82	2.95	3.07	3.18	3.29	3.40	3.48	3.57	3.65	3.73
10	2.04	2.09	2.14	2.18	2.22	2.26	2.28	2.30	2.32	2.33
20	1.39	1.39	1.39	1.39	1.38	1.37	1.36	1.34	1.33	1.31
25	1.20	1.19	1.18	1.17	1.15	1.13	1.11	1.09	1.07	1.05
30	1.06	1.04	1.02	1.00	0.980	0.957	0.933	0.909	0.884	0.859
40	0.844	0.816	0.789	0.761	0.732	0.703	0.677	0.649	0.622	0.596
50	0.684	0.652	0.620	0.589	0.558	0.526	0.501	0.473	0.447	0.422
60	0.557	0.522	0.488	0.456	0.426	0.394	0.370	0.344	0.320	0.297
70	0.448	0.412	0.379	0.348	0.319	0.289	0.267	0.244	0.223	0.204
75	0.398	0.362	0.330	0.300	0.272	0.243	0.223	0.202	0.183	0.165
80	0.349	0.314	0.283	0.254	0.228	0.200	0.183	0.163	0.146	0.130
90	0.249	0.217	0.189	0.164	0.143	0.121	0.107	0.093	0.080	0.069
95	0.189	0.161	0.136	0.115	0.097	0.079	0.069	0.058	0.049	0.041
97	0.159	0.132	0.110	0.092	0.076	0.060	0.052	0.043	0.035	0.029
99	0.115	0.092	0.074	0.060	0.047	0.036	0.030	0.024	0.019	0.015
99.5	0.096	0.076	0.060	0.047	0.036	0.027	0.022	0.017	0.013	0.010
99.7	0.085	0.066	0.051	0.040	0.030	0.022	0.018	0.014	0.010	0.008
99.9	0.067	0.051	0.038	0.029	0.021	0.015	0.012	0.009	0.006	0.004

	Cv									
P%	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
	Cs =6Cv									
0,001	1.80	3.02	5.20	8.10	11.50	15.30	19.30	23.80	28.00	
0.01	1.60	2.48	3.75	5.48	7.30	9.39	11.50	13.80	16.40	18.8
0.03	1.52	2.25	3.25	4.54	5.90	7.37	8.90	10.53	12.30	14.0
0.05	1.47	2.15	3.05	4.15	5.25	6.57	7.85	9.26	10.70	12.2
0.1	1.41	2.02	2.80	3.68	4.58	5.54	6.57	7.63	8.79	9.97
0.3	1.35	1.83	2.38	2.98	3.64	4.31	5.00	5.66	6.38	7.18
0.5	1.32	1.74	2.22	2.73	3.26	3.82	4.38	4.93	5.51	6.11
1	1.29	1.63	2.01	2.40	2.81	3.22	3.63	4.03	4.44	4.85
3	1.21	1.45	1.68	1.92	2.14	2.38	2.60	2.82	3.04	3.26
5	1.18	1.37	1.55	1.73	1.89	2.05	2.20	2.36	2.51	2.66
10	1.14	1.26	1.37	1.47	1.56	1.66	1.73	1.82	1.90	1.96
20	1.08	1.14	1.19	1.23	1.27	1.30	1.32	1.34	1.36	1.37
25	1.07	1.10	1.13	1.16	1.18	1.19	1.20	1.21	1.20	1.20
30	1.04	1.07	1.08	1.10	1.10	1.10	1.10	1.09	1.08	1.07
40	1.02	1.02	1.01	0.99	0.98	0.96	0.94	0.92	0.89	0.870
50	0.99	0.97	0.94	0.91	0.88	0.85	0.82	0.79	0.75	0.720
60	0.96	0.92	0.88	0.84	0.80	0.76	0.72	0.68	0.64	0.598
70	0.94	0.88	0.83	0.77	0.72	0.67	0.63	0.58	0.54	0.493
75	0.93	0.86	0.80	0.74	0.68	0.63	0.58	0.53	0.49	0.443
80	0.91	0.84	0.77	0.70	0.64	0.58	0.53	0.48	0.44	0.395
90	0.88	0.78	0.70	0.62	0.55	0.49	0.43	0.38	0.33	0.293
95	0.85	0.74	0.65	0.56	0.49	0.43	0.37	0.32	0.27	0.231
97	0.83	0.72	0.62	0.53	0.46	0.39	0.33	0.28	0.24	0.199
99	0.80	0.67	0.57	0.48	0.4	0.33	0.28	0.23	0.19	0.151
99.5	0.78	0.65	0.55	0.45	0.37	0.31	0.25	0.20	0.17	0.129
99.7	0.76	0.64	0.53	0.43	0.36	0.29	0.24	0.19	0.15	0.117
99.9	0.75	0.61	0.50	0.40	0.33	0.26	0.21	0.16	0.12	0.096

	Cv									
P%	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
	Cs =6Cv									
0.01	21.4	24.0	26.8	29.6	32.6	35.7	39.1	41.9	45.1	48.4
0.03	15.8	17.7	19.6	21.6	23.6	25.6	27.8	29.8	32.0	34.2
0.05	13.7	15.2	16.8	18.4	20.1	21.8	23.6	25.2	27.0	28.8
0.1	11.1	12.3	13.6	14.8	16.0	17.3	18.6	19.9	21.2	22.5
0.3	7.92	8.67	9.42	10.2	10.9	11.7	12.5	13.0	14.0	14.7
0.5	6.69	7.28	7.86	8.45	9.04	9.61	10.2	10.7	11.3	11.9
1	5.26	5.67	6.07	6.46	6.85	7.24	7.59	7.96	8.35	8.71
3	3.46	3.66	3.85	4.03	4.20	4.37	4.51	4.68	4.83	4.97
5	2.79	2.92	3.04	3.15	3.25	3.35	3.43	3.53	3.60	3.68
10	2.02	2.07	2.12	2.16	2.20	2.23	2.25	2.28	2.29	2.31
20	1.38	1.38	1.38	1.38	1.37	1.36	1.35	1.34	1.32	1.31
25	1.20	1.19	1.18	1.16	1.15	1.13	1.11	1.09	1.07	1.05
30	1.06	1.04	1.02	1.00	0.973	0.957	0.935	0.910	0.887	0.863
40	0.844	0.818	0.791	0.764	0.736	0.703	0.684	0.655	0.630	0.604
50	0.688	0.656	0.625	0.594	0.565	0.536	0.511	0.481	0.456	0.432
60	0.562	0.528	0.495	0.464	0.434	0.406	0.382	0.353	0.330	0.308
70	0.455	0.420	0.387	0.357	0.328	0.302	0.280	0.353	0.233	0.214
75	0.406	0.371	0.338	0.309	0.281	0.256	0.236	0.211	0.192	0.175
80	0.357	0.323	0.291	0.263	0.237	0.213	0.195	0.172	0.155	0.139
90	0.257	0.226	0.198	0.173	0.152	0.132	0.188	0.100	0.088	0.076
95	0.198	0.169	0.145	0.123	0.105	0.089	0.078	0.064	0.055	0.046
97	0.167	0.141	0.118	0.099	0.083	0.069	0.060	0.048	0.040	0.033
99	0.123	0.100	0.081	0.066	0.053	0.043	0.036	0.027	0.022	0.018
99.5	0.104	0.083	0.066	0.053	0.042	0.033	0.027	0.020	0.016	0.012
99.7	0.092	0.073	0.057	0.045	0.035	0.027	0.022	0.016	0.013	0.010
99.9	0.074	0.057	0.044	0.033	0.025	0.019	0.015	0.011	0.008	0.006

