ШУР

SHUR · HYDROLOGICAL INTELLIGENCE

Руководство пользователя

Расчёт кривых обеспеченности и гидрологических характеристик
по СП 529.1325800.2023

Версия программы 1.32: настольная (Windows), файл Shur.exe
Дата редакции руководства: 09.11.2026

Where water meets intelligence. Там, где вода встречается с интеллектом.

Содержание

1. Введение

2. Запуск программы и общий вид окна

3. Левая панель — данные и параметры расчёта

4. Вкладка «Исходные данные»

5. Вкладка «Приведение к многолетнему периоду»

6. Тип кривой: обычная, усечённая, составная

7. Вкладка «График хода»

8. Вкладка «Разностно-интегральная»

9. Вкладка «Кривые обеспеченности»

10. Вкладка «Параметры и метрики»: критерии согласия, исправление Cv, кривая через точку

11. Вкладка «Проверки ряда (СП)»

12. Вкладка «Коэффициент дружности половодья K_0»

13. Сохранение и выгрузка результатов

14. Пробная версия: активация

Приложение А. Список распределений

Приложение Б. Формула (7.9) и коэффициент μ

> **Примечание.** *Разделы 4–12 соответствуют закладкам (вкладкам) в окне программы и расположены в том же порядке, слева направо.*

1. Введение

«Шур» (Shur) — программа для гидрологических расчётов по СП 529.1325800.2023: построение кривых обеспеченности по данным наблюдений, подбор теоретических распределений, проверка однородности ряда, приведение к многолетнему периоду и определение коэффициента дружности весеннего половодья K_0.

Полная версия программы работает без подключения к интернету (пробной версии интернет нужен для проверки срока — см. раздел 14). Результаты можно сохранить как рисунок (PNG), таблицу (Excel) или готовый отчёт (Word), а также вставить непосредственно в технический отчёт ИГМИ.

Что умеет программа

- Построение кривых обеспеченности по распределениям Крицкого–Менкеля, Пирсона III типа, Гумбеля и обобщённому экстремальных значений с разными методами оценки параметров, а для суточных максимумов дождевых осадков — по двухпараметрическому распределению Фреше (всего 11 вариантов);
- Проверка согласия эмпирического и аналитического распределений по критериям χ^2, ω^2 и PPCC с критическими значениями;
- Исправление Cv аналитической кривой с проверкой исправленной кривой по тем же критериям;
- Проведение аналитической кривой через заданную точку (например, через проверенный исторический максимум) — с сохранением Cs/Cv, Cs или со свободной формой, подобранной по МНК;
- Учёт выдающегося (исторического) значения — входящего в ряд наблюдений или вне его: обеспеченность P = 1/(N + 1) по периоду непревышения N, проверка кривых по этой точке (п. 5.1.15 СП 529.1325800.2023);
- Обычная, усечённая и составная кривая обеспеченности;
- Приведение ряда к многолетнему периоду по рядам-аналогам с проверкой условий (6.1), поправкой (6.9), приведением параметров по формулам (6.6)–(6.8) и эквивалентным числом лет (6.11)–(6.12);
- Быстрый визуальный подбор кривых с отключёнными критериями согласия и метриками — их можно включить одним флажком;
- Проверка ряда на однородность и наличие выбросов по критериям, рекомендованным СП 529.1325800.2023;
- Определение коэффициента дружности половодья K_0 по формуле (7.9) — обратным путём по рекам-аналогам и прямым расчётом Q_p% при известном K_0;
- Выгрузка графиков, таблиц и готовых отчётов .docx, оформленных по ГОСТ Р 21.301-2021.

Установка

Программа поставляется zip-архивом (Shur.zip, пробная версия — Shur_trial.zip). В архиве — папка программы (Shur.exe и папка _internal со служебными файлами), установщик Install.bat и краткая инструкция README.txt.

1. Распакуйте архив целиком: правой кнопкой мыши по архиву → «Извлечь все…». Запускать файлы прямо из открытого архива нельзя;

2. В распакованной папке запустите Install.bat. Программа скопируется в папку %LOCALAPPDATA%\Programs\Shur, на рабочем столе и в меню «Пуск» появится ярлык «Шур». Права администратора не нужны;
3. Установщик предложит сразу запустить программу. Распакованную папку и архив после установки можно удалить.

