

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

---

Кубанский государственный аграрный университет

---

Кафедра гидравлики и сельскохозяйственного водоснабжения

# **ИНЖЕНЕРНАЯ ГИДРОЛОГИЯ**

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ  
ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ  
ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ  
ПРИМЕРЫ РАСЧЕТОВ



Краснодар – 2011

УДК 556.53(075.8)  
ББК 26.222.5  
П17

Рецензент – профессор кафедры СЭВО **В. Т. Островский**

**Папенко И. Н., Ткаченко В.Т. Неищенко А.А.**

П17 Методическое пособие по изучению дисциплины «Инженерная гидрология» и выполнению контрольных работ студентами заочной формы обучения: Учебно-методическое пособие. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – 45 с.

Пособие содержит методику изучения инженерной гидрологии и методику выполнения контрольной работы по дисциплине.

Методическое пособие предназначено для студентов специальности 280301.65 – «Инженерные системы водоснабжения и водоотведения» и 280401.65 «Водохозяйственное строительство и мелиорация».

**УДК 556.53(075.8)**  
**ББК 26.222.5**

© Папенко И. Н., Ткаченко В.Т. Неищенко  
А. А.,  
© ФГОУ ВПО «Кубанский государственный  
аграрный университет», 2011

## ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Гидрология — наука, изучающая гидросферу, включая океаны, моря, реки, озера, болота, почвенные и грунтовые воды, снег и ледники, влагу атмосферы, а также ее свойства и протекающие в ней процессы и явления во взаимосвязи с атмосферой, литосферой и биосферой.

Вода — главный источник жизни на Земле и развития человеческой цивилизации. С древнейших времен жизнь человека связана с водой. Она широко используется в промышленности, энергетике, в сельском, рыбном хозяйстве .

Гидрология проводит учет водных запасов и водного баланса; устанавливает расчетные расходы за каждый месяц года каждый сезон и год, а также максимальные и минимальные их величины , необходимые при проектировании и эксплуатации водохозяйственных объектов, изучает вопросы испарения, температурного и ледового режима, стока растворенных веществ, дает гидрологические прогнозы, изучает русловые процессы и формирование наносов, проблемы малых рек и внутренних морей.

Инженер – специалист водного хозяйства должен уметь правильно оценивать водные ресурсы и гидрологический режим водных объектов, грамотно проводить расчеты, предвидеть не только близкие результаты, но и отдаленные последствия вмешательства человека в природную среду. Гидрология тесно связана с метеорологией, гидравликой, геоморфологией, геологией и другими науками.

В настоящем курсе изучается гидрология суши, рассматривающая поверхностные воды (реки, озера, болота) явления и процессы в них происходящие ,а также закономерности с которыми эти процессы развиваются. Особое внимание уделяется инженерной гидрологии, разрабатывающей методы гидрологических расчетов и прогнозов, на основании данных гидрометрии.

Гидрометрия — это раздел суши, в котором рассматриваются методы наблюдения за режимом водных объектов, применяемые при этом устройства и приборы измерений характеристик, а также способы обработки результатов их измерений. В настоящее время на территории страны действует более 6 500 пунктов гидрометрических наблюдений, находящихся в ведении Госкомгидромета, и около 1700 пунктов, принадлежащих другим министерствам и ведомствам. На базе гидрометрических наблюдений изучаются закономерности гидрологических явлений.

Основная цель изучения курса — получить студентами знания о факторах и закономерностях формирования поверхностного стока, режимах рек, озер, болот, основных методах водохозяйственных расчетов, научиться применению этих методов при проектировании и эксплуатации водохозяйственных объектов и гидротехнических сооружений на них, анализу и оценке результатов исследований и расчетов.

Освоение курса предполагает последовательную проработку материала в соответствии с типовой программой, утвержденной УМО применительно к учебному Т-196 от 15 июня 1988 года (Госкомитет по народному образованию).

В процессе работы с литературой студент составляет конспекты, проверяет усвоение материала по вопросам самопроверки, параллельно с прохождением отдельных разделов составляет письменные контрольные работы, сначала по гидрологии, а затем, как продолжение, курсовую работу по регулированию стока. Основная часть курса изучается заочно, только главные разделы в виде лекций и практических занятий, выносятся на сессию.

## Библиографический список

1. Железняков Г. В., Неговская Т.А., Овчаров Е.Е. Гидрология, гидрометрия и регулирование стока. М.; Колос, 1984. 432 с.
2. Овчаров Е.Е., Захаровская Н.Н., Прошляков И.В., и др. Практикум по гидрологии, гидрометрии и регулированию стока: Учебное пособие М.; ВО Агропромиздат, 1988. 224 с.
3. Пособие по определению расчётных гидрологических характеристик. Л.; Гидрометеиздат, 1984. 448 с.
4. Строительные нормы и правила СНиП 2.01.14-83. Определение расчетных гидрологических характеристик. М.; Стройиздат. 1985. 36 с.
5. Быков В.Д., Васильев А.В. Гидрометрия. Л.; Гидрометеиздат, 1977. 438 с.
6. Горошков И.Ф. Гидрологические расчёты. Л.; Гидрометеиздат., 1979. 431 с.
7. Мезенцев В.С. Гидрологические расчеты в мелиоративных целях. Омск: 1982.80с.
8. Плешков Я.Ф. Регулирование речного стока. Л., Гидрометеиздат, 1975. 500 с.
9. Руководство по гидрологическим расчётам при проектировании водохранилищ. Л.; Гидрометеиздат, 1983.
10. Практикум по гидрологии и регулированию стока. / Дьяченко Н. П., Папенко И. Н.; Кубан. гос. аграр. ун-т. – Краснодар, 2008. –155 с.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение курса начните с определения гидрологии как науки, ее связи со смежными дисциплинами; разберите деление гидрологии на отдельные части, в том числе на измерительную часть — гидрометрию. Определите задачи гидрологии для комплексного использования водных ресурсов и их охраны.

Изучая вопросы круговорота воды в природе и водного баланса, обратите внимание на распределение воды на поверхности земного шара, на связь теплового и водного балансов суши, водные ресурсы Земли, влияние на них антропогенной деятельности и охрану водных ресурсов.

Далее необходимо усвоить основные характеристики реки и ее системы, речного бассейна, долины реки, русла реки, изучить закономерности изменения продольного профиля реки, понять причины возникновения поперечного уклона и появления естественной поперечной циркуляции, иметь представление об использовании космических методов в гидрологии.

ЛИТЕРАТУРА [1]. Введение, с.3—37.

### **Тема 1. Кривые распределения и обеспеченности, применяемые в гидрологии**

В гидрологии широко применяются методы математической статистики, основанные на теории вероятности. В начале темы изучаются статистические характеристики ряда наблюдений, их погрешности; построение гистограммы распределения, превращения ее в кривую распределения (вероятностей) и затем в кривую обеспеченности. Особое внимание уделите кривым биномиального распределения, трехпараметрического гамма-распределения, методике построения кривых обеспеченности, их свойствам и недостаткам. Разберите также проверку построенных аналитических кривых данными гидрометрических наблюдений наложением эмпирических точек. Изучите подробно методы определения основных параметров (среднего арифметического, коэффициентов изменчивости и асимметрии) кривых обеспеченности при наличии достаточного количества данных наблюдений

(метод моментов, наибольшего правдоподобия, графоаналитический), при недостатке данных (метод гидрологической аналогии, корреляции, аналитического приведения и др.), при отсутствии данных (по картам изолиний или эмпирическим формулам). Разберите математическое моделирование гидрологических рядов.

ЛИТЕРАТУРА: [1]. с.143-166; 2. с.75-114.

### *Вопросы для самопроверки*

1. Что называется повторяемостью (вероятностью) гидрологической величины?
2. Что называется обеспеченностью (вероятностью превышения) гидрологической величины?
3. Какие характерные точки имеет кривая распределения?
4. При каком соотношении  $C_s/C_v$  биномиальная кривая неприменима для расчетов стока?
5. Как построить аналитическую кривую обеспеченности?
6. Какие параметры и таблицы необходимы для построения аналитической кривой обеспеченности?

## **Тема 2. Режим рек. Озера и болота**

При изучении рассмотрите типы питания рек, деление гидрографов по типу питания. Затем разберите классификацию рек по режиму стока.

Рассматривая ледовый режим рек, изучите процесс замерзания рек, ледостав, вскрытие, внутриводный лед. Обратите внимание на зависимость толщины льда от суммы отрицательных температур.

В теме «Озера» уясните классификацию озер, их водный баланс, температурный и ледовый режимы; влияние озер на речной сток. Изучите также тему «Ветровые волны и сейши».

Рассмотрите образование болот, их классификацию. Разные типы болот выполняют различную гидрологическую роль. Влияние заболоченности на фазы речного режима зависит от географического положения водосборов, от степени заболоченности и от водности (обеспеченности) года. После осуше-

ния территорий изменяется величина испарение с земной и водной поверхности, увеличивается емкость аккумуляции деятельного слоя, изменяются водно-физические свойства торфа и резко увеличивается густота речной сети что необходимо учитывать в каждом конкретном случае при составлении проектов строительства и эксплуатации водохозяйственных объектов.

В заключение уясните роль ледников в питании рек.

ЛИТЕРАТУРА: [1]. с.125—143.

### *Вопросы для самопроверки*

1. Что такое заторы и зажоры?
2. Как влияют на максимальный сток рек озера, болота?
3. Как разделяются озера по происхождению?

### **Тема 3. Климатические факторы стока**

Основная цель темы — выявить влияние различных климатических факторов на речной сток.

Климат является главным фактором, определяющим сток рек и его распределение по сезонам. Из климатических характеристик особенно тесно связаны со стоком влажность и температура воздуха, испарение и осадки.

Рассмотрите характеристики влажности воздуха (абсолютную и относительную влажность, дефицит, точку росы); приборы для наблюдения за влажностью воздуха и психометрические таблицы.

Изучите приборы для измерения температуры воздуха; его давления; направления и скорости ветра; для измерения жидких и твердых осадков; испарители всех систем; приборы для измерения влажности почвы и др. Разберите методику расчета испарения с водной поверхности при наличии и отсутствии материалов наблюдений для водоемов разных площадей. Затем рассмотрите методику наблюдений и расчетов испарения с поверхности почвы; с растительного покрова; с поверхности снега и льда; суммарного испарения с речного бассейна (методом водного и теплового балансов, связи теплового и водного баланса, турбулентной диффузии и др.), среднего многолетнего месячного суммарного испарения (метод отношений и комплексный метод), испарения с орошаемых земель.

Изучите виды и закономерности выпадения осадков, их распределение по поверхности суши, методику определения среднего количества осадков для бассейна реки.

Рассмотрите также тему «Климатические факторы и годовой сток».



В заключение подробно разберите уравнение водного и теплового баланса речного бассейна для одного года и в многолетнем разрезе.

ЛИТЕРАТУРА: [1], с.166—194.

#### *Вопросы для самопроверки*

1. Объясните устройство метеорологических приборов и методы работы с ними.
2. Охарактеризуйте основные факторы стока.

#### **Тема 4. Годовой сток и его изменчивость**

Приступая к изучению этой темы, прежде всего, необходимо усвоить единицы измерения стока (см. задание по гидрологии). Далее необходимо понять, что сток реки формируется под воздействием многих факторов: климатических, физико-географических, хозяйственной деятельности человека и др. Годовой сток реки не остается постоянным, он непрерывно колеблется. Обратите внимание на цикличность в колебаниях годового стока, ее причины.

Важнейшей характеристикой стока является средняя многолетняя величина, или норма годового стока. Подробно изучите определение ее при наличии длительных гидрометрических наблюдений, недостатке данных (метод аналогии, корреляцию, графического и аналитического приведения) и при отсутствии данных (карты среднего многолетнего стока, интерполяции между опорными пунктами).

При определении нормы годового стока по многолетним данным необходимо учитывать цикличность стока (способ сокращенной суммарной кривой). Обратите внимание на определение средней квадратической ошибки нормы годового стока при отсутствии и наличии коррелятивной связи стока смежных лет, на погрешности в определении коэффициента изменчивости.

ЛИТЕРАТУРА: [1], с.194—205.

#### *Вопросы для самопроверки*

1. Какой период наблюдений необходим для вычисления средней многолетней величины как средней арифметической годовых величин стока?
2. Как выбрать бассейн-аналог при недостаточности гидрометрических данных?

3. Как определить норму стока при отсутствии данных: а) для горных рек; б) для озерной реки; в) для малого водосбора?

### **Тема 5. Внутригодовое распределение стока**

Эта тема посвящена вопросам распределения стока по сезонам, месяцам, декадам внутри года. Рассмотрите влияние на внутригодовое распределение стока климатических, физико-географических (особенно озерности, гидрогеологических условий, залесенности) и других факторов и человеческой деятельности.

Главная задача темы — изучение методов расчета внутригодового распределения стока при наличии многолетних данных (компоновки, реального года, кривой продолжительности суточных расходов воды) и при недостатке и отсутствии данных.

ЛИТЕРАТУРА: [1]. с.205—215.

#### *Вопросы для самопроверки*

1. В чем сущность методов компоновки, реального года?
2. Как строят обобщенную (абсолютную) и среднюю кривую обеспеченности суточных расходов воды?
3. Как вычисляется расчетный гидрограф для недостаточно изученной и неизученной в гидрологическом отношении реки?

### **Тема 6. Формирование поверхностного стока**

В теме рассматриваются закономерности возникновения поверхностного стока, стекание со склонов водосбора и по русловой сети; связи между поступлением воды на водосбор (жидкие осадки, талые воды) и формированием гидрографа на реке. Изучите процессы стекания, инфильтрации, поверхностной аккумуляции, добегания вод по склонам и руслам. Усвойте генетическую формулу стока, положенную в основу расчетов максимального стока.

ЛИТЕРАТУРА: [1]. с.215—220.

## Вопросы для/самопроверки

1. Какие фазы поверхностного стока выделены Н.Е. Долговым?
2. В чем сущность метода изохрон?