Таблица2

Нормированные отклонения от среднего значения ординат распределения Пирсона Ш типа $(x_{p\%} - \bar{x})/\sigma = (k_{p\%} - 1)/Cv = \Phi(P,Cs)$

(биномиальная кривая распределения)

	P%											
Cs	0.01	0.1	1.0	3.0	5.0	10	20	25	30	40	50	60
-4.0	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.49	0.49	0.46	0.41	0.31
-3.8	0.527	0.527	0.526	0.526	0.526	0.526	0.520	0.52	0.51	0.48	0.42	0.30
-3.6	0.556	0.556	0.556	0.556	0.556	0.555	0.550	0.54	0.54	0.49	0.42	0.28
-3.4	0.588	0.588	0.588	0.588	0.587	0.586	0.580	0.57	0.55	0.50	0.41	0.27
-3.2	0.625	0.625	0.625	0.625	0.625	0.621	0.610	0.59	0.57	0.51	0.41	0.25
-3.0	0.667	0.667	0.666	0.666	0.665	0.661	0.640	0.62	0.59	0.51	0.40	0.22
-2.8	0.715	0.715	0.715	0.714	0.711	0.703	0.670	0.64	0.60	0.51	0.39	0.20
-2.6	0.770	0.770	0.770	0.766	0.764	0.746	0.700	0.66	0.61	0.51	0.37	0.17
-2.4	0.835	0.833	0.830	0.826	0.820	0.792	0.720	0.67	0.62	0.51	0.35	0.17
-2.2	0.914	0.910	0.905	0.895	0.882	0.842	0.750	0.69	0.64	0.50	0.33	0.12
-2.0	1.01	1.00	0.990	0.970	0.950	0.900	0.780	0.71	0.64	0.49	0.31	0.09
-1.8	1.11	1.11	1.09	1.06	1.02	0.940	0.800	0.72	0.64	0.48	0.28	0.05
-1.6	1.26	1.24	1.20	1.14	1.10	0.990	0.810	0.73	0.64	0.46	0.25	0.02
-1.4	1.41	1.39	1.32	1.23	1.17	1.04	0.830	0.73	0.64	0.44	0.22	-0.20
-1.2	1.68	1.58	1.45	1.33	1.24	1.08	0.840	0.74	0.63	0.42	0.19	-0.05
-1.0	1.92	1.79	1.59	1.42	1.32	1.13	0.850	0.73	0.62	0.39	0.16	-0.09
-0.8	2.23	2.02	1.74	1.52	1.38	1.17	0.860	0.73	0.60	0.37	0.13	-0.12
-0.6	2.57	2.27	1.88	1.61	1.45	1.20	0.850	0.72	0.59	0.34	0.10	-0.16
-0.4	2.98	2.54	2.03	1.70	1.52	1.23	0.850	0.71	0.57	0.31	0.07	-0.19
-0.2	3.37	2.81	2.18	1.79	1.58	1.26	0.850	0.69	0.55	0.28	0.03	-0.22
0.0	3.72	3.09	2.33	1.88	1.64	1.28	0.840	0.67	0.52	0.25	0.00	-0.25
0.2	4.16	3.38	2.47	1.96	1.70	1.30	0.83	0.65	0.50	0.22	-0.03	-0.28
0.4	4.61	3.66	2.61	2.04	1.75	1.32	0.82	0.63	0.47	0.19	-0.07	-0.31
0.6	5.05	3.96	2.75	2.12	1.80	1.33	0.80	0.61	0.44	0.16	-0.10	-0.34
0.8	5.50	4.24	2.89	2.18	1.84	1.34	0.78	0.58	0.41	0.12	-0.13	-0.37
1.0	5.96	4.53	3.02	2.25	1.88	1.34	0.76	0.55	0.38	0.09	-0.16	-0.39
1.2	6.41	4.81	3.15	2.31	1.92	1.34	0.73	0.52	0.35	0.05	-0.19	-0.42
1.4	6.87	5.09	3.27	2.37	1.95	1.34	0.71	0.49	0.31	0.02	-0.22	-0.44
1.6	7.31	5.37	3.39	2.42	1.97	1.33	0.68	0.46	0.28	-0.02	-0.25	-0.46
1.8	7.76	5.64	3.50	2.46	1.99	1.32	0.64	0.42	0.24	-0.05	-0.28	-0.48
2.0	8.21	5.91	3.60	2.51	2.00	1.30	0.61	0.39	0.20	-0.08	-0.31	-0.49
2.2	8.63	6.14	3.68	2.54	2.02	1.27	0.57	0.35	0.16	-0.12	-0.33	-0.50
2.4	9.00	6.37	3.78	2.60	2.00	1.25	0.52	0.29	0.12	-0.14	-0.35	-0.51
2.6	9.39	6.54	3.86	2.63	2.00	1.21	0.48	0.25	0.085	-0.17	-0.37	-0.51
2.8	9.77	6.86	3.96	2.65	2.00	1.18	0.44	0.22	0.057	-0.20	-0.39	-0.51
3.0	10.16	7.10	4.05	2.66	1.97	1.13	0.39	0.19	0.027	-0.22	-0.40	-0.51
3.2	10.55	7.35	4.11	2.66	1.96	1.09	0.35	0.15	-0.006	-0.25	-0.41	-0.51
3.4	10.9	7.54	4.18	2.66	1.94	1.06	0.31	0.11	-0.036	-0.27	-0.41	-0.50
3.6	11.3	7.72	4.24	2.66	1.93	1.03	0.28	0.064	-0.072	-0.28	-0.42	-0.49
3.8	11.67	7.97	4.29	2.65	1.90	1.00	0.24	0.032	-0.095	-0.30	-0.42	-0.48
4.0	12.02	8.17	4.34	2.65	1.90	0.96	0.21	0.010	-0.120	-0.31	-0.41	-0.46
4.2	12.40	8.38	4.39	2.64	1.88	0.93	0.19	-0.010	-0.13	-0.31	-0.41	-0.45
4.4	12.76	8.60	4.42	2.63	1.86	0.91	0.15	-0.032	-0.15	-0.32	-0.40	-0.44
4.6	13.12	8.79	4.46	2.62	1.84	0.87	0.13	-0.052	-0.17	-0.32	-0.40	-0.42