Не удаляйте и не переносите файлы из распакованной папки до окончания установки. Обновление — так же: распакуйте новый архив и снова запустите Install.bat (ключ пробной версии сохранится). Удаление — удалите папку %LOCALAPPDATA%\Programs\Shur и ярлыки «Шур».

> **Обратите внимание.** *Программа не подписана цифровой подписью издателя. При первом запуске Windows может показать окно «Система Windows защитила ваш компьютер» — нажмите «Подробнее» → «Выполнить в любом случае». Некоторые антивирусы помечают неподписанные программы как подозрительные (ложное срабатывание). В этом случае добавьте папку программы в исключения антивируса.*

Запуск

Запустите программу ярлыком «Шур» на рабочем столе или в меню «Пуск». Пробная версия — ярлык «Шур (пробная версия)», файл Shur_trial.exe: она полностью совпадает с полной, но работает по ключу активации на срок, заданный автором программы (раздел 14).

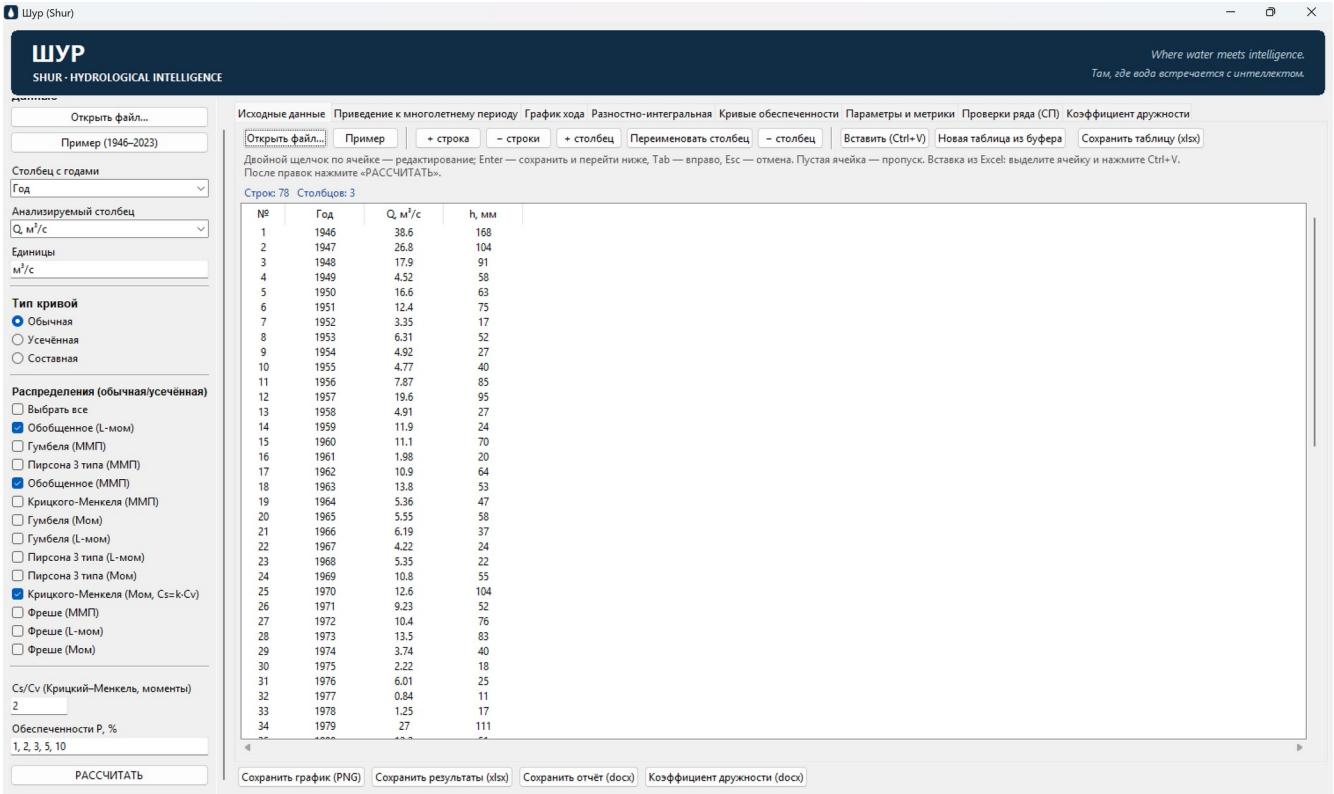
Без установки программу можно запускать и прямо из распакованной папки (Shur.exe). В этом случае переносите папку целиком — один exe-файл без папки _internal не запустится. Быстрее всего программа работает с локального диска, а не из сетевой или общей папки.