### **Тема 7. Максимальный сток талых и дождевых вод**

Цель темы — определение расчетных максимальных расходов воды, необходимых при проектировании гидротехнических сооружений и мелиоративных систем.

Тема является одной из основных в расчетах стока. Вначале разберите факторы весеннего половодья: запасы снега, интенсивность снеготаяния, инфильтрацию, аккумуляцию на поверхности бассейна и др.

Далее изучите факторы ливневого стока: интенсивность ливня, инфильтрацию воды в почву, добегание ливневых вод до замыкающего створа. Затем перейдите к влиянию на максимальный сток площади водосбора, озерности, залесенности, заболоченности, рельефа, почвогрунтов и др.

Особое внимание обратите на расчеты максимальных расходов. Усвойте, какая продолжительность наблюдений необходима в разных географических зонах, какие условия должны быть выполнены, чтобы данные для расчетов считать достаточными. Уясните, как определяются параметры кривых обеспеченности; какие формулы употребляются при наличии исторических максимумов; какие соотношения  $C_s/C_v$  чаще всего встречаются. Обратите внимание, в каких случаях к максимальному расходу прибавляется гарантийная поправка. Далее разберите случай, когда максимумы отдельных лет наблюдаются в разные сезоны и не связаны между собой (максимумы смешанного происхождения). Затем перейдите к расчетам максимального стока при недостаточности (метод аналогии, корреляции) и отсутствии данных наблюдений (расчетные формулы). Поймите структуру формулы для подсчета максимальных расходов талых вод, определение основных коэффициентов, входящих в эту формулу. Далее перейдите к редуцированной формуле для подсчета расчета дождевых расходов средних рек, а затем к формуле предельной интенсивности, рекомендованной для расчетов дождевых расходов малых рек. В заключение изучите способы определения расчетных гидрографов половодий и паводков.

ЛИТЕРАТУРА: [1]. с.220—238.

### *Вопросы для самопроверки*

1. Какая расчетная ежегодная вероятность превышения  $P$ , % рекомендуется при расчете максимальных расходов воды в зависимости от класса капитальности сооружения?
2. Как определяется вероятность превышения  $P$ , % максимальных расходов воды и слоев стока при построении эмпирических кривых обеспеченности?
3. Как определить расчетный слой суммарного стока половодья?
4. Как вычислить максимальный расход талых вод для горной реки?

### **Тема 8. Минимальный расход воды рек**

Задача темы — определение расчетных минимальных расходов воды, необходимых при проектировании водоснабжения, орошения, охраны рек.

В начале темы рассмотрите условия формирования меженного стока, влияние на него грунтового питания, площади водосбора (глубины вреза долины), почвогрунтов водосбора, озер, болот. Рассмотрите явления пересыхания и промерзания рек. Далее перейдите к расчетам минимального стока при наличии данных наблюдений, при недостаточности данных и отсутствия их. Рассмотрите карты изолиний летнего и зимнего минимального стока 80%-ной обеспеченности для средних рек. Для малых рек изучите эмпирические зависимости. Обратите внимание на учет регулирующего влияния озер.

ЛИТЕРАТУРА: [1]. с.238—243; 2. с.153—158.

### *Вопросы для самопроверки*

1. Какие кривые обеспеченности используются для определения расчетных минимальных расходов?
2. Как определяется расчетная обеспеченность расходов?
3. Как перейти от 30-дневного расхода к среднесуточному?

## **Тема 9. Речные наносы**

Тема посвящена образованию и движению речных наносов; взаимодействию потока и русла. Изучение ее начните с процессов эрозии, происходящих на поверхности водосборов рек. Разберите основные факторы, влияющие на эрозию, на смыл поверхности бассейна. Разберите гидравлические и морфологические характеристики наносов. Познакомьтесь с теориями движения взвешенных наносов. Усвойте понятие мутности потока, его транспортирующей способности, незаиляющей и размывающей скорости.

Далее изучите движение донных наносов и растворенных веществ. Поймите способы подсчета взвешенных и донных наносов. В заключение рассмотрите деформацию речного русла и классификацию рек по степени устойчивости их ложа.

ЛИТЕРАТУРА; [1]. с.243—273.

### *Вопросы для самопроверки*

1. Перечислите мероприятия по борьбе с водной эрозией.
2. При каком соотношении вертикальной составляющей скорости потока и гидравлической крупности твердой частицы она находится во взвешенном состоянии, а при каком падает на дно?
3. Как распределяется мутность по вертикали, по ширине потока?
4. Когда наблюдается наибольшая мутность на реках?
5. Как распределяется сток наносов по территории страны?
6. В каких пределах должна изменяться скорость потока на каналах?
7. Что такое сель?
8. Чему равен параметр устойчивости В.М. Лохтина?

## **Тема 10. Государственный кадастр и гидрологические прогнозы**

Водный кадастр — свод сведений и материалов наблюдений по всем рекам, озерам, водохранилищам и т.п. Каждый инженер-мелиоратор обязан знать, где публикуются материалы.

Цель темы — ознакомление студентов с различными изданиями государственного водного кадастра, включающими «Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши», «Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши», основными гидрологическими характеристиками (ОГХ) и т.д.

Гидрологические прогнозы необходимы для правильной эксплуатации мелиоративных систем, водохранилищ и других сооружений. Рассмотрите основные методы гидрологических прогнозов, а также организацию службы прогнозов.

ЛИТЕРАТУРА: [1]. с.122—125, 278–283.

### **ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ГИДРОЛОГИИ**

Номер варианта студентам предлагается выбрать из приложения №1 согласно порядкового номера списка административной группы.

Например, если номер по списку 9, то и вариант 9, а период наблюдений (годы) с 1953 по 1962 годы (приложение 1).

**Задание №1. Определить среднюю многолетнюю величину (норму) годового стока при наличии данных наблюдений.**

Исходные данные - среднегодовые расходы воды (приложение 1) реки Цна – п. Княжево с 1953 по 1962 годы.

Нормой гидрологических величин называется среднее арифметическое значение характеристик гидрологического режима за многолетний период такой продолжительности, при увеличении которой полученное среднее значение существенно не меняется.

Репрезентативность или представительность ряда выявляется построением сокращенной интегральной кривой (литература: 2, с. 105), с помощью которой из многолетнего ряда наблюдений исключаются неполные циклы водности. Цикл — это сочетание многоводных, маловодных и средних по водности лет. Включение в расчетный период одной многоводной фазы дает преувеличение, только маловодной — преуменьшение нормы стока. Год является много-

водным, если значение среднего расхода больше нормы стока. Маловодным, если значение среднего годового расхода меньше нормы.

Однородность и репрезентативность ряда наблюдений в контрольной работе не проверяются.

При наличии длительных (50—80 лет) наблюдений и неизменных физико-географических и хозяйственных условий, а также, если период наблюдений включает не менее двух полных циклов колебаний водности реки, величина среднего многолетнего стока вычисляется по формуле:

$$Q_o = \frac{\sum Qi}{n} \quad (1)$$

где  $Qi$  — средний годовой сток за  $i$ -й год;

$n$  — число лет наблюдений (для уменьшения объема расчетов, период наблюдений сокращен до 10 лет).

Пример. Определить среднюю многолетнюю величину (**норму**) годовых расходов реки Обнора у п. Шарма по данным с 1967 по 1976 гг. (10 лет).

$$Q_o = \frac{\sum Qi}{n} = \frac{124.02}{10} = 12.4 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Напомним, что расход воды — это объем воды, протекающей через живое сечение потока в одну секунду.

Полученную норму в виде среднего многолетнего расхода воды требуется выразить через другие характеристики стока: модуль, слой, объем и коэффициент стока.

**Модуль стока** — количество воды, стекающее с единицы площади водосбора в единицу времени.

Средний многолетний модуль стока вычислить по соотношению:

$$M_o = \frac{Q \cdot 10^3}{F} = \frac{12.4 \cdot 10^3}{1800} = 6.89 \text{ л/с} \cdot \text{км}^2 \quad (2)$$

где  $F$  — площадь водосбора,  $\text{км}^2$  (приложение 1).

**Объем стока** — объем воды, стекающей с водосбора за какой-либо интервал времени.

Вычислить средний многолетний объем стока за год:

$$W_o = Q_o \cdot T = 12.4 \cdot 31,54 \cdot 10^6 = 391,1 \cdot 10^6 \text{ м}^3, \quad (3)$$

где  $T$  — число секунд в году, равное  $31,54 \cdot 10^6$ .

**Слой стока** — количество воды, стекающее с водосбора за какой-либо интервал времени, равное толщине слоя, равномерно распределенного по площади этого водосбора. Слой стока выражается в мм.

Средний многолетний слой стока вычислить по зависимости:

$$h_0 = \frac{W_0}{F \cdot 10^3} = \frac{391,1 \cdot 10^3}{1800} = 217 \text{ мм/год.} \quad (4)$$

**Коэффициент стока** — отношение величины (объема или слоя) стока к количеству выпавших на площадь водосбора осадков, обусловивших возникновение стока.

Средний многолетний коэффициент стока.

$$h = \alpha_0 = \frac{h_0}{x_0} = \frac{217}{750} = 0,289, \quad (5)$$

где  $X_0$  — средняя многолетняя величина осадков в год, мм.

Оценка репрезентативности (достаточности) ряда наблюдений определяется величиной относительной средней квадратической ошибки средней многолетней величины (нормы) годового стока, вычисляемой по формуле:

$$\varepsilon_Q = \frac{C_v}{\sqrt{n}} \cdot 100\%, \quad (6)$$

где  $C_v$  — коэффициент изменчивости (вариации) годового стока; длина ряда считается достаточной для определения  $Q_0$ , если  $\varepsilon_Q < 10\%$ . Величина среднего многолетнего стока при этом называется нормой стока.

**Задание №2. Определить коэффициент изменчивости (вариации)  $C_v$  годового стока.**

Коэффициент изменчивости  $C_v$  характеризует отклонения величины стока за отдельные годы от нормы стока, он равен:

$$C_v = \frac{\delta Q}{Q_0}, \quad (7)$$

где  $\delta Q$  — среднеквадратическое отклонение годовых расходов от нормы стока.



$$\sigma_Q = \sqrt{\frac{\sum(Q_i - Q_o)^2}{n}} \quad (8)$$

Если  $n > 30$ , то

$$Q_o = \sqrt{\frac{\sum(Q_i - Q_o)^2}{n-1}}. \quad (8a)$$

Если сток за отдельные годы выразить в виде модульных коэффициентов  $K = \frac{Q_1}{Q_o}$ ,

$$\text{то } C_v = \sqrt{\frac{\sum(k-1)^2}{n}} \quad (9)$$

а при  $n < 30$

$$C_v = \sqrt{\frac{\sum(k-1)^2}{n-1}} \quad (9a)$$

Для подсчета  $C_v$  годового стока р. Обнора у п. Шарна составляется (табл.1), из которой берется  $\sum(k-1)^2$  и подставляется в формулу 9а.

Таблица 1 - Данные для расчета  $C_v$

№ п.п.	Годы	Годовые расходы $Q_i, \text{м}^3/\text{с}$	$K = \frac{Q_i}{Q_{\text{CP}}}$	$k-1$	$(k-1)^2$
1	1967	13,2	1,07	0,07	0,0049
2	1968	14,1	1,16	0,16	0,0256
3	1969	17,0	1,37	0,37	0,1369
4	1970	12,2	0,98	-0,02	0,0004
5	1971	10,0	0,81	-0,19	0,0361
6	1972	8,35	0,67	-0,33	0,1089
7	1973	8,37	0,67	-0,33	0,1089
8	1974	14,0	1,13	-0,13	0,0169
9	1975	10,8	0,87	-0,13	0,0169
10	1976	15,0	1,27	0,37	0,0729
СУММА		124,02	10,00	0,00	0,5284
$Q_{\text{CP}}$ СРЕДНЕЕ		12,4			

Коэффициент изменчивости  $C_v$  годового стока реки Обнора у. п. Шарна равен:

$$C_v = \sqrt{\frac{\sum(k-1)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,5284}{9}} = 0,24$$

Относительная средняя квадратическая ошибка средней многолетней величины годового стока реки Обнора у п. Шарна за период с 1967 по 1976 гг. (10 лет) равна:

$$\varepsilon_Q = \frac{C_v}{\sqrt{n}} \cdot 100\% = \frac{0,24}{3,162} \cdot 100\% = 7,6\% \text{ т.е. } < 10\%$$

Относительная средняя квадратическая ошибка коэффициента изменчивости  $C_v$  при его определении методом моментов равна:

$$\varepsilon_{C_v} = \frac{1}{n+4C_v^2} \sqrt{\frac{n(1+C_v^2)}{2}} \cdot 100\% \quad (10)$$

В рассматриваемом примере:

$$\varepsilon_{C_v} = \frac{1}{10 + 4 \cdot 0,24^2} \sqrt{\frac{10(1 + 0,24^2)}{2}} \cdot 100\% = 22,5\% > 10\%$$

В нашем примере  $\varepsilon_q$  находится в пределах допустимой, а  $\varepsilon_{sv}$  больше допустимой ошибки, значит, ряд наблюдений недостаточный.

### Задание №3. Определить норму стока при коротком ряде наблюдений методом гидрологической аналогии

Река-аналог выбирается по:

- сходству климатических характеристик;
- синхронности колебаний стока во времени;
- однородности рельефа, почвогрунтов, гидрогеологических условий, близкой степени покрытости водосбора лесами и болотами;
- соотношению площадей водосборов, которые не должны отличаться более чем в 10 раз;
- отсутствию факторов, искажающих сток (строительство плотин, изъятие и сбросы воды).

Река-аналог должна иметь многолетний период гидрометрических наблюдений для точного определения нормы стока и не менее 10 лет параллельных наблюдений с исследуемой рекой.

В работе река-аналог указана под таблицей в приложении 1. Требуется на миллиметровке построить график связи модулей исследуемой реки и реки-аналога (рис. 1). За годы параллельных наблюдений наносят точки в виде ромбов. График связи представлен в виде линии, осредняющей точки. Зависимости считаются удовлетворительными, если отклонения большей части точек от средней линии не превышают  $\pm 15\%$ . Затем, по известной норме стока реки-аналога  $M_{OA}$  и кривой зависимости определяют норму стока исследуемой реки  $M_{OI}$ , выраженную через модуль стока (формула 2), и через нее вычислить норму стока в виде расхода  $Q_0$ .