4.8	13.51	8.96	4.50	2.60	1.81	0.82	0.10	-0.075	-0.19	-0.32	-0.39	-0.41
5.0	13.87	9.12	4.54	2.60	1.78	0.78	0.068	-0.099	-0.20	-0.33	-0.38	-0.40
5.2	14.25	9.27	4.59	2.60	1.74	0.73	0.035	-0.120	-0.21	-0.30	-0.37	-0.38
5.4	14.60	9.42	4.62	2.60	1.70	0.67	0.02	-0.100	-0.21	-0.30	-0.37	-0.37
5.6	14.95	9.59	4.65	2.60	1.67	0.62	0.0	-0.120	-0.21	-0.30	-0.36	-0.36
5.8	15.32	9.70	4.70	2.60	1.64	0.57	-0.02	-0.140	-0.21	-0.30	-0.35	-0.35
6.0	15.67	9.84	4.70	2.60	1.60	0.51	-0.05	-0.150	-0.21	-0.30	-0.34	-0.34
6.2	16.04	9.95	4.71	2.60	1.56	0.47	-0.05	-0.150	-0.21	-0.30	-0.34	-0.34
6.4	16.40	10.05	4.71	2.60	1.52	0.42	-0.05	-0.150	-0.21	-0.30	-0.33	-0.39

Продолжение Приложения 2

Cs	P%								$Ф_{5\%}$ - $Ф_{95\%}$	коэф-т скошенности $S=(x_{5\%}+x_{95\%}-2_{50\%})/(x_{5\%}-x_{95\%})$
	70	75	80	90	95	97	99	99,9		
-4.0	-0.120	-0.010	-0.21	-0.96	-1.90	-2.65	-4.34	-8.17	2.40	-0.93
-3.8	-0.095	-0.032	-0.24	-1.00	-1.90	-2.65	-4.29	-7.97	2.426	-0.91
-3.6	-0.072	-0.064	-0.28	-1.03	-1.93	-2.66	-4.24	-7.72	2.486	-0.89
-3.4	-0.036	-0.11	-0.31	-1.06	-1.94	-2.66	-4.18	-7.54	2.527	-0.86
-3.2	-0.006	-0.15	-0.35	-1.09	-1.96	-2.66	-4.11	-7.35	2.58	-0.83
-3.0	-0.027	-0.19	-0.39	-1.13	-1.97	-2.66	-4.05	-7.10	2.64	-0.80
-2.8	-0.057	-0.22	-0.44	-1.18	-2.00	-2.65	-3.86	-6.86	2.71	-0.76
-2.6	-0.085	-0.25	-0.48	-1.21	-2.00	-2.63	-3.86	-6.54	2.76	-0.71
-2.4	-0.12	-0.29	-0.52	-1.25	-2.00	-2.60	-3.78	-6.37	2.82	-0.67
-2.2	-0.16	-0.35	-0.57	-1.27	-2.02	-2.54	-3.68	-6.14	2.90	-0.62
-2.0	-0.20	-0.39	-0.61	-1.30	-2.00	-2.51	-3.60	-5.91	2.95	-0.57
-1.8	-0.24	-0.42	-0.64	-1.32	-1.99	-2.46	-3.50	-5.64	3.01	-0.51
-1.6	-0.28	-0.46	-0.68	-1.33	-1.97	-2.42	-3.39	-5.37	3.07	-0.45
-1.4	-0.31	-0.49	-0.71	-1.34	-1.95	-2.37	-3.27	-5.09	3.12	-0.39
-1.2	-0.35	-0.52	-0.73	-1.34	1.92	-2.31	-3.15	-4.81	3.16	-0.34
-1.0	-0.38	-0.55	-0.76	-1.34	-1.88	-2.25	-3.02	-4.53	3.20	-0.27
-0.8	-0.41	-0.58	-0.79	-1.34	-1.84	-2.18	-2.89	-4.24	3.22	-0.22
-0.6	-0.44	-0.61	-0.80	-1.33	-1.80	-2.12	-2.75	-3.96	3.25	-0.17
-0.4	-0.47	-0.63	-0.82	-1.32	-1.75	-2.04	-2.61	-.366	3.27	-0.11
-0.2	-0.50	-0.65	-0.83	-1.30	-1.70	-1.96	-2.47	-3.38	3.28	-0.05
0.0	-0.52	-0.67	-0.84	-1.28	-1.64	-1.88	-2.33	-3.09	3.28	0.00
0.2	-0.55	-0.69	-0.85	-1.26	-1.58	-1.79	-2.18	-2.81	3.28	0.06
0.4	-0,57	-0.71	-0.85	-1.23	-1.52	-1.70	-2.03	-2.54	3.27	0.11
0.6	-0,59	-0.72	-0.85	-1.20	-1.45	-1.61	-1.88	-2.27	3.25	0.17
0.8	-0,60	-0.73	-0.86	-1.17	-1.38	-1.52	-1.74	-2.02	3.22	0.22
1.0	-0,62	-0.73	-0.85	-1.13	-1.32	-1.42	-1.59	-1.79	3.20	0.28
1.2	-0,63	-0.74	-0.84	-1.08	-1.24	-1.33	-1.45	-1.58	3.16	0.34
1.4	-0,64	-0.73	-0.83	-1.04	-1.17	-1.23	-1.32	-1.39	3.12	0.39
1.6	-0,64	-0.73	-0.81	-0.99	-1.10	-1.14	-1.20	-1.24	3.07	0.45
1.8	-0,64	-0.72	-0.80	-0.94	-1.02	-1.06	-1.09	-1.11	3.01	0.51
2.0	-0,64	-0.71	-0.78	-0.90	-0.95	-0.97	-0.99	-1.00	2.95	0.57
2.2	-0,64	-0.69	-0.75	-0.842	-0.882	-0.895	-0.905	-0.910	2.89	0.62
2.4	-0,62	-0.67	-0.72	-0.792	-0.820	-0.826	-0.830	-0.833	2.82	0.67
2.6	-0,61	-0.66	-0.70	-0.746	-0.764	-0.766	-0.770	-0.770	2.76	0.72
2.8	-0,60	-0.64	-0.67	-0.703	-0.711	-0.714	-0.715	-0.715	2.71	0.76
3.0	-0,59	-0.62	-0.64	-0.661	-0.665	-0.666	-0.666	-0.667	2.64	0.80
3.2	-0,57	-0.59	-0.61	-0.621	-0.625	-0.625	-0.625	-0.625	2.59	0.83
3.4	-0,55	-0.57	-0.58	-0.586	-0.587	-0.588	-0.588	-0.588	2.53	0.86
3.6	-0,54	-0.54	-0.55	-0.555	-0.556	-0.556	-0.556	-0.556	2.48	0.89
3.8	-0,51	-0.52	-0.52	-0.526	-0.526	-0.526	-0.526	-0.527	2.43	0.91
4.0	-0,49	-0.49	-0.50	-0.500	-0.500	-0.500	-0.500	-0.500	2.40	0.92
4.2	-0,47	-0.473	-0.475	-0.476	-0.476	-0.476	-0.477	-0.477	2.36	0.94
4.4	-0,451	-0.454	-0.455	-0.455	-0.455	-0.455	-0.455	-0.455	2.32	0.95