> **Примечание.** *Все числовые результаты в таблицах округляются до трёх значащих цифр — так принято в отчётах ИГМИ.*

2. Запуск программы и общий вид окна

После запуска открывается главное окно программы (см. рисунок ниже на примере вкладки «Исходные данные»). Окно состоит из четырёх областей:

1. Фирменная шапка сверху — название программы и слоган (в пробной версии здесь же — имя пользователя и сколько дней осталось);
2. Левая панель — выбор данных, типа кривой, распределений и обеспеченностей; прокручивается колесом мыши, если не помещается по высоте;
3. Рабочая область справа — вкладки с результатами (их 8, перечислены вверху в виде закладок);
4. Нижняя панель — кнопки сохранения графика, таблиц и отчётов.



Примечание. *Окно можно свободно изменять в размерах — все элементы и таблицы подстраиваются под ширину.*

3. Левая панель — данные и параметры расчёта

Левая панель задаёт, какие данные и как считать. Она действует на все вкладки сразу: изменения применяются после нажатия кнопки «РАССЧИТАТЬ» внизу панели.

Данные

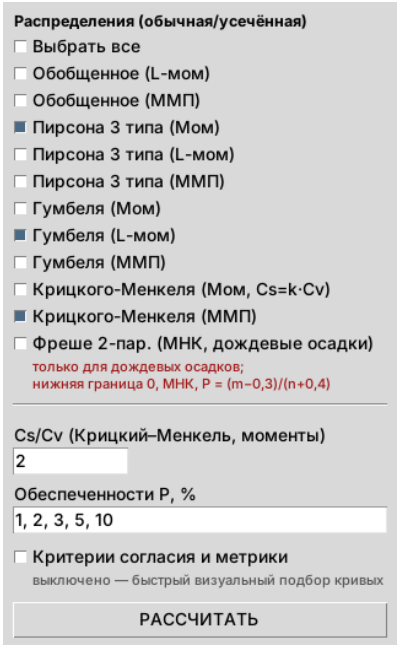
- «Открыть файл…» — загрузить таблицу из Excel или CSV (также можно вводить и редактировать данные прямо в программе — см. раздел 4);
- «Пример (1946–2023)» — встроенный демонстрационный ряд для проверки работы программы;
- «Столбец с годами» и «Анализируемый столбец» — какие столбцы таблицы считать годом наблюдения и расчётной величиной;
- «Единицы» — подпись единиц измерения для графиков и таблиц ($м^3/с$, мм и т. п.).

Тип кривой

- Обычная — кривая строится по всему ряду; для неё можно учесть выдающееся значение (см. раздел 6);
- Усечённая — по части ряда (годы или значения в заданном диапазоне);
- Составная — ряд делится на две части, каждая со своим распределением, итоговая кривая — взвешенная смесь (см. раздел 6).

Распределения

Список теоретических распределений для подбора (можно выбрать несколько — все появятся на одном графике и в сравнительной таблице). Распределения перечислены по семействам: обобщённое экстремальных значений, Пирсона III типа, Гумбеля, Крицкого–Менкеля, Фреше; внутри семейства — метод моментов, L-моментов, наибольшего правдоподобия. При запуске отмечены три кривые: Пирсона III типа (Мом), Гумбеля (L-мом) и Крицкого–Менкеля (ММП). Полный перечень — в приложении А.



Распределение «Фреше 2-пар. (МНК, дождевые осадки)» применяется только для суточных максимумов дождевых осадков — об этом напоминает красная подпись под флажком. Его нижняя граница равна нулю, а параметры находятся прямой по методу наименьших квадратов на клетчатке Фреше, с эмпирической обеспеченностью P = (m − 0,3)/(n + 0,4). Флажок «Выбрать все» его не включает — отмечайте вручную. Ряд должен состоять только из положительных значений.