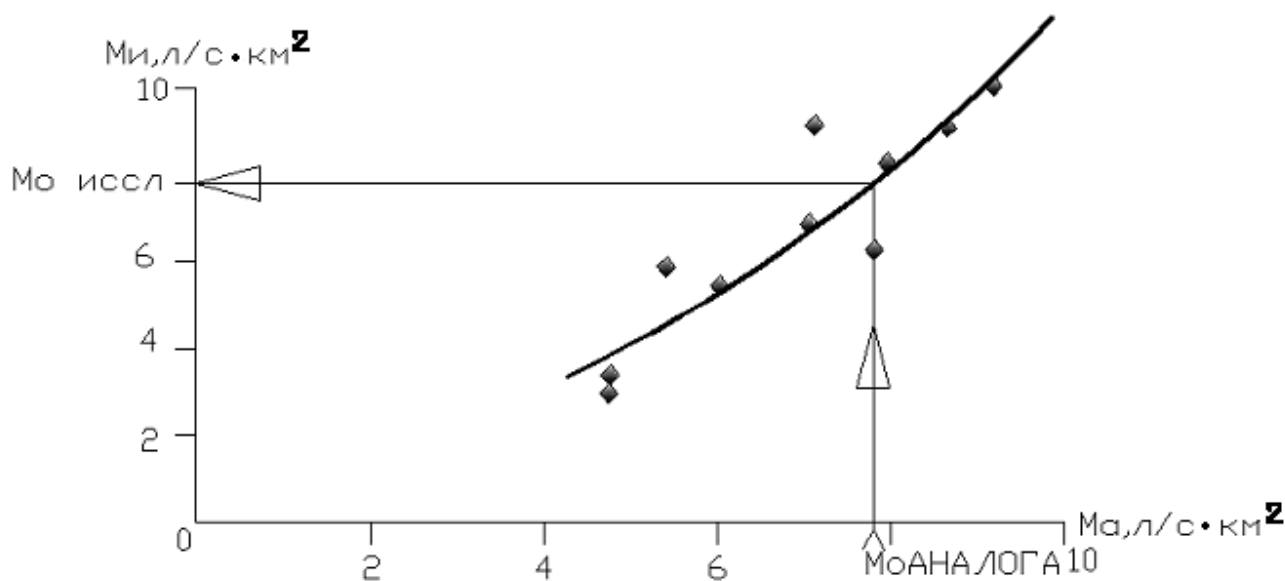


Рисунок 1 – График связи модулей стока исследуемой реки и реки аналога

Например. По графику связи среднегодовых модулей стока р. Обнора с. Шарна и р. Колпь д. Верхний Двор норма стока реки аналога  $M_{oa} - 7,92 \text{ л/с}\cdot\text{км}^2$ , для исследуемой реки  $M_{ou} - 7,95 \text{ л/с}\cdot\text{км}^2$ , а норма исследуемой реки через расход воды определится:

$$Q_o = \frac{M_o F}{10^3} = \frac{7,92 \cdot 1800}{10^3} = 14,22 \text{ м}^3/\text{с}$$

Коэффициент изменчивости годового стока вычислить по формуле:

$$C_v = A \frac{M_{oa}}{M_o} C_{va} \quad (11)$$

где  $C_v$  — коэффициент изменчивости стока в расчетном створе;

$C_{va}$  — в створе реки-аналога;

$M_{oa}$  — среднемноголетняя величина годового стока реки-аналога;

$M_o$  — норма стока исследуемой реки;

$A$  — тангенс угла наклона графика связи. В рассматриваемом примере

$$C_v = \frac{7,95}{7,92 \cdot 0,26} = 0,27$$

Окончательно принимаем

$$M_o = 7,92 \text{ л/с}\cdot\text{км}^2, \quad Q_o = 14,2 \text{ м}^3/\text{с}, \quad C_v = 0,27$$

#### **Задание №4. Построить и проверить кривую обеспеченности годового стока.**

Для характеристики возможных колебаний стока за длительный период и определения расчетных расходов в гидрологии применяют аналитические кривые обеспеченности: биномиальную кривую обеспеченности и кривую гамма-распределения. Они определяются следующими параметрами:  $Q_o$  — средней величиной,  $C_v$  — коэффициентом изменчивости (вариации) и  $C_s$  — коэффициентом асимметрии.

В работе требуется построить кривую обеспеченности годового стока, воспользовавшись кривой трехпараметрического гамма-распределения. Для этого необходимо рассчитать три параметра:  $Q_o$  — среднюю многолетнюю величину (норму) годового стока,  $C_v$  и  $C_s$  годового стока.

Пример. Используя результаты расчетов первой части работы для р. Обнора у п. Шарна, имеем  $Q_o = 14,2 \text{ м}^3/\text{с}$ ,  $C_v = 0,27$ . Коэффициент асимметрии  $C_s$  характеризует несимметричность гидрологического ряда и определяется путем подбора, исходя из условия наилучшего соответствия аналитической кривой с точками фактических наблюдений; для рек, расположенных в равнинных условиях, при расчете годового стока наилучшие результаты дает соотношение  $C_s = 2C_v$ . Поэтому принимаем для р. Обнора у п. Шарна  $C_s = 2C_v$  с последующей проверкой эмпирическими точками. (табл.3 графа 2,3)

Ординаты кривой обеспеченности определяем в зависимости от коэффициента  $C_v$  (в примере  $C_v = 0,27$ ) по таблицам, составленным С. Н. Крицким и М. Ф. Менкелем для  $C_s = 2C_v$  (приложение 2). Для повышения точности кривой необходимо учитывать сотые доли  $C_v$  и провести интерполяцию между соседними столбцами цифр (табл. 2).

Таблица 2 - Ординаты аналитической кривой обеспеченности среднегодовых расходов воды реки Обнора, п. Шарна

Обеспеченность, P %	0,01	0,1	1	5	10	25	50	75	90	95	99	99,9
Ординаты кривой <i>Kp.</i>	2,34	1,98	1,73	1,48	1,36	1,16	0,98	0,80	0,68	0,60	0,49	–

Обеспеченностью гидрологической величины называется вероятность превышения рассматриваемого значения гидрологической величины среди совокупности всех возможных ее значений.

По данным табл. 2 на клетчатке вероятности или на миллиметровке, (форматом 203X288 мм<sup>2</sup>) построить аналитическую кривую обеспеченности, откладывая по оси абсцисс  $P\%$ , а по оси ординат —  $Kp$ . Кривая обеспеченности на клетчатке вероятностей (рис 2) имеет плавный вид и удобна в пользовании.

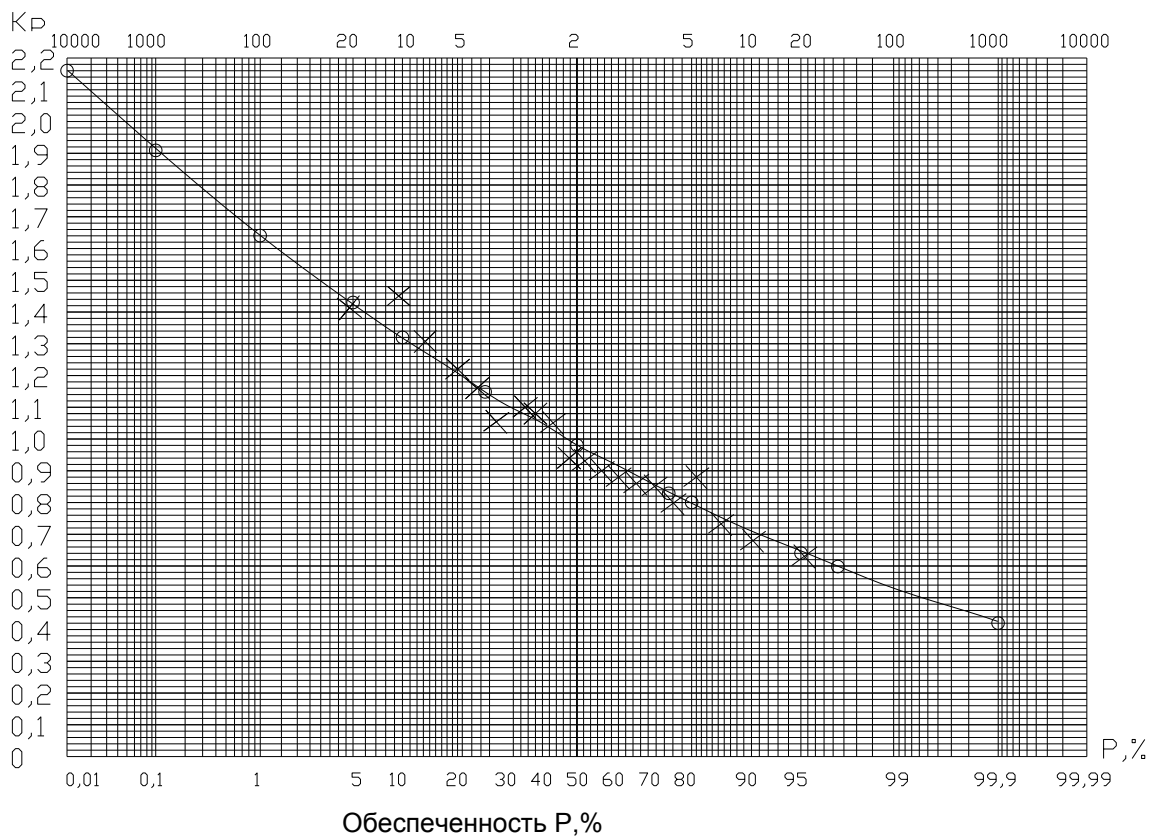


Рисунок 2 – аналитическая кривая обеспеченности стока

Построив аналитическую кривую обеспеченности на клетчатке вероятностей необходимо проверить принятое соотношение  $C_s = 2C_v$ . Для этого определяют модульные коэффициенты годовых расходов (из табл. 1, графа 4) расположить по убыванию (табл. 3) и для каждого из них вычислить его фактическую эмпирическую обеспеченность по формуле:

$$P = \frac{m}{(n+1)} \cdot 100\% \quad (12)$$

где  $P$  — обеспеченность члена ряда, расположенного в порядке убывания;

$m$  — порядковый номер члена ряда;  $n$  — число членов ряда.

Как видно на рис. 2, нанесенные точки осредняют аналитическую кривую; значит кривая построена правильно и соотношение  $C_s = 2C_v$  соответствует действительности. В противном случае необходимо изменить соотношение  $C_s$  к  $C_v$  и вновь построить аналитическую кривую обеспеченности.

Нанести эмпирические точки полученные от  $K$  и  $P$  (графа 2,3 табл.3) на поле рисунка 2. Как видно из рисунка эти точки (в виде крестика) расположены выше и ниже аналитической кривой т.е. осредняют ее. Это значит принято соотношение  $C_s = 2C_v$  ВЕРНО И КРИВУЮ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ МОЖНО ИСПОЛЬЗОВАТЬ ДЛЯ РАСЧЕТОВ.

**Таблица 3 - Данные для проверки аналитической кривой**

№ п.п.	Модульные коэффициенты по убыванию $K$	Фактическая обеспеченность $P = \frac{m}{n+1} \cdot 100\%$	Годы соответствующие $K$
1	1,37	9,1	1969
2	1,27	18,2	1976
3	1,16	27,3	1968
4	1,13	36,4	1974
5	1,07	45,5	1967
6	0,98	54,5	1970
7	0,87	63,6	1975
8	0,81	72,7	1971
9	0,67	81,8	1972
10	0,67	90,9	1973

**Задание №5. Рассчитать распределение стока внутри года методом компоновки сезонов для целей орошения с расчетной вероятностью превышения (обеспеченностью  $P=80\%$  – для факультета ВСиМ,  $P=97\%$  – для факультета ВВ).**

Расчет производится как межсезонного (по сезонам года), так и внутрисезонного (по месяцам и декадам) распределения стока. Исходными данными для расчета служат средние месячные расходы воды в реке, взятые из справочника Основные Гидрологические Характеристики (ОГХ) по варианту.

Исходные данные: среднемесячные расходы воды (приложение 1). Расчет делится на две части:

- а) межсезонное распределение, имеющее наиболее важное значение;
- б) внутрисезонное распределение (по месяцам и декадам), устанавливаемое с некоторой схематизацией.

Межсезонное распределение. В зависимости от типа внутригодового распределения стока год делится на два периода: многоводный и маловодный (межень). В зависимости от цели использования один из них назначается лимитирующим.

Лимитирующий — это наиболее напряженный с точки зрения водохозяйственного использования период (сезон). Для целей осушения лимитирующим периодом является многоводный; для целей орошения, энергетики — маловодный. В период включается один или два сезона. На реках с весенним половодьем для целей орошения выделяются: многоводный период (он же сезон) — весна и маловодный (лимитирующий) период, включающий в себя сезоны; лето-осень и зима, причем лимитирующим сезоном при орошении является лето-осень (при энергетическом использовании — зима).

Расчет выполняется по гидрологическим годам, т. е. по годам, начинающимся с многоводного сезона. Сроки сезонов назначаются едиными для всех лет наблюдений с округлением их до целого месяца. Продолжительность многоводного сезона назначается так, чтобы в границах сезона помещалось половодье, как в годы с наиболее ранним сроком наступления, так и с наиболее поздним сроком окончания.

В задании продолжительность сезона принята следующей: весна — апрель, май, июнь; лето-осень — июль, август, сентябрь, октябрь, ноябрь; зима — декабрь и январь, февраль, март следующего года.

Величина стока за отдельные сезоны и периоды определяется суммой среднемесячных расходов (табл. 4). В последнем году к расходу за декабрь прибавляются расходы за три месяца (I, II, III) первого года.