4.6	-0,432	-0.454	-0.435	-0.435	-0.435	-0.435	-0.435	-0.435	2.28	0.97
4.8	-0,416	-0.416	-0.416	-0.416	-0.416	-0.416	-0.417	-0.417	2.23	0.98
5.0	-0,399	-0.400	-0.400	-0.400	-0.400	-0.400	-0.400	-0.400	2.18	0.98
5.2	-0,384	-0.385	-0.385	-0.385	-0.385	-0.385	-0.385	-0.385	2.12	0.98
5.4	-0,37	-0.37	-0.37	-0.37	-0.37	-0.37	-0.37	-0.37	2.07	1.00
5.6	-0,36	-0.36	-0.36	-0.36	-0.36	-0.36	-0.36	-0.36	2.03	1.00
5.8	-0,35	-0.35	-0.35	-0.35	-0.35	-0.35	-0.35	-0.35	1.99	1.00
6.0	-0,34	-0.34	-0.34	-0.34	-0.34	-0.34	-0.34	-0.34	1.94	1.00
6.2	-0,34	-0.34	-0.34	-0.34	-0.34	-0.34	-0.34	-0.34	1.90	1.00
6.4	-0,33	-0.33	-0.33	-0.33	-0.33	-0.33	-0.33	-0.33	1.85	1.00

Таблица 3

Исходные данные к построению номограмм для вычисления Cs и Cv методом приближенно наибольшего правдоподобия при трех свободно назначаемых параметрах

Cv	**Cs = Cv**		Cs = 1,5 Cv		Cs = 2 Cv		Cs =2,5 Cv		Cs = 3 Cv	
	λ_2	λ_3'	λ_2	λ_3'	λ_2	λ_3'	λ_2	λ_3'	λ_2	λ_3
0,10	-0,00219	0,00218	-0,00218	0,00217	-0,00218	0,00217	(-0,00217)	(0,00216)	(-0,00216)	(0,00216)
0,15	-0,00498	0,00490	-0,00494	0,00489	-0,00490	0,00487	-0,00486	0,00484	(-0,00482)	(0,00482)
0,20	-0,00897	0,00876	-0,00886	0,00868	-0,00874	0,00863	-0,00863	0,00857	(-0,00853)	(0,00854)
0,25	-0,01433	0,01371	-0,01401	0,01357	-0,01371	0,01343	-0,01344	0,01330	(-0,01315)	(0,01316)
0,30	-0,02117	0,01987	-0,02046	0,01953	-0,01984	0,01925	-0,01928	0,01900	(-0,01875)	(0,01875)
0,35	-0,02971	0,02712	-0.02832	0,02656	-0,02714	0,02605	-0,02614	0,02560	-0,02528	0,02519
0,40	-0,04022	0,03561	-0,03772	0,03466	-0,03567	0,03382	-0,03400	0,03308	-0,03262	0,03242
0,45	-0,05305	0,04529	-0,04879	0,04380	-0,04545	0,04249	-0,04283	0,04137	-0,04076	0,04031
0,50	-0,06860	0,05677	-0,06173	0,05395	-0,05653	0,05204	-0,05265	0,05042	-0,04968	0,04906
0,55	-0,08719	0,06823	-0,07670	0,06508	-0,06897	0,06240	-0,06342	0,06018	-0,05935	0,05835
0,60	-0,10939	0,08145	-0,09300	0,07715	-0,08281	0,07354	-0,07516	0,07060	-0,06975	0,06821
0,65	-0,13563	0,09575	-0,11259	0,09014	-0,09810	0,08539	-0,08784	0,08161	-0,08085	0,07860
0,70	-0,16635	0,11108	-0,13584	0,10388	-0,11490	0,09790	-0,10148	0,09317	-0,09265	0,08947
0,75	-0,20200	0,12735	-0,16098	0,11841	-0,13328	0,11101	-0,11608	0,10563	-0,10513	0,10077
0,80	-0,24296	0,14446	-0,18918	0,13362	-0,15328	0,12467	-0,13164	0,11774	-0,11828	0,11246
0,85	-0,29000	0,16232	-0,22053	0,14944	-0,17496	0,13881	-0,14818	0,13065	-0,13210	0,12451
0,90	-0,34218	0,18081	-0,25530	0,16578	-0,19839	0,15339	-016569	0,14392	-0,14658	0,13686
0,95	-,0,40097	0,19989	-0,29358	0,18259	-0,22361	0,16834	-0,18420	0,15751	-0,16171	0,14950
1,00	-0,46614	0,21933	-0,33552	0,19978	-0,25068	0,18361	-0,20371	0,17137	-0,17749	0,16237
1,05	-0,53779	0,23916	-0,38121	0,21728	-0,27964	0,19916	-0,22424	0,18547	-0,19393	0,17546
1,10	-0,61597	0,25924	-0,43080	0,23505	-0,31055	0,21394	-0,24581	0,19978	-0,21102	0,18872
1,15	-0,70065	0,27950	-0,48428	0,25301	-0,34344	0,23090	-0,26843	0,21426	-0,22877	0,20216
1,20	-0,79160	0,29984	-0,54175	0,27111	-0,37836	0,24601	-0,29212	0,22888	-0,24717	0,21571
1,25	-	-	-0,60331	0,28930	-0,41635	0,26323	-0,31691	0,24360	-0,26604	0,22938
1,30	-	-	-0,66895	0,30755	-0,45442	0,27953	-0,34280	0,25842	-0,28507	0,24313
1,35	-	-	-0,73874	0,32581	-0,49563	0,29587	-0,36994	0,27340	-0,30637	0,25695
1,40	-	-	-0,81267	0,34405	-0,53808	0,31222	-0,39839	0,28815	-0,32744	0,27081
1,45	-	-	-0,89078	0,36223	-0,58452	0,32858	-0,42730	0,30316	-0,34920	0,28470
1,50	-	-	-0,97307	0,38034	-0,63225	0,34490	-0,45781	0,31810	-0,37166	0,29861
1,55	-	-	-1,05955	0,39835	-0,68220	0,36117	-0,36117	0,33302	-0,39480	0,31252
1,60	-	-	-1,15022	0,41624	-0,73440	0,37738	-0,37738	0,34792	-0,41865	0,32641