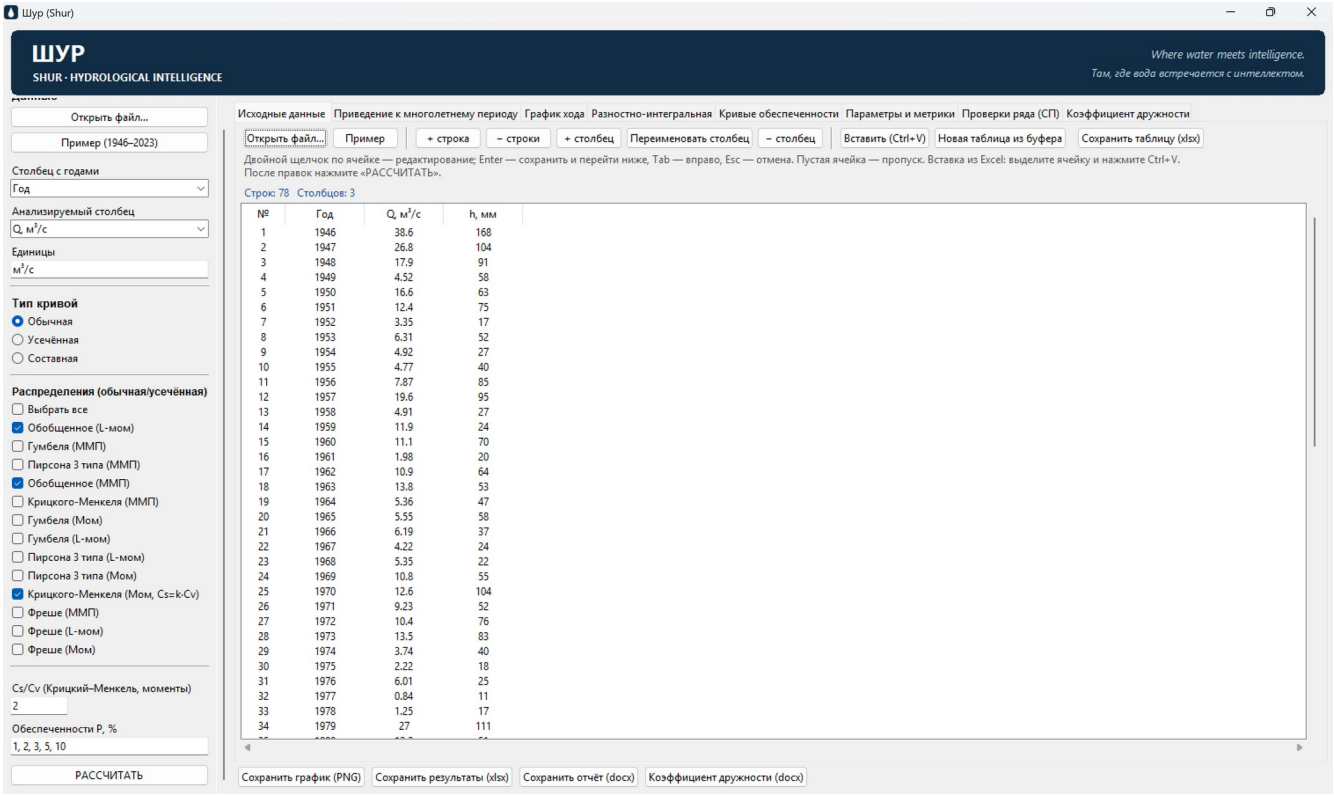
Параметры расчёта

- Cs/Cv — соотношение коэффициента асимметрии и вариации для метода моментов Крицкого–Менкеля;
- Обеспеченности P, % — список значений, для которых рассчитываются итоговые величины (по умолчанию 1, 2, 3, 5, 10 %); этот же список используется в таблице «Расчётные значения» и в прямом расчёте K_Φ;
- Критерии согласия и метрики — флажок над кнопкой «РАССЧИТАТЬ». По умолчанию выключен: программа только подбирает кривые и рисует график, поэтому работает быстро. Оцените положение кривых визуально, затем включите флажок — появятся критерии χ^2, ω^2, PPCC и вспомогательные метрики (раздел 10);
- РАССЧИТАТЬ — выполняет расчёт по текущим настройкам и обновляет все вкладки.

> **Примечание.** *Во всех таблицах программы и отчётов дробная часть отделяется запятой, числа округляются до трёх значащих цифр.*

4. Вкладка «Исходные данные»

Таблица с рядом наблюдений — её можно просматривать и редактировать прямо в программе, без Excel.