При расчете по методу компоновки внутригодовое распределение стока принимается из условия равенства вероятности превышения стока за год, стока за лимитирующий период и внутри его за лимитирующий сезон. Поэтому необходимо определить расходы заданной проектом обеспеченности (в задании  $P = 80\%$ ) для года, лимитирующего периода и сезона. Следовательно, требуется рассчитать параметры кривых обеспеченности ( $Q_0$ ,  $C_v$  и  $C_s$ ) для лимитирующего периода и сезона (для годового стока параметры вычислены в первой части задания). Вычисления производятся методом моментов в табл. 4 по схеме, изложенной выше для годового стока (см. табл. 1).

Определить расчетные расходы по формулам:

$$\text{годового стока} \quad Q_{\text{рас год}} = K_{p \text{ год}} \cdot 12 \cdot Q_0, \quad (13)$$

$$\text{лимитирующего периода} \quad Q_{\text{рас меж}} = K_{p \text{ меж}} \cdot Q_{CP \text{ меж}}, \quad (14)$$

$$Q_{p. \text{год}} = K_{p. \text{год}} \cdot 12 Q_0; \quad (15)$$

$$Q_{p. \text{меж}} = K_{p. \text{меж}} \cdot Q_{\text{меж}}; \quad (16)$$

$$Q_{p. \text{л-о}} = K_{p. \text{л-о}} \cdot Q_{\text{л-о}}, \quad (17)$$

где  $K_{p. \text{год}}$ ,  $K_{p. \text{меж}}$ ,  $K_{p. \text{л-о}}$  – ординаты кривых трехпараметрического гамма-распределения (взяты из приложения 1 соответственно для  $C_v$  годового стока,  $C_v$  меженного стока и  $C_v$  для сезона лето–осень);

$Q_0$  – среднемесячный расхода воды,  $\text{м}^3/\text{с}$ ).

Одним из основных условий метода компоновки является равенство  $Q_{p. \text{год}} = \sum Q_{p. \text{сез}}$ . Однако это равенство нарушится, если расчетный сток за нелимитирующие сезоны определять по кривым обеспеченности (ввиду различия параметров кривых). Поэтому расчетный сток за нелимитирующий период (в задании – за весну) определяют по разности:

$$Q_{p. \text{вес}} = Q_{p. \text{год}} - Q_{p. \text{меж}}, \quad (18)$$

а за нелимитирующий сезон (в задании зима)

$$Q_{p. \text{зим}} = Q_{p. \text{меж}} - Q_{p. \text{л-о}}. \quad (19)$$

Расчет ведется в табличной форме. Определяют расчетные расходы, используя данные таблицы 1:

$$Q_{p. \text{год}} = K_{p. \text{год}} \cdot 12 Q_0 = 0,86 \cdot 12 \cdot 80,3 = 829 \text{ м}^3/\text{с},$$

$$Q_{p. \text{меж}} = K_{p. \text{меж}} \cdot Q_{\text{меж}} = 0,856 \cdot 425,8 = 364 \text{ м}^3/\text{с},$$

$$Q_{p. \text{л-о}} = K_{p. \text{л-о}} \cdot Q_{\text{л-о}} = 0,838 \cdot 332 = 278 \text{ м}^3/\text{с},$$

$$Q_{p. \text{вес}} = Q_{p. \text{год}} - Q_{p. \text{меж}} = 829 - 364 = 465 \text{ м}^3/\text{с},$$

$$Q_{p. \text{зим}} = Q_{p. \text{меж}} - Q_{p. \text{л-о}} = 364 - 278 = 86 \text{ м}^3/\text{с}.$$

По таблицам Крицкого – Менкеля (приложение А) по  $C_{v \text{ л-о}} = 0,19$  определяют ординату кривой обеспеченности  $K_{p \text{ л-о}} = 0,838$  и рассчитывают расход  $Q_{p \text{ л-о}}$  по формуле (3):



Таблица 4 – Расчет внутригодового (межсезонного) распределения стока методом компоновки (р. Лаба – пос. Псебай)

№ п/п	Год	Расходы за лимитирующий сезон лето–осень, м <sup>3</sup> /с					Сток лето–осень, м <sup>3</sup> /с	K	K-1	(K-1) <sup>2</sup>	Расходы за сезон весна, м <sup>3</sup> /с			Весенний сток, м <sup>3</sup> /с
		VII	VIII	IX	X	XI					IV	V	VI	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	1954	142	72	66,8	37,2	25,8	415,8	1,25	0,25	0,0625	67,5	168	196	431,5
2	1962	131	57,9	27,5	27	19,6	263,1	0,79	-0,21	0,0441	108	183	195	486
3	1947	125	62,8	66,5	64,1	109	426,4	1,29	0,29	0,0841	63,5	104	132	299,6
4	1949	108	51,4	68	49,6	32,8	309,9	0,94	-0,06	0,0036	66,4	190	192	448,4
5	1945	159	61,8	38,4	46,2	28,6	334,3	1,01	0,01	0,0001	50,5	154	223	427,6
6	1961	130	52,6	42,2	34,3	44,9	304	0,92	-0,08	0,0064	86,9	183	164	433,9
7	1933	130	75,6	57,3	56,6	58,3	377,8	1,14	0,14	0,0196	44,2	162	146	352,3
8	1951	126	65,9	36,5	26,8	35,7	290,9	0,88	-0,12	0,0144	83,2	145	180	408,3
9	1935	100	55,5	33,2	30,5	24,3	243,5	0,73	-0,27	0,0729	83,7	212	166	461,7
10	1934	124	70,3	52	60,1	43,2	349,6	1,05	0,05	0,0025	41,6	131	125	297,6
Ср.							∑332			∑0,03102				

Примечание:  $Q_{cp(l-o)} = \frac{\sum Q_{l-o}}{n} = 332 \text{ м}^3/\text{с}$ ,  $C_v = \sqrt{\frac{\sum (K-1)^2}{n-1}} = 0,19$ . По таблице Крицкого – Менкеля (приложение А) по  $C_v \text{ л-о} = 0,19$  определяют ордина-

ту кривой обеспеченности  $K_{p \text{ л-о}} = 80\%$  и вычисляют расчетный расход  $Q_{p \text{ л-о}}$  по формуле (3):

$$Q_{p \text{ л-о}} = K_{p \text{ л-о}} Q_{л-о} = 0,8 \cdot 332,0 = 265,6 \text{ м}^3/\text{с}.$$

№ п/п	Год	Расходы за лимитирующий сезон зима, м <sup>3</sup> /с				Зимний сток, м <sup>3</sup> /с	Суммарный сток за период зима+лето- осень, м <sup>3</sup> /с	К	К-1	(К-1) <sup>2</sup>	Расходы в убывающем порядке, м <sup>3</sup> /с			$P = \frac{m}{n+1} \cdot 100\%$
		XII	I	II	III						∑ сток			
											зима	весна	лето-осень	
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	1954	19,9	19,1	19	40,2	98,2	515	1,21	0,21	0,0441	138,5	486	426,4	6,73
2	1962	35,3	23,6	20,6	49,9	129,4	392,4	0,92	-0,08	0,0064	129,4	461,7	415,8	16,3
3	1947	52,2	20,2	21,4	44,7	138,5	564,9	1,33	0,33	0,1089	98,2	448,4	377,8	26
4	1949	22	16,3	14,7	40,4	93,4	403,2	0,95	-0,05	0,0025	93,4	433,9	349,6	35,6
5	1945	24,1	15,7	10,8	14,3	64,9	399,2	0,94	-0,06	0,0036	92,9	431,5	334,3	45,2
6	1961	40,7	15,8	15,7	20,7	92,9	396,9	0,93	-0,07	0,0049	86,7	427,5	309,8	54,8
7	1933	28,7	19,6	13,8	16,1	78,2	456	1,07	0,07	0,0049	85,9	408,2	304	64,4
8	1951	25,7	17,6	14,8	28,6	86,7	377,6	0,89	-0,11	0,0121	78,2	352,2	290,9	74
9	1935	21,6	15,7	16,4	21,1	74,8	318,3	0,75	-0,25	0,0625	74,8	299,5	263	83,6
10	1934	25,5	18,1	12,9	29,4	85,9	435,5	1,02	0,02	0,0004	64,9	297,6	243,5	93,3
Ср.							$Q_{ср}=425,8$			$\sum 0,2503$				

Примечание:  $Q_{ср(меж)} = \frac{\sum Q_{меж}}{n} = 425,8 \text{ м}^3/\text{с}$ ,  $C_v = \sqrt{\frac{\sum (K-1)^2}{n-1}} = 0,166$ .

$K_{р(меж)}=0,856$ .

$Q_{р(меж)}=K_{р(меж)} Q_{ср(меж)} = 0,856 * 425,8 = 364,5 \text{ м}^3/\text{с}$ .

## Расчет внутрисезонного распределения стока

Внутрисезонное распределение стока принимается усредненным по каждой из трех групп водности (многоводная группа, включающая годы с обеспеченностью стока за сезон  $P < 33\%$ ; средняя –  $33\% < P < 66\%$ ; маловодная –  $P > 66\%$ ). Для каждого сезона значения суммарных годовых расходов размещают по вертикали в порядке убывания (графы 25–27 таблицы 4) для выделения лет, входящих в отдельные группы водности, и вычисляют их фактическую обеспеченность (графа 28) по таблицам Крицкого – Менкеля или формулам

$$P = \frac{m-3}{n+0,4} \cdot 100 \text{ или } P = \frac{m}{n+1} \cdot 100,$$

где  $m$  – порядковый номер года наблюдения;

$n$  – число лет наблюдений.

Так как расчетная обеспеченность (80% по заданию) соответствует маловодному году, дальнейший расчет производят для лет, входящих в маловодную группу ( $P \geq 66\%$ ). Для этого в графу «Суммарный сток» (таблица 5) записывают расходы по сезонам, соответствующие маловодной группе, а в графу «Год» – годы, соответствующие этим расходам.

Таблица 5 – Расчет внутрисезонного распределения стока

№ п/п	Год	Суммарный сток, м³/с	Обеспеченность, %	Средние месячные расходы по убыванию, м³/с									
				Расход	Месяц	Расход	Месяц	Расход	Месяц	Расход	Месяц	Расход	Месяц
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<i>Весенний сезон</i>													
1	1933	352,2	74	162	V	146	VI	44,2	IV				
2	1947	299,5	83,6	132	VI	104	V	63,5	IV				
3	1934	297,6	93,3	131	V	126	VI	41,6	IV				
		Σ949,3		425		376		149,3					
		100%		44,8	V	39,6	VI	15,7	IV				
<i>Летне-осенний сезон</i>													
1	1951	290,9	74	126	VII	65,9	VIII	36,5	IX	35,7	XI	26,8	X
2	1962	263	83,6	131	VII	57,9	VIII	27,5	IX	27	X	19,6	XI
3	1935	243,5	93,3	100	VII	55,5	VIII	33,2	IX	30,5	X	24,3	XI
		Σ797,4		357		179		97,2		93,2		70,7	
		100%		44,8	VII	22,5	VIII	12,2	IX	11,7	X	8,8	XI
<i>Зимний сезон</i>													
1	1933	78,2	74	28,7	XII	19,6	I	16,1	III	13,8	II		
2	1935	74,8	83,6	21,6	XII	21,1	III	16,4	II	15,7	I		
3	1945	64,9	93,3	24,1	XII	15,7	I	14,3	III	10,8	II		
		Σ217,9		74,4		56,4		46,8		40,3			
		100%		34,1	XII	25,9	I	21,5	III	18,5	II		

Величины средних месячных расходов внутри сезона (по горизонтали) располагают в порядке убывания с указанием календарных месяцев, к которым они относятся (графы 6, 8, 10, 12, 14 таблицы 5). Таким образом, первым окажется расход за наиболее многоводный месяц, последним – за маловодный.

Для всех лет производят суммирование расходов отдельно за каждый сезон и по месяцам. Принимая за 100% сумму расходов за сезон, определяют долю стока каждого месяца, входящего в сезон, а в графу «Месяц» записывают месяц, который повторяется наиболее часто. Если повторений нет, следует выписать любой из встречающихся, но так, чтобы каждый месяц, входящий в сезон, дополнял месяцы, ранее определенные по большинству повторяющихся.

Умножая расчетный расход за сезон, определенный в части межсезонного распределения стока (формула 13-19), на процентную долю «А» расхода каждого месяца в расходе за сезон (таблица 5) вычисляют расчетный расход (м<sup>3</sup>/с) каждого месяца, например:

$$Q_{p.IV} = \frac{Q_{p.вес} \cdot A}{100} = \frac{465 \cdot 15,7}{100} = 73,0 \text{ м}^3/\text{с}. \quad (20)$$

Результаты расчётов сводят в таблицу.

По данным таблицы 6 на миллиметровке строят расчетный гидрограф реки (р. Лаба – пос. Псебай) P = 80% (рисунок 3).