1,65	-	-	-1,24510	0,43399	-0,78884	0,39351	-0,39351	0,36277	-0,44321	0,34029
1,70	-	-	-1,34415	0,45159	-0,87554	0,40054	-0,40054	0,37756	-0,46850	0,35412
1,75	-	-	-1,44768	0,46904	-0,90453	0,42548	-0,42548	0,39229	-0,49451	0,36791
1,80	-	-	-155479	0,48631	-0,96580	0,44130	-0,44130	0,40695	-0,52130	0,38165
1,85	-	-	-1,66636	0,50340	-1,02936	0,45609	-0,45609	0,42152	-0,54877	0,39532
1,90	-	-	-1,78209	0,52031	-1,09523	0,47256	-0,47256	0,43599	-0,57792	0,40893
1,95	-	-	-1,90196	0,53703	-1,16340	0,48799	-0,48799	0,46038	-0,60604	0,42247
2,00	-	-	-2,02597	0,55356	-1,23389	0,50327	-0,50327	0,46466	-0,63584	0,43592

Таблица 3 (продолжение)

Cv	Cs =3,5 Cv		Cs = 4 Cv		Cs = 5 Cv		Cs = 6Cv	
	λ_2	λ_3'	λ_2	λ_3'	λ_2	λ_3'	λ_2	λ_3'
0,10	(-0,00216)	(0,00216)	-0,00215	0,00215	-0,00213	0,00215	-0,00212	0,00214
0,15	-0,00479	0,00481	-0,00477	0,00480	-0,00470	0,00477	-0,00464	0,00474
0,20	-0,00842	0,00847	-0,00833	0,00842	-0,00815	0,00833	-0,00799	0,00824
0,25	-0,01296	0,01306	-0,01275	0,01295	-0,01238	0,01275	-0,01205	0,01257
0,30	-0,01836	0,01853	-0,01797	0,01833	-0,01729	0,01796	-0,01673	0,01764
0,35	-0,02454	0,02481	-0,02390	0,02447	-0,02283	0,02388	-0,02197	0,02338
0,40	-0,03147	0,03184	-0,03149	0,03132	-0,02893	0,03045	-0,02774	0,02973
0,45	-0,03908	0,03955	-0,03770	0,03882	-0,03557	0,03761	-0,03400	0,03665
0,50	-0,04736	0,04790	-0,04541	0,04691	-0,04272	0,04531	-0,04074	0,04409
0,55	-0,05626	0,05682	-0,05384	0,05553	-0,05033	0,05351	-0,04792	0,05201
0,60	-0,06576	0,06626	-0,06272	0,06465	-0,05841	0,06217	-0,5554	0,06037
0,65	(-0,0770)	(0,0767)	-0,07210	0,07421	-0,06693	0,07124	-0,06355	0,06913
0,70	(-0,0870)	(0,0868)	-0,08197	0,08418	-0,07585	0,08068	-0,07194	0,07824
0,75	-0,09767	0,09729	-0,09230	0,09452	-0,08516-	0,09046	-0,08068	0,08767
0,80	-0,10936	0,10805	-0,10325	0,10508	0,09485	0,10054	-0,8976	0,09739
0,85	-0,12163	0,11982	-0,11432	0,11615	-0,10489	0,11089	-0,09914	0,10736
0,90	-0,13438	0,13152	-0,12598	0,12738	-0,11527	0,12148	-0,10881	0,11754
0,95	-0,14762	0,14348	-0,13804	0,13884	-0,12597	0,13228	-0,11876	0,12792
1,00	-0,16136	0,15565	(-0,15071)	0,15060)	-0,13697	0,14329	-0,12896	0,13847
1,05	-0,17558	0,16803	-0,16338	0,16236	-0,14828	0,15440	-0,13940	0,14917
1,10	-0,19027	0,18056	-0,17662	0,17439	-0,15989	0,16568	-0,15008	0,16000
1,15	-0,20544	0,19325	-0,19024	0,18650	-0,17172	0,17708	-0,16097	0,17090
1,20	-0,22108	0,20605	-0,20423	0,19875	-0,18384	0,18858	-0,17207	0,18191
1,25	-0,23718	0,21805	-0,21857	0,21109	-0,19622	0,20015	-0,18337	0,19299
1,30	-0,25375	0,23194	-0,23327	0,22345	-0,20884	0,21179	-0,19485	0,20412
1,35	-0,27077	0,24409	-0,24832	0,23599	-0,22170	0,22349	-	-
1,40	-0,28806	0,25808	-0,26372	0,24851	-	-	-	-
1,45	-0,30620	0,27121	-0,27946	0,26106	-	-	-	-
1,50	-0,32460	0,28435	-0,29553	0,27364	-	-	-	-
1,55	-0,34346	0,29751	-0,31194	0,28622	-	-	-	-
1,60	-0,36278	0,31065	-0,32868	0,29879	-	-	-	-
1,65	-0,38256	0,32378	-0,34575	0,31135	-	-	-	-

1,70	-0,40280	0,33688	-0,36316	0,32390	-	-	-	-
1,75	-0,42351	0,34995	-0,38088	0,33641	-	-	-	-
1,80	-0,44468	0,36298	-0,39894	0,34888	-	-	-	-
1,85	-0,46633	0,37596	-0,41733	0,35131	-	-	-	-
1,90	-0,48845	0,38888	-0,43604	0,37370	-	-	-	-
1,95	-0,51105	0,40174	-0,45507	0,38602	-	-	-	-
2,00	-0.53413	0,41454	-0,47444	0,39829	-	-	-	-