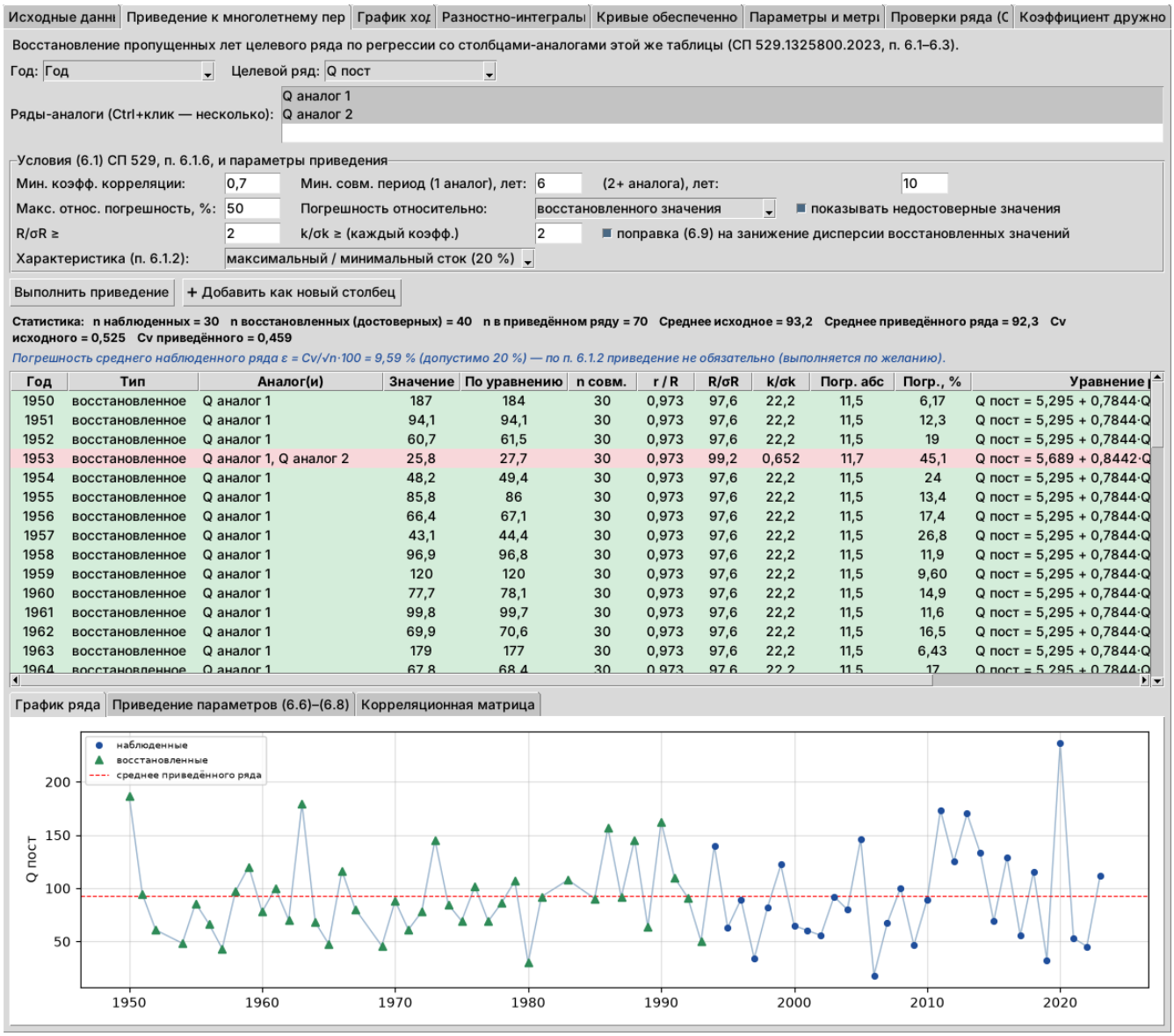
Редактирование таблицы

1. Двойной щелчок по ячейке открывает её для редактирования;
2. Enter сохраняет значение и переходит к ячейке ниже (в конце таблицы автоматически добавляется новая строка); Tab — переход вправо; Esc — отмена правки;
3. Пустая ячейка считается пропуском данных за этот год;
4. «+ строка» / «− строки» и «+ столбец» / «− столбец» — изменение структуры таблицы;
5. Переименование столбца — двойной щелчок по его заголовку или кнопка «Переименовать столбец»: в открывшемся окне выберите столбец в списке и введите новое название. Название столбца служит подписью оси на графиках, поэтому удобно сразу включать в него единицы (например, «h, мм»);
6. «Вставить (Ctrl+V)» — вставка скопированного в Excel блока ячеек, начиная с выделенной ячейки; «Новая таблица из буфера» — замена всей таблицы данными из буфера обмена (первая строка считается заголовками столбцов).