Таблица 6 – Расчетные расходы воды за каждый месяц года (метод компоновки)

Месяц	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III
$Q_p, \text{ м}^3/\text{с}$	73	194,4	197,6	124,5	62,2	33,9	29,5	27,8	29,3	20,1	16,2	20,3

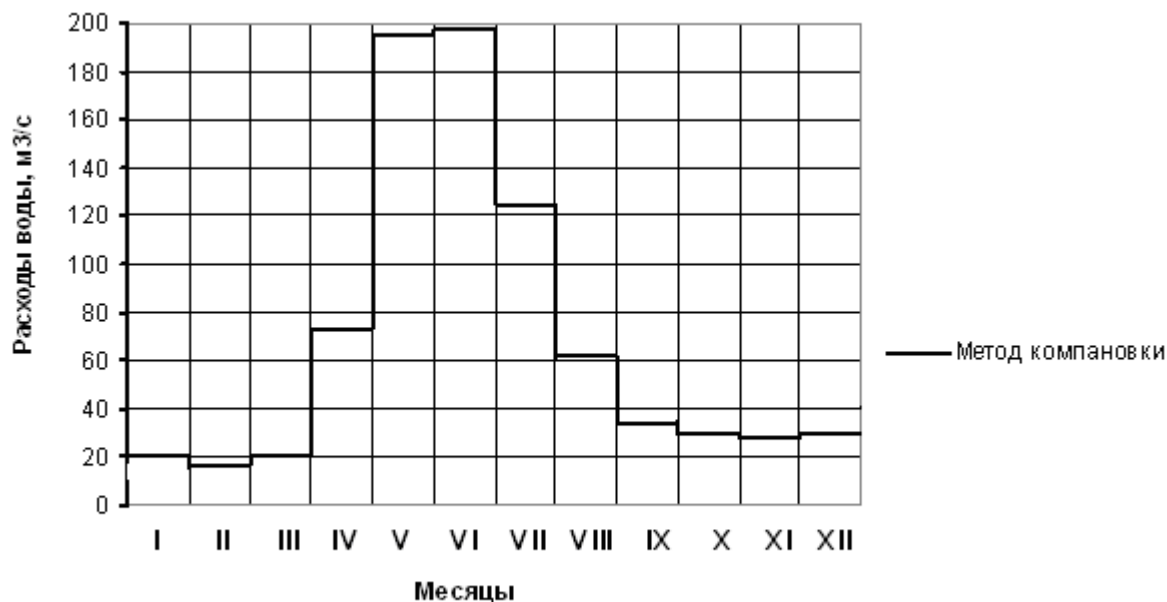


Рисунок 3 – Расчетный гидрограф реки

**6. Определить расчетный максимальный расход талых вод  $P=1\%$  при отсутствии данных гидрометрических наблюдений по формуле:**

$$Q_p = M_p F = \frac{k_0 \cdot h_p \cdot \mu F}{(F + F_1)^n} \delta \cdot \delta_1 \cdot \delta_2, \quad \text{м}^3/\text{с} \quad (21)$$

где  $Q_p$  — расчетный мгновенный максимальный расход талых вод заданной обеспеченности  $P$ ,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;

$M_p$  — модуль максимального расчетного расхода заданной обеспеченности  $P$ ,  $\text{м}^3/\text{с} \cdot \text{км}^2$ ;

$h_p$  — расчетный слой половодья, см;

$F$  — площадь водосбора,  $\text{км}^2$ ;

$n$  — показатель степени редукции зависимости  $\frac{N_p}{h_p} = f(F)$

$k_0$  — параметр дружности половодья;

$\delta$ ,  $\delta_1$  и  $\delta_2$  — коэффициенты, учитывающие снижение максимальных расходов рек, зарегулированных озерами (водохранилищами) и в залесенных и заболоченных (бассейнах);

$\mu$  — коэффициент, учитывающий неравенство статистических параметров слоя стока и максимальных расходов при  $P = 1\%$ ;  $\mu = 1$ ;

$F_1$  — дополнительная площадь водосбора, учитывающая снижение редукции,  $\text{км}^2$ , принимаемая по приложению 3.

Параметр  $k_0$  определяется по данным рек-аналогов, в контрольной работе  $k_0$  выписывается из приложения 3. Параметр  $n$  зависит от природной зоны, определяется из приложения 3. Расчетный слой стока половодья вычисляется по формуле:

$$h = K_p \cdot h, \quad (22)$$

где  $K_p$  — ордината аналитической кривой трехпараметрического гамма-распределения заданной вероятности превышения, определяется по приложению 2 в зависимости от  $C_v$  (приложение 3) при  $C_s = 2C_v$  с точностью до сотых интерполяций между соседними столбцами;

$h$  — средний слой половодья, устанавливается по рекам-аналогам или интерполяцией, в контрольной работе — по приложению 3.

Коэффициент  $\delta$ , учитывающий снижение максимального стока рек, зарегулированных проточными озерами, следует определять по формуле:

$$\delta = \frac{1}{(1 + C \cdot f_{03})} \quad (23)$$

где  $C$  — коэффициент, принимаемый в зависимости от величины среднего многолетнего слоя весеннего стока  $h$ ;  
 $f_{03}$  — средневзвешенная озерность.

Так как в расчетных водосборах нет проточных озер, а расположенная территория находится вне главного русла с  $f_{03} < 2\%$ , принимаем  $b=1$ . Коэффициент  $b_1$ , учитывающий снижение максимальных расходов воды в зеленых водосборах, определяется по формуле:

$$\delta_1 = \alpha_1 (f_L + 1)^{n_2} \quad (24)$$

где  $n_2$  — коэффициент редукции принимается по приложению 3. Коэффициент  $\alpha_1$  зависит от природной зоны, расположения леса на водосборе и общей залесенности  $f_L$  в %; выписывается по приложению 3.

Коэффициент  $b_2$ , учитывающий снижение максимального расхода воды заболоченных бассейнов, определяется по формуле:

$$\delta_2 = 1 - \beta * \lg(0,1f * \delta + 1), \quad (24)$$

где  $\beta$  — коэффициент, зависящий от типа болот, определяется по приложению 3;

$f_b$  — (=0,18) относительная площадь болот и заболоченных лесов и лугов в бассейне, %.

Пример расчёта. Рассчитать максимальный расход 1% вероятности превышения талых вод для р. Обнора с. Шарна ( $F_1=1800 \text{ км}^2$ , залесенность - 70%, заболоченность - 11%). По приложению 3 определяем  $F_1=2 \text{ км}^2$ ,  $h=90 \text{ мм}$ ,  $C_v=0,50$ ,  $n=0,25$ ,  $\mu=1$ ,  $K_0=0,017$ ,  $\alpha_1=1,00$ ;  $n_2=0,20$ ;  $\beta=0,7$ ; по приложению 2  $k_p=2,51$ ;  $h_p=k_p h=2,51 \cdot 90=226 \text{ мм}$ ;  $\delta_1=1$ ;  $\delta_1=\alpha_1(f_L+1)^{n_2}=1(70+1)^{0,20}=14,05$ ;  $\delta_2=1-\beta \lg(0,1 \cdot f_b+1)=1-0,7 \lg(0,1 \cdot 14+1)=0,2$ .

$$Q_{1\%} = \frac{k_0 \cdot h_p \cdot \mu \cdot F \cdot \delta \cdot \delta_1 \cdot \delta_2}{(F + F_1)^n} = \frac{0,017 \cdot 226 \cdot 1 \cdot 1800 \cdot 1 \cdot 14,05 \cdot 0,2}{(1800 + 2)^{0,25}} = 1283 \text{ м}^3/\text{с}$$

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Пример. Река Обнора - с. Шарна, площадь водосбора  $F=1800 \text{ км}^2$ , залесенность 70%, заболоченность 1%. Средне-многолетнее количество осадков 750 мм.

Годы	Среднемесячные расходы воды, м <sup>3</sup> /с												Средне-годовые расходы (Q <sub>ср год</sub> )	Модули стока	
	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь		Год	М <sub>и</sub> , л/с · км <sup>2</sup>
1967	1,7	2,0	3,5	88,1	29,7	3,1	2,5	2,7	2,4	15,5	4,7	2,2	13,2	7,3	8,7
1968	2,0	2,3	3,4	94,6	24,5	3,4	4,0	4,0	3,5	9,5	17,5	3,5	14,4	8,0	7,8
1969	2,8	2,4	2,5	76,4	48,4	12,4	3,3	3,0	3,4	6,9	34,1	8,4	17,0	9,4	10,2
1970	3,0	2,9	2,8	84,7	27,3	7,4	3,5	3,0	3,0	3,6	3,2	2,5	12,2	6,8	6,4
1971	2,1	1,7	2,3	62,6	31,2	3,4	3,0	2,6	3,0	3,0	2,9	2,5	10,0	5,6	6,5
1972	2,1	1,8	2,2	43,3	25,8	9,0	2,5	2,3	2,5	2,7	2,7	3,5	8,4	4,7	4,2
1973	2,2	2,5	2,6	59,6	7,9	2,6	2,3	3,0	3,5	7,1	4,1	3,2	8,4	4,7	3,9
1974	2,7	3,2	3,1	35,0	92,6	10,6	3,3	4,4	2,8	2,8	4,2	2,8	14,0	7,8	6,0
1975	3,2	3,0	4,0	83,5	4,3	4,5	3,2	8,6	3,5	3,4	4,9	2,6	10,8	6,0	6,1
1976	3,1	2,5	2,5	87,8	48,2	7,9	12,0	13,9	3,3	3,6	2,3	2,5	15,7	8,7	8,9

Бассейн-аналог р. Колпь - п. Верхний Двор.

Средняя многолетняя величина годового стока (норма)  $M_{0A}=7,9 \text{ л/с км}^2$ ,  $C_v=0,26$

Вариант 0. (1963-1972гг.), вариант 10 (1968-1977гг.), вариант 20(1972-1981гг.).

Река Саура - с. Кадышево, площадь водосбора  $F=2790 \text{ км}^2$ , залесенность 30%, болот нет, среднее многолетнее количество осадков 682мм.

Годы	Среднемесячные расходы воды, $\text{м}^3/\text{с}$												Средне- довые рас- ходы (Qер год)	Модули стока	
	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь		Год	$M_{\text{н}}, \text{л/с} \cdot \text{км}^2$
1963	34,1	32,2	36,1	970	157	66,8	104	54,8	46,2	54,4	(82,8)	(50,7)	141	5,1	4,3
1964	47,6	42,6	44,9	699	259	94,7	66,8	60,8	51,0	49,7	44,3	42,5	125	4,5	4,2
1965	37,9	41,2	56,1	574	148	71,4	53,3	50,1	46,8	48,4	45,1	55,2	102	3,7	3,5
1966	46,4	42,9	141	380	85,5	55,6	47,6	42,2	42,3	43,1	43,9	37,2	83,9	3,0	2,7
1967	27,6	33,2	36,3	332	94,6	53,9	44,4	46,1	38,4	40,4	36,9	31,4	67,9	2,4	2,5
1968	32,8	27,2	48,9	767	113	72,1	79,0	45,3	42,2	45,2	51,8	15,4	112	4,0	3,7
1969	27,4	23,0	20,0	636	104	68,1	67,4	52,4	45,5	64,9	76,8	73,7	105	3,8	2,4
1670	54,5	55,1	48,8	1120	137	77,5	54,7	48,1	48,9	52,3	66,2	44,7	151	5,4	4,2
1971	43,8	40,3	95,6	565	104	58,6	51,8	42,0	36,7	48,4	60,1	63,4	101	3,6	2,9
1972	32,7	26,4	48,6	333	67,4	51,2	44,6	26,2	27,4	37,2	48,1	60,6	67,0	2,4	1,8
1973	34,3	32,0	37,3	308	86,4	56,6	56,1	66,2	57,8	66,9	94,4	57,9	79,5	2,9	2,4
1974	52,5	48,3	138	398	128	84,9	71,8	61,2	50,0	50,8	75,4	59,2	102	3,7	3,0
1975	48,3	48,8	85,6	263	66,6	44,2	37,9	45,1	40,5	41,3	36,6	44,3	66,8	2,4	2,2
1976	44,8	44,5	53,8	485	118	83,2	94,9	118	81,8	82,4	87,4	78,9	114	4,1	3,5
1977	62,8	56,4	113	1090	131	82,6	71,1	57,7	56,4	65,3	77,4	52,3	160	5,7	5,3
1978	59,1	51,2	107	479	165	121	115	80,1	77,0	96,9	103	68,0	127	4,6	4,5
1979	61,9	70,0	74,7	634	861	210	103	84,7	63,0	67,0	99,4	133	205	7,4	5,1
1980	57,7	60,5	78,4	714	206	94,7	70,8	52,1	61,1	62,5	91,2	89,9	137	4,9	3,6
1981	79,5	84,5	135	565	135	79,6	64,0	101	71,6	66,9	82,1	61,4	127	4,6	3,6

Бассейн-аналог р. Саура - г. Пенза, средняя многолетняя величина годового стока (норма)

$M_{0A}=3,5 \text{ л/с км}^2$ ,  $C_v=0,17$



Вариант 1. (1963-1972гг.), вариант 11 (1968-1977гг.), вариант 21(1972-1981гг.).

Река Саура, г. Пенза, площадь водосбора  $F=15400 \text{ км}^2$ , залесенность 27, заболоченность 1%, среднее многолетнее количество осадков 666мм.

Годы	Среднемесячные расходы воды, $\text{м}^3/\text{с}$												Средне- довые рас- ходы ( $Q_{\text{ср год}}$ )	Модули стока	
	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь		Год	$M_{\text{и}}, \text{л/с} \cdot \text{км}^2$
1963	18,2	20,5	18,8	435	55,6	31,1	48,8	28,5	26,7	29,4	45,5	27,6	65,5	4,3	5,1
1964	27,4	25,9	26,8	447	72,7	35,5	28,4	25,8	23,0	23,3	23,9	21,2	65,1	4,2	4,5
1965	20,2	21,6	36,2	325	77,3	33,5	21,6	22,2	20,5	23,1	21,1	30,9	54,5	3,5	3,7
1966	22,7	23,7	81,0	204	32,8	22,3	19,4	16,0	17,8	19,7	19,3	13,1	41,0	2,7	3,0
1967	13,5	16,7	19,4	239	31,8	22,0	18,8	20,9	17,2	20,3	18,2	18,7	38,0	2,5	3,4
1968	20,2	17,8	47,0	400	39,3	25,2	38,1	19,5	21,2	22,8	19,5	17,4	57,3	3,7	4,0
1969	14,3	13,2	13,5	189	31,7	30,3	20,7	22,4	18,8	27,8	33,0	24,9	37,3	2,4	3,7
1670	20,4	18,9	22,8	493	50,6	28,4	22,8	21,8	22,7	26,2	33,5	22,2	65,3	4,2	5,4
1971	21,5	19,3	93,7	217	36,0	23,1	22,0	18,3	16,7	22,0	24,1	18,8	44,4	2,9	3,6
1972	16,7	13,7	51,8	115	24,2	19,0	13,2	10,3	13,1	18,8	19,5	20,3	26,3	1,7	2,4
1973	17,3	16,3	19,6	151	38,9	23,9	30,4	28,7	25,3	31,5	33,6	25,8	36,9	2,4	2,9
1974	21,3	24,1	78,4	212	46,4	36,8	29,3	25,0	19,5	22,1	25,1	18,4	46,5	3,0	3,7
1975	24,1	24,8	41,7	156	21,3	14,7	14,9	20,8	18,9	20,5	23,0	19,9	33,4	2,2	2,4
1976	22,0	22,8	20,3	221	56,2	34,3	58,4	75,3	32,3	31,4	28,5	36,4	53,2	3,5	4,1
1977	21,9	22,0	83,8	589	48,7	34,6	31,0	25,8	25,8	28,9	34,3	23,8	80,8	5,3	5,7
1978	25,6	23,6	73,6	238	52,6	44,8	42,3	28,8	29,8	35,4	38,7	29,4	55,2	4,3	4,6
1979	26,3	24,7	29,7	314	238	93,6	59,8	43,8	26,1	27,9	32,4	31,0	78,9	5,1	7,4
1980	30,3	26,7	26,8	374	31,0	26,0	25,1	23,2	22,2	24,1	32,4	31,2	56,1	3,6	4,9
1981	26,7	20,2	70,4	250	38,5	25,2	22,2	71,1	46,3	31,6	39,6	27,5	56,0	3,6	4,6

Бассейн-аналог р. Саура - с. Кадышево

Средняя многолетняя величина годового стока (норма)  $M_{\text{ОЛ}}=3,7 \text{ л/с км}^2$ ,  $C_v=0,27$

Вариант 2. (1963-1972гг.), вариант 12 (1968-1977гг.), вариант 22(1972-1981гг.).