Таблица 4

Cv =f(λ_2) для вычисления Cv методом приближенно наибольшего правдоподобия при закрепленном Cs/Cv

Cv	$-\lambda_2 = 0$	1	2	3	4	5	6	7	8	9
					Cs = Cv					
0,10	0,0022	0,0026	0,0032	0,0038	0,0044	0,0050	0,0058	0,0066	0,0074	0,0082
0,20	0,0090	0,0100	0,0111	0,0122	0,0132	0,0143	0,0157	0,0171	0,0184	0,0199
0,30	0,0212	0,0229	0,0246	0,0263	0,0280	0,0297	0,0318	0,0339	0,0360	0,0381
0,40	0,0402	0,0428	0,0454	0,0479	0,0505	0,0530	0,0562	0,0593	0,0624	0,0655
0,50	0,0686	0,0723	0,0760	0,0797	0,0835	0,0872	0,0916	0,0961	0,101	0,105
0,60	0,109	0,115	0,120	0,125	0,130	0,136	0,142	0,148	0,154	0,160
0,70	0,166	0,173	0,181	0,188	0,195	0,202	0,210	0,218	0,227	0,235
0,80	0,243	0,252	0,262	0,271	0,281	0,290	0,300	0,311	0,321	0,332
0,90	0,342	0,354	0,366	0,377	0,389	0,401	0,414	0,427	0,440	0,453
1,00	0,466	0,480	0,495	0,509	0,523	0,538	0,553	0,569	0,585	0,600
1,10	0,616	0,633	0,650	0,668	0,684	0,701	0,719	0,737	0,755	0,773
1,20	0,792	-	-	-	-	-	-	-	-	-
					Cs = 1,5 Cv					
0,10	0,0022	0,0026	0,0031	0,0037	0,0043	0,0049	0,0057	0,0065	0,0073	0,0081
0,20	0,0089	0,0099	0,0109	0,0120	0,0130	0,0140	0,0153	0,0166	0,0178	0,0192
0,30	0,0205	0,0220	0,0236	0,0252	0,0267	0,0283	0,0302	0,0321	0,0340	0,0358
0,40	0,0377	0,0399	0,0421	0,0444	0,0466	0,0488	0,0514	0,0540	0,0566	0,0591
0,50	0,0617	0,0647	0,0677	0,0707	0,0737	0,0767	0,0800	0,0832	0,0865	0,0897
0,60	0,0930	0,0969	0,101	0.105	0,109	0,113	0,117	0,122	0,127	0,131
0,70	0,136	0,141	0,146	0,151	0,156	0,161	0,167	0,172	0,178	0,184
0,80	0,189	0,195	0,202	0,208	0,214	0,221	0,227	0,234	0,241	0,248
0,90	0,255	0,263	0,271	0,278	0,286	0,294	0,302	0,310	0,319	0,327
1,00	0,336	0,345	0,354	0,363	0,372	0,381	0,391	0,401	0,411	0,421
1,10	0,431	0,441	0,452	0,463	0,474	0,484	0,496	0,507	0,519	0,530
1,20	0,542	0,554	0,566	0,579	0,591	0,603	0,616	0,630	0,643	0,656
1,30	0,669	0,683	0,697	0,711	0,725	0,739	0,754	0,768	0,783	0,798
1,40	0,813	0,828	0,844	0,860	0,875	0,891	0,907	0,924	0,940	0,957
1,50	0,973	0,990	1,008	1,025	1,042	1,060	1,078	1,096	1,114	1,132
1,60	1,150	1,169	1,188	1,207	1,226	1,245	1,265	1,285	1,305	1,324
1,70	1,344	1,365	1,386	1,406	1,427	1,448	1,469	1,491	1,512	1,533
1,80	1,555	1,577	1,599	1,622	1,644	1,666	1,690	1,713	1,736	1,759
1,90	1,782	1,806	1,830	1,854	1,878	1,902	1,927	1,952	1,976	2,001

2,00	2,026	-	-	-	-	-	-	-	-	
Cs = 2Cv										
0,10	0.0022	0,0026	0,0031	0,0037	0,0043	0,0049	0,0056	0,0063	0,0071	0,0079
0,20	0,0087	0,0096	0,0106	0,0116	0,0126	0,0137	0,0148	0,0160	0,0172	0,0185
0,30	0,0198	0,0212	0,0226	0,0241	0,0256	0,0271	0,0287	0,0304	0,0321	0,0339
0,40	0,0357	0,0357	0,0394	0,0414	0,0434	0,0454	0,0476	0,0497	0,0519	0,0542
0,50	0,0565	0,0589	0,0613	0,0638	0,0664	0.0690	0,0716	0,0743	0,0771	0,0799
0,60	0,0828	0,0858	0,0887	0,0918	0,0949	0,0981	0,101	0,105	0,108	0,11
0,70	0,115	0,118	0,122	0,126	0,129	0,133	0,137	0,141	0,145	0,149
0,80	0,153	0,157	0,162	0,166	0,170	0,175	0,180	0,184	0,189	0,194
0,90	0,198	0,203	0,208	0,213	0,218	0,224	0,229	0,234	0,240	0,245
1,00	0,251	0,256	0,262	0,268	0,274	0,280	0,286	0,292	0,298	0,304
1,10	0,311	0,317	0,323	0,330	0,337	0,343	0,350	0,357	0,364	0,371
1,20	0,378	0,386	0,393	0,400	0,408	0,415	0,423	0,431	0,438	0,446
1,30	0,454	0,462	0,171	0,479	0,487	0,496	0,504	0,513	0,521	0,530
1,40	0,539	0,548	0,557	0,566	0,575	0,584	0,594	0,603	0,613	0,623
1,50	0,632	0,642	0,652	0,662	0,672	0,682	0,692	0,703	0,713	0,724
1,60	0,734	0,745	0,756	0,767	0,778	0,789	0,800	0,811	0,823	0,834
1,70	0,846	0,857	0,860	0,881	0,893	0,905	0,917	0,929	0,911	0,953
1,80	0,966	0,978	0,991	1,004	1,016	1,029	1,042	1,055	1,069	1,082
1,90	1,095	1,109	1,122	1,136	1,150	1,163	1,177	1,191	1,205	1,220
2,00	1,234	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cs = 3 Cv										
0,10	0.0022	0,0026	0,0031	0,0037	0,0043	0,0048	0,0055	0,0062	0,0070	0,0078
0,20	0,0085	0,0094	0,0104	0,0113	0,0122	0,0132	0,0143	0,0154	0,0165	0,0176
0,30	0,0188	0,0201	0,0214	0,0227	0,0240	0,0253	0,0267	0,0282	0,0297	0,0311
0,40	0,0326	0,0342	0,0359	0,0375	0,0391	0,0408	0,0425	0,0443	0,0461	0,0479
0,50	0,0497	0,0516	0,0535	0,0555	0,0574	0.0594	0,0614	0,0635	0,0656	0,0677
0,60	0,0698	0,0720	0,0742	0,0764	0,0786	0,0808	0,0832	0,0856	0,0879	0,0903
0,70	0,0926	0,0951	0,0976	0,100	0,103	0,105	0,108	0,110	0,113	0,116
0,80	0,118	0,121	0,124	0,127	0,129	0.132	0,135	0,138	0,141	0,144
0,90	0,147	0,150	0,153	0,156	0,159	0,162	0,165	0,168	0,171	0,174
1,00	0,177	0,181	0,184	0,187	0,191	0,194	0,197	0,201	0,204	0,208
1,10	0,211	0,215	0,218	0,222	0,225	0,229	0,232	0,236	0,240	0,243
1,20	0,247	0,251	0,255	0,258	0,262	0,266	0,270	0,274	0,277	0,281