Примечание. *После любых правок таблицы нажмите «РАССЧИТАТЬ» в левой панели, чтобы обновить результаты.*

5. Вкладка «Приведение к многолетнему периоду»

Восстанавливает пропущенные годы целевого ряда по уравнениям регрессии (6.5) с рядами-аналогами из той же таблицы данных и приводит параметры к многолетнему периоду — по СП 529.1325800.2023, раздел 6. Для каждого пропущенного года перебираются уравнения с одним, двумя и тремя аналогами; из уравнений, удовлетворяющих условиям (6.1), выбирается уравнение с наименьшей относительной погрешностью.



1. Выберите столбец года и целевой ряд (тот, что нужно дополнить);
2. Выделите один или несколько рядов-аналогов в списке (Ctrl+клик — несколько; одновременно используется не более трёх);
3. Проверьте условия (6.1) и параметры приведения (таблица ниже);

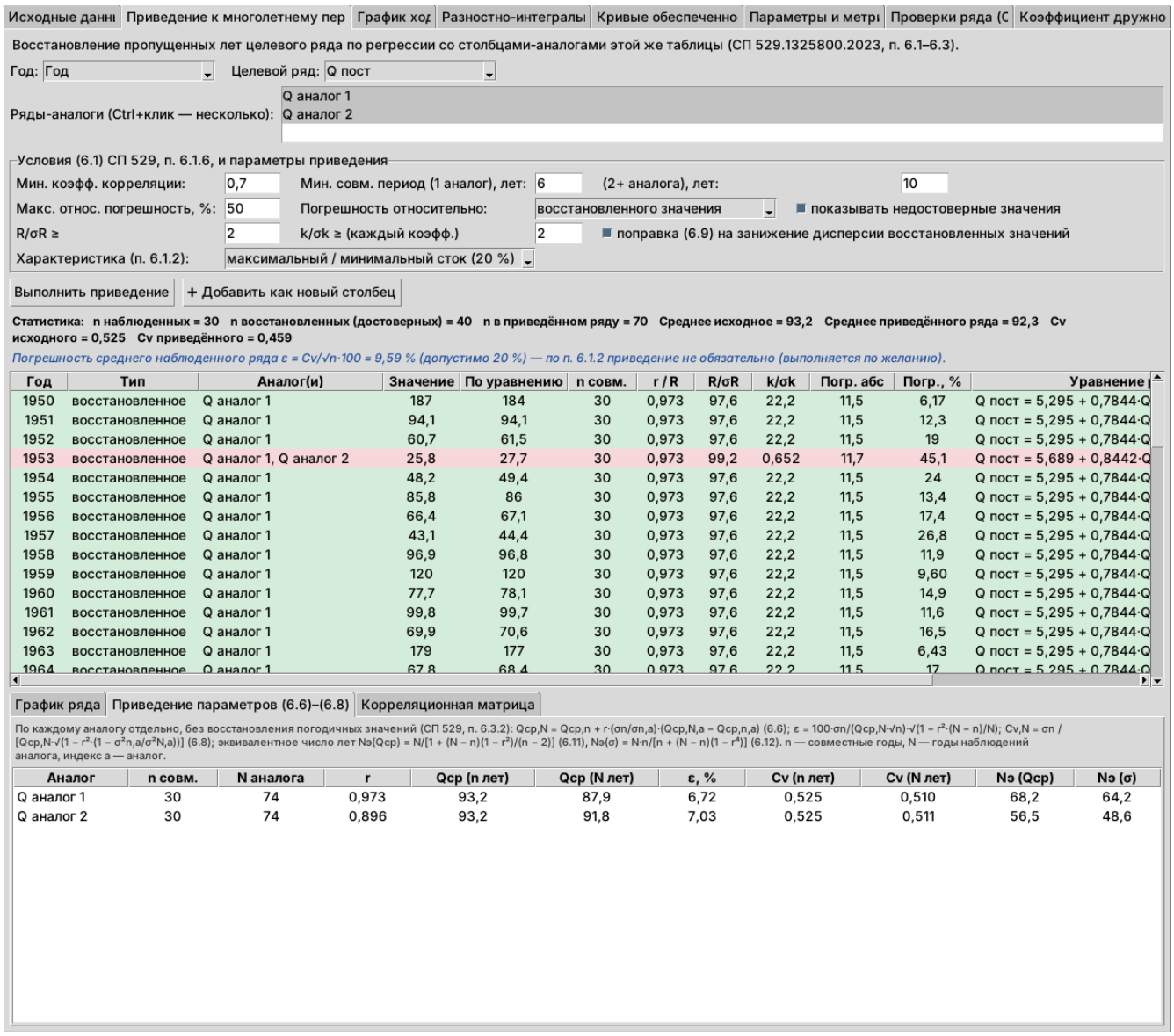
4. Нажмите «Выполнить приведение» — появится таблица по годам (зелёным — восстановленные достоверные значения, красным — не прошедшие условия) и три вкладки под ней: график ряда, приведение параметров и корреляционная матрица;
5. «+ Добавить как новый столбец» — сохраняет приведённый ряд как новый столбец таблицы данных, чтобы использовать его как анализируемый столбец на других вкладках.