Река Клязьма - г. Владимир, площадь водосбора  $F=14300 \text{ км}^2$ , залесенность 54%, заболоченность 3%, среднее многолетнее количество осадков 691мм.

Годы	Среднемесячные расходы воды, м <sup>3</sup> /с												Средне- довые рас- ходы (Q <sub>ср год</sub> )	Модули стока	
	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь		Год	М <sub>и</sub> , л/с · км <sup>2</sup>
1963	49,3	37,4	38,5	323	171	59,6	79,4	36,8	34,5	36,8	39,9	31,7	78,2	5,5	6,9
1964	30,7	37,2	26,2	137	78,2	41,0	34,2	31,8	30,9	36,3	31,0	40,7	46,3	3,2	4,6
1965	36,9	29,4	31,8	181	206	128	59,2	45,2	37,8	39,9	34,3	(53,8)	73,6	5,2	5,9
1966	41,6	41,7	63,3	742	104	47,1	34,5	33,6	37,7	33,0	(33,3)	(28,3)	103	6,8	9,9
1967	28,1	28,4	29,3	263	75,8	44,9	34,9	35,9	34,1	25,0	25,6	31,0	54,5	3,8	6,5
1968	26,0	24,8	33,8	361	60,5	34,8	35,4	37,4	31,9	58,7	53,8	40,0	66,5	4,7	6,6
1969	32,5	27,2	25,9	260	104	62,5	46,9	34,9	32,9	38,0	9,3	76,3	69,5	4,9	7,0
1670	42,1	32,6	40,6	602	235	48,5	37,9	30,2	32,8	52,7	70,1	56,6	107	7,5	7,5
1971	46,4	37,0	32,6	187	125	50,5	54,3	39,3	45,1	80,1	110	81,1	74,0	5,2	6,5
1972	44,8	27,2	51,2	373	81,7	40,9	30,8	23,7	26,7	30,8	31,1	38,9	66,6	4,7	5,2
1973	25,0	33,9	42,6	357	98,3	48,8	30,6	42,8	51,9	53,6	65,9	31,4	76,0	5,3	6,4
1974	56,0	52,0	87,2	324	183	95,0	73,5	55,4	39,4	47,6	79,9	53,1	95,5	6,6	7,3
1975	48,7	37,0	112	213	46,7	45,8	37,1	38,7	39,6	37,9	44,9	47,1	62,4	4,4	6,2
1976	34,1	29,0	31,2	299	192	99,5	50,5	40,6	30,0	32,4	38,6	60,7	78,1	5,5	8,4
1977	58,1	41,2	79,8	429	98,1	43,1	39,8	37,1	45,2	54,6	77,3	72,6	89,7	6,3	8,0
1978	70,3	54,8	85,2	356	143	67,5	57,1	56,0	46,3	80,9	126	74,2	101	7,1	8,1
1979	43,7	37,8	52,8	450	374	39,6	37,4	35,7	57,7	66,3	82,0	90,3	114	8,0	8,9
1980	72,9	51,5	46,3	289	399	122	137	91,0	141	75,1	83,5	84,3	133	9,3	9,5
1981	73,8	61,2	70,8	426	183	64,7	48,9	45,6	55,4	65,9	71,5	71,5	103	7,2	9,0

Бассейн-аналог р. Клязьма - Павловский Посад.

Средняя многолетняя величина годового стока (норма)  $M_{0A}=5,7 \text{ л/с км}^2$ ,  $C_v=0,37$

Вариант 3. (1963-1972гг.), вариант 13 (1968-1977гг.), вариант 23(1972-1981гг.).

Река Клязьма - пункт Павловский Посад, площадь водосбора  $F=4550 \text{ км}^2$ , залесенность 44%, заболоченность 4%, среднее многолетнее количество осадков 670мм.

Годы	Среднемесячные расходы воды, м <sup>3</sup> /с												Средне- довые рас- ходы (Q <sub>ср год</sub> )	Модули стока	
	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь		Год	М <sub>и</sub> , л/с · км <sup>2</sup>
1963	20,5	16,6	18,6	146	34,4	22,1	27,4	17,0	19,6	19,9	17,3	15,4	31,2	6,9	5,5
1964	15,8	15,8	15,6	61,2	30,8	17,3	13,4	14,4	15,8	15,4	16,0	16,9	20,7	4,6	3,2
1965	18,1	16,7	18,3	54,2	43,2	36,5	21,1	20,2	20,5	21,8	21,5	(27,8)	26,7	5,9	5,2
1966	25,0	23,6	32,9	265	34,4	21,4	20,0	20,9	30,0	25,1	21,0	19,1	44,9	9,9	6,8
1967	21,2	20,0	23,8	114	25,5	16,3	14,2	17,1	19,1	21,2	20,7	25,4	28,1	6,2	4,8
1968	18,9	19,6	33,0	105	24,6	20,4	21,3	20,2	19,2	27,7	27,9	24,8	30,2	6,7	4,9
1969	19,1	19,2	22,4	82,2	33,7	29,1	21,9	18,2	20,0	25,4	37,7	23,7	29,4	6,5	4,9
1670	24,3	18,2	22,4	219	53,9	28,0	21,7	19,6	21,3	27,0	28,6	25,8	41,9	9,2	7,5
1971	27,9	24,2	27,7	60,3	41,3	22,9	29,0	22,1	24,8	42,8	46,1	39,3	43,0	7,5	5,2
1972	21,1	21,5	34,9	102	31,2	22,5	16,5	16,0	18,3	21,3	24,2	27,1	29,7	6,5	4,7
1973	21,2	20,1	24,5	81,0	29,6	18,8	17,5	23,3	23,2	28,6	33,2	25,0	28,8	6,3	5,3
1974	23,4	26,9	35,3	75,0	56,4	33,2	21,8	22,8	21,8	24,4	32,5	27,1	33,4	7,3	6,6
1975	23,7	25,3	41,7	58,7	21,5	23,5	21,1	21,4	26,3	24,7	25,9	25,0	28,2	6,2	4,4
1976	20,8	21,3	22,0	107	65,8	54,4	29,8	30,4	23,6	25,9	27,7	31,1	38,3	8,4	5,5
1977	24,8	25,4	38,7	104	37,5	27,8	22,3	21,3	27,2	25,9	42,1	36,9	36,2	8,0	6,3
1978	25,6	23,0	30,2	92,3	42,8	35,8	29,0	27,2	27,9	37,8	39,6	32,3	37,0	8,1	7,1
1979	25,5	28,4	29,3	107	82,4	21,4	25,6	23,8	33,5	34,8	35,8	33,2	40,1	8,8	8,0
1980	25,9	25,2	23,6	88,3	66,4	34,8	54,5	46,2	52,1	34,6	36,2	31,4	43,3	9,5	9,3
1981	32,2	28,5	35,3	114	60,0	27,8	23,6	24,1	37,8	37,3	36,0	32,9	40,8	9,0	7,2

Бассейн-аналог р. Клязьма - г. Владимир

Средняя многолетняя величина годового стока (норма)  $M_{0A}=5,2 \text{ л/с км}^2$ ,  $C_v=0,25$

Вариант 4. (1963-1972гг.), вариант 14 (1968-1977гг.), вариант 24(1972-1981гг.).

Река Мокша - г. Темников, площадь водосбора  $F=15800 \text{ км}^2$ , лесистость 16%, болот нет, среднее многолетнее количество осадков 660мм.

Годы	Среднемесячные расходы воды, м <sup>3</sup> /с												Средне- довые рас- ходы (Qер год)	Модули стока	
	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь		Год	$M_{\text{и}}, \text{ л/с} \cdot \text{ км}^2$
1963	15,0	11,5	12,2	624	133	19,5	24,4	15,2	12,7	18,3	25,4	18,5	77,5	4,9	5,2
1964	12,6	12,2	11,7	488	148	39,4	20,7	20,4	17,2	17,9	17,1	16,2	68,4	4,3	4,0
1965	13,0	12,5	14,7	387	133	25,8	15,3	15,4	15,2	17,1	15,9	33,4	58,2	3,7	3,5
1966	20,7	16,6	74,5	500	35,5	18,0	15,6	13,6	15,5	16,8	27,9	14,9	64,1	4,1	4,6
1967	10,2	13,0	16,5	49,5	81,2	19,3	14,5	18,3	15,9	17,5	17,2	15,3	61,2	3,9	3,9
1968	15,2	14,0	17,1	603	52,0	26,1	21,0	17,5	16,0	20,1	17,2	14,6	69,5	4,4	4,4
1969	10,9	8,2	8,07	409	53,0	30,7	37,0	24,4	18,6	26,3	35,2	49,2	59,2	3,8	3,3
1670	19,7	17,0	18,9	691	88,9	28,1	19,9	16,9	17,2	19,3	27,6	20,8	82,1	5,2	5,1
1971	19,0	19,3	25,0	364	48,6	18,8	17,5	13,1	12,8	16,0	22,7	23,4	50,0	3,2	3,0
1972	14,3	10,5	27,9	167	21,1	12,4	10,7	8,0	8,3	14,1	18,4	20,2	28,3	1,8	2,0
1973	12,0	10,7	14,8	282	29,8	12,7	10,5	15,1	13,1	19,8	36,1	28,8	40,5	2,6	2,6
1974	22,6	20,2	52,4	440	81,7	40,4	29,0	19,5	17,3	18,0	23,4	18,7	65,3	4,1	4,4
1975	18,4	20,2	34,2	248	25,5	13,6	10,0	12,2	13,7	15,3	15,1	17,5	37,0	2,3	2,3
1976	14,2	14,1	14,4	228	75,6	22,5	22,5	35,9	56,7	36,3	28,8	29,0	53,0	50,7	3,2
1977	25,7	19,1	56,3	573	53,9	24,6	28,4	20,9	20,4	28,9	41,1	40,7	77,8	5,0	5,1
1978	26,7	22,5	70,4	424	64,9	47,4	57,2	36,2	30,3	55,0	56,1	38,6	77,5	5,0	5,0
1979	24,8	29,9	30,5	644	421	35,5	29,1	27,3	47,7	42,4	44,1	110	124		8,2
1980	37,9	22,6	22,3	386	160	56,1	46,4	44,6	46,1	39,9	57,6	67,6	82,3	5,2	8,9
1981	39,2	40,7	43,4	756	126	39,6	27,6	22,4	24,1	26,9	33,5	37,8	101	6,4	6,6

Бассейн-аналог р. Мокша - п. Шевеловский Майдан.

Средняя многолетняя величина годового стока (норма)  $M_{\text{ОА}}=3,40 \text{ л/с км}^2$ ,  $C_v=0,3$

Вариант 5. (1963-1972гг.), вариант 15 (1968-1977гг.), вариант 25(1972-1981гг.).

Река Мокша - п. Шевеловский Майдан, площадь водосбора  $F=28600 \text{ км}^2$ , залесенность 25%, заболоченность 1%, среднее многолетнее количество осадков 650мм.

Годы	Среднемесячные расходы воды, м <sup>3</sup> /с												Средне- довые рас- ходы (Qер год)	Модули стока	
	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь		Год	$M_{\text{л}}, \text{ л/с} \cdot \text{км}^2$
1963	31,9	23,6	26,4	1040	391	34,9	62,2	34,4	29,6	34,6	45,5	36,6	149	5,2	4,9
1964	25,3	23,3	25,0	693	339	77,3	43,0	37,8	30,0	30,2	29,4	23,7	115	4,0	4,3
1965	26,0	21,8	25,6	499	319	66,1	38,1	34,2	31,2	34,0	32,6	83,1	101	3,5	3,7
1966	47,2	36,1	153	963	95,6	40,2	36,3	29,6	33,1	35,2	60,9	30,2	130	4,6	4,1
1967	23,7	26,4	32,8	831	197	45,1	27,5	32,3	28,2	32,2	33,0	26,6	111	3,9	3,9
1968	28,8	25,9	28,8	1060	107	49,1	38,0	33,5	27,5	39,6	34,3	27,7	125	4,4	4,4
1969	19,5	16,8	15,2	575	146	58,4	63,2	33,5	33,1	44,9	52,0	79,9	95,2	3,3	3,8
1670	35,7	33,1	36,6	1200	190	56,8	36,0	28,2	30,6	34,3	46,9	37,5	147	5,1	5,2
1971	32,1	31,4	42,8	571	99,9	35,6	33,6	23,2	24,0	32,2	42,5	50,4	84,9	3,0	3,2
1972	27,7	20,0	46,8	319	74,0	29,8	22,6	16,2	16,0	23,7	28,2	39,7	55,3	2,0	1,8
1973	27,0	22,3	28,5	475	68,0	30,9	24,0	27,1	28,9	35,8	68,2	52,3	75,0	2,6	2,6
1974	46,2	38,2	115	785	190	89,3	68,4	42,0	32,9	31,6	42,3	34,1	126	4,4	4,1
1975	36,4	38,6	72,9	391	58,0	27,5	20,9	23,2	25,9	25,9	28,5	30,5	64,9	2,3	2,3
1976	30,2	27,6	30,2	369	177	63,3	61,4	93,3	80,1	54,4	50,7	103	95,0	3,3	3,2
1977	72,1	44,8	90,3	1060	118	36,7	49,4	37,6	37,4	56,4	81,4	66,4	146	5,1	4,9
1978	49,6	40,9	97,6	789	134	80	99,1	73,9	53,3	101	110	71,5	142	5,0	4,9
1979	43,2	56,2	55,6	1170	858	58,1	46,9	45,2	88,0	89,5	87,8	193	233	8,2	8,1
1980	67,8	53,0	48,5	718	447	155	92,5	74,8	92,0	61,8	89,5	118	168	5,9	5,2
1981	114	122	99,7	1320	294	58,3	39,2	30,3	330	39,8	58,9	73,5	190	6,6	6,4

Бассейн-аналог р. Мокша - г. Темников.