1,30	0,285	0,289	0,294	0,298	0,302	0,306	0,311	0,315	0,319	0,323
1,40	0,327	0,332	0,336	0,340	0,345	0,349	0,354	0,358	0,363	0,367
1,50	0,372	0,376	0,381	0,386	0,390	0,395	0,400	0,404	0,409	0,414
1,60	0,419	0,424	0,428	0,433	0,438	0,443	0,448	0,453	0,458	0,463
1,70	0,468	0,474	0,479	0,484	0,489	0,495	0,500	0,505	0,511	0,516
180	0,521	0,527	0,532	0,538	0,543	0,549	0,555	0,560	0,566	0,572
1,90	0,578	0,584	0,589	0,595	0,600	0,606	0,612	0,618	0,624	0,630
2,00	0,636	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cs = 4 Cv										
0,10	0,0022	0,0026	0,0031	0,0037	0,0043	0,0048	0,0055	0,0062	0,0069	0,0076
0,20	0,0083	0,0092	0,0101	0,0110	0,0119	0,0128	0,0138	0,0148	0,0159	0,0169
0,30	0,0180	0,0192	0,0203	0,0215	0,0227	0,0239	0.0252	0,0265	0,0279	0,0292
0,40	0,0305	0,0319	0,0334	0,0348	0,0363	0,0377	0,0392	0,0408	0,0423	0,0439
0,50	0,0454	0,0471	0,0488	0,0505	0,0522	0,0538	0,0556	0,0574	0,0592	0,0609
0,60	0,0627	0,0646	0,0665	0,0683	0,0702	0,0721	0,0741	0,0760	0,0780	0,0800
0,70	0,0820	0,0840	0,0861	0,0882	0,0903	0,0923	0,0946	0,0966	0,0989	0,101
0,80	0,103	0,105	0,108	0,110	0,112	0,114	0,117	0,119	0,121	0,124
0,90	0,126	0,128	0,131	0,133	0,136	0,138	0,141	0,143	0,146	0,148
1,00	0,151	0,153	0,156	0,158	0,161	0,163	0,166	0,169	0,171	0,174
1,10	0,177	0,179	0,182	0,185	0,188	0,190	0,193	0,196	0,199	0,201
1,20	0,204	0,207	0,210	0,213	0,216	0,219	0,222	0,224	0,227	0,230
1,30	0,233	0,236	0,239	0,242	0,245	0,248	0,251	0,254	0,258	0,261
1,40	0,264	0,267	0,270	0,273	0,276	0,279	0,283	0,286	0,289	0,292
1,50	0,296	0,299	0,320	0,305	0,309	0,312	0,315	0,319	0,322	0,325
1,60	0,329	0,332	0,336	0,339	0,342	0,346	0,349	0,353	0,356	0,360
1,70	0,363	0,367	0,370	0,374	0,377	0,381	0,384	0,388	0,392	0,395
1,80	0,399	0,403	0,406	0,410	0,414	0,417	0,421	0,425	0,429	0,432
1,90	0,436	0,440	0,444	0,447	0,451	0,455	0,459	0,463	0,467	0,471
2,00	0,474	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Таблица 5

Значения зависимости $C_v = f(\lambda_{2\,n/2})$ для вычисления коэффициента изменчивости C_v усеченного гамма-распределения

C_v	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	$\lambda_{2\,n/2}$ (значения отрицательные)									
0,10	0,00050	0,00070	0,0090	0,00110	0,00130	0,00150	0,00170	0,00190	0,00210	0,00230
0,20	0,00250	0,00281	0,00321	0,0343	0,00374	0,00405	0,00436	0,00467	0,00498	0,00529
0,30	0,00560	0,00608	0,00656	0,00704	0,00752	0,00800	0,00848	0,00896	0,00944	0,00992
0,40	0,0104	0,0109	0,0114	0,0119	0,0124	0,0129	0,0135	0,0142	0,0148	0,0154
0,50	0,0161	0,0168	0,0176	0,0183	0,0191	0,0198	0,0206	0,0231	0,0220	0,0228
0,60	0,0235	0,0243	0,0250	0,0259	0,0267	0,0275	0,0282	0,0290	0,0298	0,0306
0,70	0,0314	0,0324	0,0328	0,0335	0,0342	0,0349	0,0358	0,0366	0,0375	0,0383
0,80	0,0392	0,0400	0,0409	0,0417	0,0426	0,0434	0,0444	0,0453	0,0463	0,0473
0,90	0,0482	0,0493	0,0503	0,0514	0,0524	0,0534	0,0545	0,0556	0,0568	0,0579
1,00	0,0590	0,0601	0,0613	0,0624	0,0636	0,0647	0,0659	0,0670	0,0682	0,0693
1,10	0,0704	0,0718	0,0731	0,0744	0,758	0,0771	0,0785	0,0799	0,0813	0,0828
1,20	0,0842	0,0856	0,0871	0,0886	0,0901	0,0916	0,0932	0,0948	0,0964	0,0980
1,30	0,0995	0,101	0,103	0,105	0,106	0,108	0,110	0,112	0,113	0,115
1,40	0,117	0,119	0,121	0,122	0,124	0,126	0,128	0,130	0,132	0,134
1,50	0,136	0,137	0,139	0,141	0,143	0,145	0,147	0,149	0,151	0,154
1,60	0,156	0,158	0,160	0,162	0,164	0,166	0,168	0,170	0,173	0,175
1,70	0,177	0,180	0,183	0,185	0,188	0,190	0,193	0,195	0,197	0,200
1,80	0,202	0,205	0,207	0,210	0,213	0,215	0,217	0,220	0,222	0,224
1,90	0,227	0,229	0,231	0,234	0,236	0,238	0,241	0,245	0,248	0,251
2,00	0,254	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Таблица 6