Средняя многолетняя величина годового стока (норма)  $M_{\text{ОА}}=3,5 \text{ л/с км}^2$ ,  $C_v=0,36$

Вариант 6. (1963-1972гг.), вариант 16 (1968-1977гг.), вариант 26(1972-1981гг.).

Река Суда - пункт Коракино, площадь водосбора  $F=4950 \text{ км}^2$ , залесенность 78%, заболоченность 21%, среднее многолетнее количество осадков 750мм.

Годы	Среднемесячные расходы воды, $\text{м}^3/\text{с}$												Средне- довые рас- ходы ( $Q_{\text{ср}}$ год)	Модули стока	
	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь		Год	$M_{\text{и}}, \text{ л/с} \cdot \text{км}^2$
1963	17,0	16,0	14,2	85,4	89,8	29,4	46,6	26,2	17,4	40,1	44,9	23,5	37,5	7,9	6,8
1964	17,3	14,7	14,6	86,0	139	36,0	19,7	16,4	15,0	23,0	34,2	24,8	36,7	7,4	6,7
1965	18,5	14,6	13,6	60,1	178	39,5	31,1	26,3	17,8	27,0	26,8	18,9	39,4	8,0	7,7
1966	15,4	13,2	13,7	61,1	396	64,6	31,8	40,3	42,9	963	35,2	21,0	69,3	14,0	13,1
1967	18,6	16,4	17,5	153	115	53,4	22,4	18,0	26,6	45,2	63,4	25,5	47,9	9,7	8,7
1968	17,1	14,7	17,7	144	132	37,9	21,7	17,9	18,0	32,6	34,3	20,6	42,4	8,6	7,8
1969	16,5	13,0	12,6	107	167	52,5	36,6	21,7	20,8	46,6	73,4	66,2	52,2	10,6	10,2
1670	24,2	17,7	16,7	119	97,1	29,2	17,8	14,8	23,2	33,4	21,8	17,6	36,0	7,2	6,4
1971	16,7	17,7	14,4	87,2	152	42,8	22,8	19,3	22,9	35,0	28,4	19,2	39,9	8,1	6,5
1972	13,2	11,9	10,7	94,0	74,8	26,1	14,7	11,9	11,5	12,2	9,8	19,2	25,9	5,2	4,2
1973	12,0	10,3	11,3	106	53,7	19,6	13,2	10,9	14,0	13,7	12,2	12,8	24,1	4,9	3,9
1974	10,8	10,9	24,5	21,5	158	37,7	17,3	17,9	14,4	16,7	37,4	33,1	32,3	6,5	5,9
1975	31,0	24,2	11,4	148	48,5	26,0	18,5	14,8	13,3	13,8	15,0	13,6	32,6	5,6	6,1
1976	14,2	11,8	11,1	52,7	225	109	63,0	58,5	28,7	21,3	18,5	16,1	53,5	10,6	8,9
1977	14,0	11,5	13,9	100	136	56,8	25,6	20,6	25,0	44,5	74,3	38,7	46,6	9,4	8,9
1978	20,4	16,0	16,9	128	95,1	42,5	42,7	51,8	60,0	56,2	69,3	32,6	52,6	10,6	9,4
1979	18,2	16,6	17,6	42,1	165	34,0	21,1	21,0	16,2	25,7	21,5	19,3	34,9	7,1	5,9
1980	13,8	12,0	12,1	52,6	124	28,1	276	20,0	23,2	24,2	36,6	32,2	33,9	6,9	6,5
1981	21,9	20,2	17,1	40,4	212	62,3	28,9	20,5	32,5	70,6	67,4	30,2	52,0	10,5	9,4

Бассейн-аналог р. Колпь - д.Верхний двор.

Средняя многолетняя величина годового стока (норма)  $M_{\text{ОА}}=8,1 \text{ л/с км}^2$ ,  $C_v=0,43$

Вариант 7. (1963-1972гг.), вариант 17 (1968-1977гг.), вариант 27(1972-1981гг.).

Река Колпь пункт Верхний двор, площадь водосбора  $F=3160 \text{ км}^2$ , залесенность 62%, заболоченность 33%, средне многолетнее количество осадков 750мм.

Годы	Среднемесячные расходы воды, м <sup>3</sup> /с												Среднего- довые рас- ходы (Qср год)	Модули стока	
	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь		Год	Мн, л/с · км <sup>2</sup>
1963	7,6	6,3	4,9	51,4	47,9	11,4	29,0	14,9	10,7	29,0	30,4	14,1	21,5	6,8	6,1
1964	9,3	7,8	6,8	71,9	71,2	16,9	8,2	7,2	6,5	11,2	21,3	13,7	21,0	6,7	5,2
1965	10,2	8,7	6,9	49,4	119	20,0	15,0	13,7	8,6	14,0	18,3	8,7	24,4	7,7	8,2
1966	8,8	7,0	7,2	58,6	251	25,5	11,2	20,3	24,3	55,8	18,3	9,7	41,5	13,1	9,3
1967	7,5	6,3	6,7	108	56,6	22,2	10,3	8,1	13,6	26,4	45,8	17,4	27,4	8,7	7,3
1968	8,5	7,3	9,6	118	38,7	18,6	10,5	7,9	7,5	13,1	17,8	9,1	24,7	7,8	8,0
1969	6,4	6,2	5,2	806	89,3	28,7	18,6	10,9	10,2	26,7	46,2	46,5	32,1	10,2	9,4
1670	13,1	10,2	8,5	91,7	49,3	12,5	8,7	6,8	8,9	12,8	12,8	8,3	20,3	6,4	6,8
1971	8,1	8,8	6,4	76,1	56,4	18,5	10,0	7,9	9,9	17,3	15,7	9,5	20,4	6,5	5,6
1972	7,3	5,8	6,3	56,5	31,8	11,7	6,8	5,4	5,2	5,8	7,4	8,2	13,2	4,2	4,6
1973	6,3	5,2	5,3	60,0	25,3	8,7	5,4	5,0	6,2	6,8	6,5	5,7	12,2	3,9	4,7
1974	5,1	5,4	5,6	17,0	102	16,9	8,0	8,3	7,1	8,7	21,6	19,2	18,7	5,9	6,8
1975	20,3	14,2	14,4	110	22,6	11,1	8,2	6,4	6,0	6,3	7,9	5,5	19,4	6,1	6,0
1976	5,0	4,5	4,3	37,5	142	51,8	34,1	21,5	10,7	9,3	7,5	7,6	28,0	8,9	8,7
1977	6,1	5,9	6,0	74,6	82,6	37,7	15,9	10,8	12,7	21,9	41,0	21,6	28,1	8,9	7,6
1978	10,7	7,5	7,6	94,2	52,5	21,8	21,4	23,7	12,6	28,3	40,6	19,2	19,6	9,4	11,8
1979	10,1	8,3	7,6	25,9	92,7	13,0	9,11	10,1	8,7	11,8	9,44	15,1	18,5	5,9	7,9
1980	6,4	6,6	6,1	32,7	81,9	16,8	19,2	14,0	13,6	14,1	17,7	16,3	20,4	6,5	9,6
1981	11,9	10,1	9,2	34,7	140	26,6	11,7	7,2	11,7	36,0	42,6	14,6	29,7	9,4	7,9

Бассейн-аналог р. Обнора - с. Шарна.

Средняя многолетняя величина годового стока (норма)  $M_{0A}=7,9 \text{ л/с км}^2$ ,  $C_v=0,64$

Вариант 8. (1953-1962гг.), вариант 18 (1963-1972гг.), вариант 28(1972-1981гг.).

Река Цна, с. Кузьмина Гать, площадь водосбора  $F=4260 \text{ км}^2$ , залесенность 9%, заболоченность менее 1%, среднемноголетнее количество осадков 608мм.

Годы	Среднемесячные расходы воды, м <sup>3</sup> /с												Средне- довые рас- ходы (Q <sub>ср год</sub> )	Модули стока	
	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь		Год	М <sub>и</sub> , л/с · км <sup>2</sup>
1953	3,4	3,5	5,6	140	10,4	3,5	2,8	3,4	2,7	3,7	3,2	3,6	15,5	1,6	4,0
1954	3,1	2,9	18,0	29,1	5,7	4,1	3,1	2,8	2,7	4,1	4,5	11,4	7,6	3,8	1,6
1955	19,5	24,2	181	26,4	5,9	5,7	2,7	2,5	2,7	3,5	1,1	3,5	23,4	5,5	6,6
1956	2,8	2,7	3,0	85,2	9,4	3,3	2,8	4,3	4,0	5,6	4,9	6,5	11,2	2,6	3,1
1957	4,6	12,5	7,2	143	6,7	4,3	2,6	2,7	2,6	3,6	5,1	4,3	16,6	3,9	4,0
1958	4,3	4,4	6,3	58,3	10,9	6,1	4,7	4,1	4,3	5,7	6,4	9,1	10,4	2,4	3,1
1959	4,7	4,8	27,1	89	4,3	3,0	3,1	4,4	6,5	4,5	3,5	3,5	13,4	3,2	3,5
1960	3,5	4,2	24,4	95,8	9,7	4,2	3,0	3,7	4,1	5,1	5,1	9,1	14,3	3,4	3,7
1961	4,6	4,2	80,7	11,9	6,7	4,2	3,5	3,3	4,7	5,0	5,2	6,6	11,7	2,7	2,8
1962	4,2	5,1	23,6	36,6	10,4	5,9	6,0	4,8	5,3	5,5	5,4	5,2	9,9	2,3	2,9
1963	4,1	4,0	4,2	169	8,0	4,3	4,7	4,0	3,7	4,5	7,5	3,1	18,5	4,3	4,9
1964	3,8	3,9	4,5	151	16,0	9,2	9,0	7,9	7,6	7,3	7,8	6,1	19,5	4,6	4,5
1965	5,8	3,9	36,9	22,7	12,4	5,8	4,4	4,8	5,5	5,1	6,6	17,6	10,9	2,6	2,7
1966	7,3	6,9	54,2	16,0	7,4	6,8	6,0	4,0	5,0	4,8	5,3	5,0	10,7	2,5	3,1
1967	15,4	16,0	24,8	287	39,4	13,5	9,9	12,5	12,8	16,4	16,7	13,3	39,8	2,9	2,3
1968	17,4	20,2	24,9	408	23,8	12,7	15,4	17,3	14,4	30,7	20,1	20,3	52,1	3,8	3,7
1969	16,4	7,6	12,0	234	36,3	22,3	24,2	13,6	17,3	20,7	32,1	24,9	38,6	2,8	2,8
1970	17,8	15,8	21,2	442	41,0	17,6	8,1	8,8	15,4	19,9	37,9	34,1	56,6	4,2	4,1
1971	16,6	16,4	30,1	252	27,5	8,6	8,8	7,6	10,3	23,3	29,2	29,7	38,4	2,8	2,7
1972	16,8	11,2	20,2	72,4	20,4	6,8	6,2	5,2	7,1	17,1	20,4	29,9	19,5	1,4	1,5
1973	16,3	15,5	24,7	154	19,1	9,4	11,7	15,1	17,4	30,5	42,3	37,6	32,8	2,4	2,2
1974	23,8	23,1	23,7	248	46,0	31,0	38,2	12,6	17,9	16,9	22,9	20,5	49,6	3,7	2,8
1975	23,5	24,3	45,9	109	12,9	7,0	6,3	11,4	12,6	12,6	20,8	21,5	25,6	1,9	1,8
1976	17,7	16,2	16,8	123	57,9	18,7	18,0	22,7	22,2	24,8	23,0	42,9	33,7	2,5	2,1
1977	4,8	4,3	43,4	42,6	12,0	9,7	7,6	6,2	5,2	8,6	9,7	10,7	13,7	3,2	4,0
1978	5,8	5,2	60,3	22,4	11,0	11,8	8,8	7,2	8,9	10,9	10,7	8,2	14,2	3,3	4,1
1979	7,0	7,2	9,4	226	15,4	7,0	4,4	5,8	6,7	7,7	8,3	11,4	26,4	6,2	6,8
1980	5,2	3,5	3,1	50,6	9,8	6,8	5,5	5,6	5,6	6,4	9,6	12,5	10,4	2,4	4,2
1981	12,2	10,9	91,7	103	14,7	7,1	5,5	6,4	9,1	10,4	10,3	16,9	24,9	5,8	6,6

Бассейн-аналог р. Цна - п. Княжево.

Средняя многолетняя величина годового стока (норма)  $M_{0A}=3,6 \text{ л/с км}^2$ ,  $C_v=0,56$



Вариант 9. (1953-1962гг.), вариант 19 (1963-1972гг.), вариант 29(1972-1981гг.).

р. Цна - п. Княжево, площадь водосбора  $F=13600 \text{ км}^2$ , залесенность 16%, болот нет, среднее многолетнее количество осадков 663мм.

Годы	Среднемесячные расходы воды, м <sup>3</sup> /с												Средне- довые рас- ходы (Q <sub>ср год</sub> )	Модули стока	
	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь		Год	М <sub>и</sub> , л/с · км <sup>2</sup>
1953	13,8	9,3	13,6	477	48,9	13,8	12,1	11,8	10,5	10,8	12,1	13,4	53,9	4,0	3,6
1954	10,7	7,7	11,5	111	28,4	13,9	12,2	10,5	9,4	11,8	19,1	17,0	21,9	1,6	1,8
1955	56,1	43,2	261	604	39,9	18,4	10,0	8,1	7,5	8,6	13,9	11,0	90,1	6,6	5,5
1956	11,4	12,5	17,0	290	90,7	14,4	10,0	14,4	14,1	16,6	22,7	21,9	44,9	3,3	2,6
1957	16,3	20,0	32,1	466	33,5	15,0	13,3	12,2	10,1	10,4	15,2	14,4	54,9	4,0	3,9
1958	15,6	15,0	22,6	246	65,1	15,9	19,0	12,7	14,8	20,4	27,3	24,6	41,6	3,1	2,4
1959	21,2	15,1	26,6	416	25,7	11,5	8,5	5,5	8,5	20,6	14,1	5,6	48,2	3,5	3,2
1960	8,2	12,0	19,5	449	36,0	10,8	8,9	8,3	8,7	10,0	11,0	26,5	50,5	3,7	3,4
1961	18,3	11,7	143	173	28,8	13,9	8,3	8,0	9,3	11,6	16,0	21,3	38,6	2,8	2,7
1962	14,7	11,6	46,3	211	33,0	22,2	19,1	17,9	18,2	19,6	28,5	27,1	39,1	2,9	2,3
1963	16,7	11,9	16,5	591	62,7	11,8	10,6	10,4	7,9	13,3	25,4	21,4	66,7	4,9	1,3
1964	11,6	10,8	13,7	476	81,3	43,3	19,7	23,0	15,3	11,5	17,1	15,1	61,5	4,5	4,6
1965	15,3	12,5	19,6	223	72,7	15,2	10,6	9,4	11,1	14,2	(11,7)	(26,0)	36,8	2,7	2,6
1966	25,3	20,2	189	143	23,6	13,2	12,1	11,4	11,9	14,9	25,3	16,0	42,2	3,1	2,5
1967	5,8	3,2	5,2	58,3	9,7	6,5	5,3	4,6	5,2	5,4	5,6	4,8	10,0	2,3	2,9
1968	4,4	5,3	10,3	103	8,5	7,6	9,5	7,8	7,3	9,2	7,2	9,1	15,9	3,7	3,8
1969	5,7	2,5	2,6	70,6	8,5	6,7	8,7	5,2	2,3	7,9	9,7	8,9	11,8	2,8	2,8
1670	5,7	5,4	8,1	100	11,8	8,5	5,4	5,2	5,4	4,5	9,4	8,6	17,3	4,1	4,2
1971	5,9	6,0	33,0	40,6	7,9	5,0	4,3	2,9	4,3	5,5	10,1	9,9	11,3	2,7	2,8
1972	6,3	3,3	13,5	13,6	6,9	3,5	2,9	1,5	2,6	4,8	7,8	8,2	6,2	1,5	1,4
1973	6,2	5,7	13,4	31,0	4,5	4,2	5,7	5,2	5,7	9,3	9,9	10,0	9,2	2,2	2,4
1974	4,9	5,0	52,3	34,6	9,5	6,8	5,3	3,4	4,0	4,5	7,3	5,7	11,9	2,8	3,7
1975	5,3	6,6	12,7	27,1	5,5	4,5	3,2	4,2	5,6	7,3	7,1	6,2	7,9	1,8	1,9
1976	5,8	5,5	5,8	23,6	11,6	9,7	6,4	5,4	5,2	6,0	7,6	13,6	8,8	2,1	2,5
1977	23,6	18,4	65,3	300	43,5	20,8	38,8	20,7	19,0	27,1	45,3	31,9	54,5	4,0	3,2
1978	23,5	21,8	86,3	270	39,5	25,9	35,5	22,5	22,7	37,8	51,4	27,0	55,3	4,1	5,3
1979	17,1	27,9	29,1	757	94,4	15,1	15,1	18,0	27,3	28,2	34,4	44,3	46,6	6,8	6,2
1980	20,1	19,6	20,4	178	88,6	58,0	39,1	32,4	52,0	39,4	55,9	77,0	56,9	4,2	2,4
1981	67,0	52,1	50,5	629	85,9	25,7	12,9	11,2	28,6	33,6	39,6	40,3	89,7	6,6	5,8

Бассейн-аналог р. Цна - с. Кузьмина Гать.

Средняя многолетняя величина годового стока (норма)  $M_{0A}=3,4 \text{ л/с км}^2$ ,  $C_v=0,74$

Ординаты кривых трехпараметрического гамма-распределения  $C_s = 2C_v$

P %	Ординаты K кривой гамма - распределения при коэффициенте изменчивости														
	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
0,01	1,4	2,0	2,5	3,2	4,0	4,9	5,8	6,9	8,0	9,2	10,5	11,8	13,2	14,7	16,4
0,03	1,4	1,8	2,4	3,0	3,7	4,4	5,2	6,1	7,1	8,1	9,2	10,3	11,6	12,9	14,3
0,05	1,4	1,8	2,3	2,9	3,5	4,2	5,0	5,8	6,7	7,6	8,6	9,7	10,8	11,9	13,1
0,1	1,3	1,7	2,2	2,7	3,3	3,9	4,6	5,3	6,1	6,9	7,8	8,7	9,6	10,6	11,6
0,3	1,3	1,6	2,0	2,5	3,0	3,4	4,0	4,6	5,2	5,8	6,5	7,1	8,0	8,7	9,5
0,5	1,3	1,6	1,9	2,3	2,7	3,2	3,7	4,2	4,7	5,3	5,9	6,5	7,1	7,8	8,4
1	1,2	1,5	1,8	2,2	2,5	2,9	3,3	3,7	4,2	4,6	5,1	5,5	6,0	6,6	7,1
3	1,2	1,1	1,6	1,9	2,1	2,4	2,7	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,4	4,7	5,0
5	1,1	1,4	1,5	1,7	1,9	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0
10	1,1	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	1,9	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,6	2,7
20	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
25	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3
30	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	1,0
40	1,0	1,0	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7
50	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4
60	1,0	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	1,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2
70	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,6	0,6	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1
75	0,9	0,9	0,8	0,7	0,6	0,6	0,5	0,4	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1
80	0,9	0,8	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
90	0,9	0,8	0,6	0,5	0,4	0,4	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
95	0,9	0,7	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
97	0,8	0,6	0,5	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
99	0,8	0,6	0,4	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Таблица для определения параметров при подсчете максимального расхода талых вод

Последняя цифра зачетки	Река-пункт	F <sub>1</sub>	K <sub>0</sub>	n <sub>1</sub>	h	C <sub>v</sub>	α <sub>1</sub>	n <sub>2</sub>	β
0	Сура - Кадышево	2	0,02	0,3	80	0,4	1,3	0,2	0,8
1	Сура - Пенза	2	0,02	0,3	80	0,4	1,2	0,2	0,8
2	Клязьма - Владимир	1	0,01	0,2	83	0,6	1,3	0,2	0,7
3	Клязьма - Павл. Посад	1	0,01	0,2	82	0,5	1,3	0,2	0,7
4	Мокша - Темников	2	0,02	0,3	85	0,5	1,2	0,2	0,7
5	Мокша - Шев.Майдан	2	0,02	0,3	82	0,5	1,2	0,2	0,7
6	Суда - Куракино	1	0,01	0,2	140	0,4	1,0	0,2	0,7
7	Колпь - Верхний Двор	1	0,01	0,2	140	0,4	1,0	0,3	0,7
8	Цна - Кузьмина-Гать	2	0,02	0,3	80	0,5	1,0	0,2	0,7
9	Цна - Княжево	2	0,02	0,3	78	0,5	1,0	0,2	0,7
Пример	Обнора - с.Шарна	2	0,02	0,3	90	0,5	1,0	0,2	0,7

Приложение 4. – Ординаты кривых обеспеченности трехпараметрического гамма распределения при  $C_s=3C_v$   
 $C_s=3C_v$

P%	Коэффициент изменчивости $C_v$											
	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9	1.0	1.2	1.4	1.5	1.7	1.9	2.0
<b>0.01</b>	1,46	2,83	4,94	7,70	11,0	12,8	16,8	21,2	23,5	28,4	33,7	36,5
<b>0.05</b>	1,39	2,49	4,09	6,08	8,40	9,65	12,4	15,2	16,8	19,9	23,3	25,1
<b>0.1</b>	1,36	2,35	3,74	5,44	7,37	8,41	10,6	13,0	14,2	16,7	19,4	20,8
<b>0.5</b>	1,28	2,03	2,97	4,06	5,24	5,84	7,1	8,41	9,07	10,4	11,8	12,4
<b>1</b>	1,25	1,90	2,66	3,50	4,41	4,87	5,79	6,74	7,21	8,14	9,07	9,53
<b>5</b>	1,17	1,55	1,95	2,34	2,70	2,88	3,22	3,52	3,66	3,92	4,15	4,26
<b>10</b>	1,13	1,40	1,65	1,87	2,06	2,15	2,30	2,42	2,47	2,55	2,60	2,62
<b>20</b>	1,08	1,23	1,34	1,42	1,47	1,49	1,50	1,49	1,48	1,45	1,40	1,37
<b>30</b>	1,05	1,12	1,15	1,16	1,14	1,13	1,08	1,03	0,997	0,929	0,855	0,818
<b>50</b>	0,997	0,959	0,898	0,823	0,741	0,699	0,614	0,531	0,491	0,415	0,345	0,313
<b>60</b>	0,972	0,890	0,794	0,695	0,597	0,549	0,459	0,377	0,339	0,271	0,212	0,186
<b>70</b>	0,945	0,822	0,696	0,578	0,471	0,422	0,333	0,257	0,224	0,166	0,121	0,102
<b>80</b>	0,915	0,748	0,596	0,465	0,354	0,306	0,224	0,160	0,133	0,090	0,059	0,047
<b>90</b>	0,876	0,656	0,479	0,341	0,235	0,193	0,126	0,078	0,061	0,035	0,019	0,014
<b>95</b>	0,844	0,588	0,400	0,263	0,166	0,129	0,076	0,042	0,030	0,015	0,007	0,004
<b>99</b>	0,786	0,484	0,283	0,158	0,083	0,058	0,027	0,011	0,007	0,002	0,001	0,0004

Приложение 5 – Величины обеспеченности рассчитанные по формуле  $P = \frac{m}{n+1} \cdot 100\%$

Число лет	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	35
№ п/п														
1	9,1	7,7	6,7	5,9	5,3	4,8	4,4	4	3,7	3,4	3,2	3	2,9	2,8
2	18,2	15,4	13,3	11,8	10,5	9,5	8,7	8	7,4	6,9	6,4	6,1	5,6	5,6
3	27,3	23,1	20	17,6	15,8	14,3	13	12	11,1	10,3	9,7	9,1	8,6	8,3
4	36,4	30,8	26,7	23,5	21	19	17,4	16	14,8	13,8	12,9	12,1	11,4	11,1
5	45,4	38,5	33,3	29,4	26,3	23,8	21,7	20	18,5	17,2	16,1	15,2	14,3	13,9
6	54,6	46,2	40	35,3	31,6	28,6	26,1	24	22,2	20,7	19,4	18,2	17,1	16,7
7	63,6	53,8	46,7	41,2	36,8	33,3	30,4	28	25,9	24,1	22,6	21,2	20	19,4
8	72,7	61,5	53,3	47,1	42,1	38,1	34,8	32	29,6	27,6	25,8	24,2	22,9	22,2
9	81,8	69,2	60	52,9	47,4	42,9	39,1	36	33,3	31	29	27,3	25,7	25
10	90,9	76,9	66,7	58,8	52,6	47,6	43,5	40	37	34,5	32,3	30,3	28,6	27,8
11		84,6	73,3	64,7	57,9	52,4	47,8	44	40,7	37,9	35,5	33,3	31,4	30,6
12		92,3	80	70,6	63,2	57,1	52,2	48	44,4	41,4	38,7	36,4	34,3	33,3
13			86,7	76,5	68,4	61,9	56,5	52	48,2	44,8	41,9	39,4	37,1	36,1
14			93,3	82,4	73,7	66,7	60,9	56	51,8	48,3	45,2	42,4	40	38,9
15				88,2	79	71,4	65,2	60	55,6	51,7	48,4	45,4	42,9	41,7
16				94,1	84,2	76,2	69,6	64	59,3	55,2	51,6	48,5	45,7	44,4
17					89,5	81	73,9	68	63	58,6	54,8	51,5	48,6	47,2
18					94,7	85,7	78,3	72	6,7	62,1	58,1	54,6	51,4	50
19						90,5	82,6	76	70,4	65,5	61,3	57,6	54,3	52,8
20						95,2	87	80	74,1	69	64,5	60,6	57,1	55,6
21							91,3	84	77,8	72,4	67,7	63,6	60	58,3
22							95,6	88	81,5	75,9	71	66,7	62,9	61,1
23								92	85,2	79,3	74,2	69,7	65,7	63,9
24								96	88,9	82,8	77,4	72,7	68,6	6,7
25									92,6	86,2	80,6	75,8	71,4	69,4
26									96,3	89,7	83,9	78,8	74,3	72,2
27										93,1	87,1	81,8	77,1	75
28										96,6	90,3	84,8	80	77,8
29											93,6	87,9	82,9	80,6
30											9,8	90,9	85,7	83,3
31												93,9	88,6	86,1
32												97	91,4	88,9
33													94,3	91,7
34													97,1	94,4
35														97,2