Значения функции $\varphi(C_v)$ для вычисления среднего x_0 усеченного гамма-распределения

C_v	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,1	0,925	0,919	0,913	0,906	0,900	0,894	0,887	0,882	0,875	0,869
0,2	0,863	0,856	0,852	0,847	0,841	0,836	0,831	0,825	0,820	0,814
0,3	0,809	0,805	0,800	0,795	0,791	0,787	0,782	0,777	0,773	0,769
0,4	0,764	0,760	0,756	0,751	0,747	0,743	0,739	0,735	0,730	0,726
0,5	0,722	0,719	0,715	0,712	0,708	0,705	0,702	0,698	0,695	0,691
0,6	0,688	0,685	0,681	0,678	0,674	0,671	0,668	0,664	0,661	0,657
0,7	0,654	0,652	0,649	0,647	0,645	0,643	0,640	0,638	0,636	0,633
0,8	0,631	0,629	0,627	0,624	0,622	0,620	0,618	0,616	0,613	0,611
0,9	0,609	0,607	0,605	0,604	0,602	0,600	0,598	0,596	0,595	0,593
1,0	0,591	0,589	0,588	0,586	0,585	0,583	0,581	0,580	0,578	0,577
1,1	0,575	0,574	0,572	0,571	0,569	0,568	0,567	0,565	0,564	0,562
1,2	0,561	0,560	0,559	0,558	0,557	0,556	0,554	0,553	0,552	0,551
1,3	0,550	0,549	0,548	0,547	0,546	0,545	0,544	0,543	0,542	0,541
1,4	0,540	0,539	0,538	0,538	0,537	0,536	0,535	0,534	0,534	0,533
1,5	0,532	0,531	0,530	0,530	0,529	0,528	0,528	0,527	0,526	0,526
1,6	0,526	0,525	0,525	0,524	0,524	0,523	0,522	0,522	0,521	0,521
1,7	0,520	0,520	0,519	0,519	0,518	0,518	0,518	0,517	0,517	0,516
1,8	0,516	0,516	0,155	0,515	0,514	0,514	0,513	0,513	0,513	0,512
1,9	0,512	0,512	0,511	0,511	0,511	0,511	0,510	0,510	0,510	0,509
2,0	0,509	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 04-05-65241а)

Литература

1. Блохинов Е.Г. Распределение вероятностей величин речного стока. М.: Наука, 1974. -169 с.

2. ГОСТ 19179-73 "Гидрология суши. Термины и определения", М., 1978. - 34 с.

3. ГОСТ 27751-88 "Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения по расчету ". Госстрой СССР, М.: Изд.стандартов, 1989 – 6 с.

4. Инженерно-экологические изыскания для строительства. СП 11-102-97. – 40 с.

5. Материалы по режиму рек СССР. Водный кадастр Союза ССР. Л.: Гидрометеоиздат.

6. Международный гидрологический словарь. ВМО, № 385, 1974. – 393 с.

7. Методические рекомендации по учету влияния хозяйственной деятельности на сток малых рек при гидрологических расчетах для водохозяйственного проектирования. - Л.: Гидрометеоиздат, 1966. - 168 с.

8. Методические указания по оценке влияния хозяйственной деятельности на сток средних и больших рек и восстановлению его характеристик. - Л.: Гидрометеоиздат, 1986. -130 с.

9. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Л., Гидрометеоиздат.т.1 вып.1-22.

10. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. Л.,Гидрометеоиздат, 1984. - 448 с.

11. Рекомендации по анализу данных и контролю состояния водосбросных сооружений и нижних бьефов гидроузлов. П75-2000/ВНИИГ, СПб, 2000, п.6.11, прил.5

12. Рекомендации по приведению рядов речного стока и их параметров к многолетнему периоду. Л.,Гидрометеоиздат, 1979. - 64 с.

13. Рекомендации по расчетам внутригодового распределения стока при строительном проектировании. – Гидрометеоиздат, Л.: 1975. – 72 с.

14. Рекомендации по статистическим методам анализа однородности пространственно-временных колебаний речного стока. - Л.: Гидрометеоиздат, 1984. - 78с.

15.Ресурсы поверхностных вод (РПВ) СССР. т.1 - т.20. Л., Гидрометеоиздат.

16. Рождественский А.В. Оценка точности кривых распределения гидрологических характеристик. - Л.: Гидрометеоиздат, 1977. – 269 с.

17. Рождественский А.В., Ежов А.В., Сахарюк А.В. Оценка точности гидрологических расчетов. Л.: Гидрометеоиздат, 1990. – 276 с.

18. Руководство по определению гидрографических характеристик картометрическим способом . Л., Гидрометеоиздат, 1986. - 92 с.

19. СНиП II-58-75. Нормы проектирования. Часть II. Электростанции тепловые. Гл.58. Госстрой СССР, Москва, 1976.

20. СНиП 2.06.04.-82* «Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов)». Минстрой России, Москва, 1995. - 45 с.

21. СНиП 2.04.02-84 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения». Госстрой СССР, Москва, 1985. – 136 с.

22. СНиП 2.06.15-85 «Инженерная защита территорий от затопления и подтопления». Госстрой СССР, Москва, 1986. – 20 с.

23. СНиП 2.06.01-86 «Гидротехнические сооружения. Основные положения проектирования». Госстрой СССР, Москва, 1987. – 30 с.

24. СНиП 10-01-94 «Система нормативных документов в строительстве. Основные положения». Минстрой России, Москва, 1994. – 21 с.

25. СНиП 11-02-96 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения». Минстрой России, Москва, 1997. – 44 с.

26. Сотникова Л.Ф. Оценка точности расчетной гидрологической информации. В кн. Регулирование и комплексное использование водных ресурсов. М.: Наука, 1987, гл.3, с.50-79.

27. СП 11-103-97 «Инженерно-гидрометеорологические изыскания для строительства». Госстрой России, Москва, 1997. – 29 с.

28. СП 33-11-2003 «Определение основных расчетных гидрологических характеристик». Госстрой России, Москва, 2003.-74 с.

29. Чеботарев А.И., Общая гидрология. Л.: Гидрометеоиздат, 1975. – 544 с.

30. Чеботарев А.И. Гидрологический словарь. Л.: Гидрометеоиздат, 1978. – 308 с.

gost.e-ecolog.ru