Поле	Назначение
Мин. коэфф. корреляции	Rкр в условии (6.1), обычно 0,7
Мин. совм. период	n ≥ 6 лет при одном аналоге, n ≥ 10 — при двух и более
R/σR ≥, k/σk ≥	Акр и Вкр в условии (6.1), обычно 2,0. σR = (1 − R²)/√(n − 1); σk — стандартная ошибка каждого коэффициента регрессии при аналогах. Если хотя бы один коэффициент не значим, уравнение не используется
Макс. относ. погрешность	дополнительный отбор по стандартной ошибке уравнения относительно восстановленного значения или среднего ряда
Поправка (6.9)	устраняет систематическое занижение дисперсии восстановленных значений: Q′ = (Q − Qcp,n)/R + Qcp,n (п. 6.3.3а). Значение по уравнению показывается в отдельном столбце
Характеристика (п. 6.1.2)	допустимая погрешность среднего: 10 % для годового и сезонного стока, 20 % для максимального и минимального

Над таблицей выводится статистика (число наблюденных и восстановленных лет, среднее и Cv исходного и приведённого ряда) и проверка п. 6.1.2: погрешность среднего наблюденного ряда ε = Cv/√n·100 % сравнивается с допустимой — так видно, обязательно ли приведение. В таблице по годам для каждого восстановленного значения указаны число совместных лет, R, R/σR, наименьшее k/σk, погрешности и уравнение регрессии.

Приведение параметров без восстановления погодичных значений

Вкладка «Приведение параметров (6.6)–(6.8)» показывает для каждого аналога отдельно приведённые к его периоду наблюдений N среднее и Cv (п. 6.3.2), относительную погрешность приведённого среднего и эквивалентное число лет наблюдений Nэ для среднего и стандартного отклонения (формулы 6.11, 6.12, п. 6.3.7). Это позволяет сравнить результат восстановления погодичных значений с прямым приведением параметров и выбрать лучший аналог.



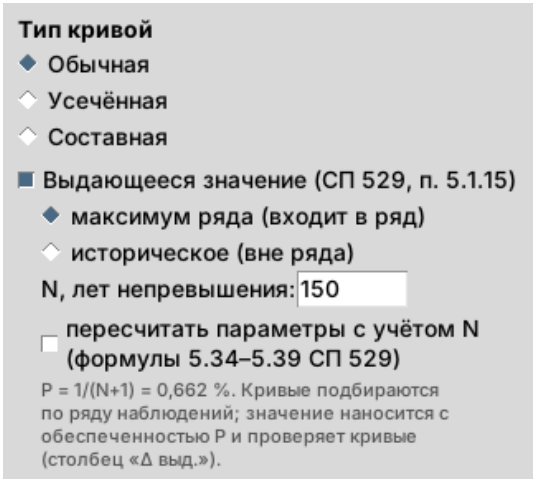
Вкладка «Корреляционная матрица» — парные коэффициенты корреляции между целевым рядом и всеми выбранными аналогами с числом совместных лет (п. 6.1.3): по ней удобно отбирать аналоги с наиболее тесной связью.

> **Примечание.** *Флажок «показывать недостоверные значения» показывает и годы, не прошедшие условия (6.1), — в приведённый ряд они не входят.*

6. Тип кривой: обычная, усечённая, составная

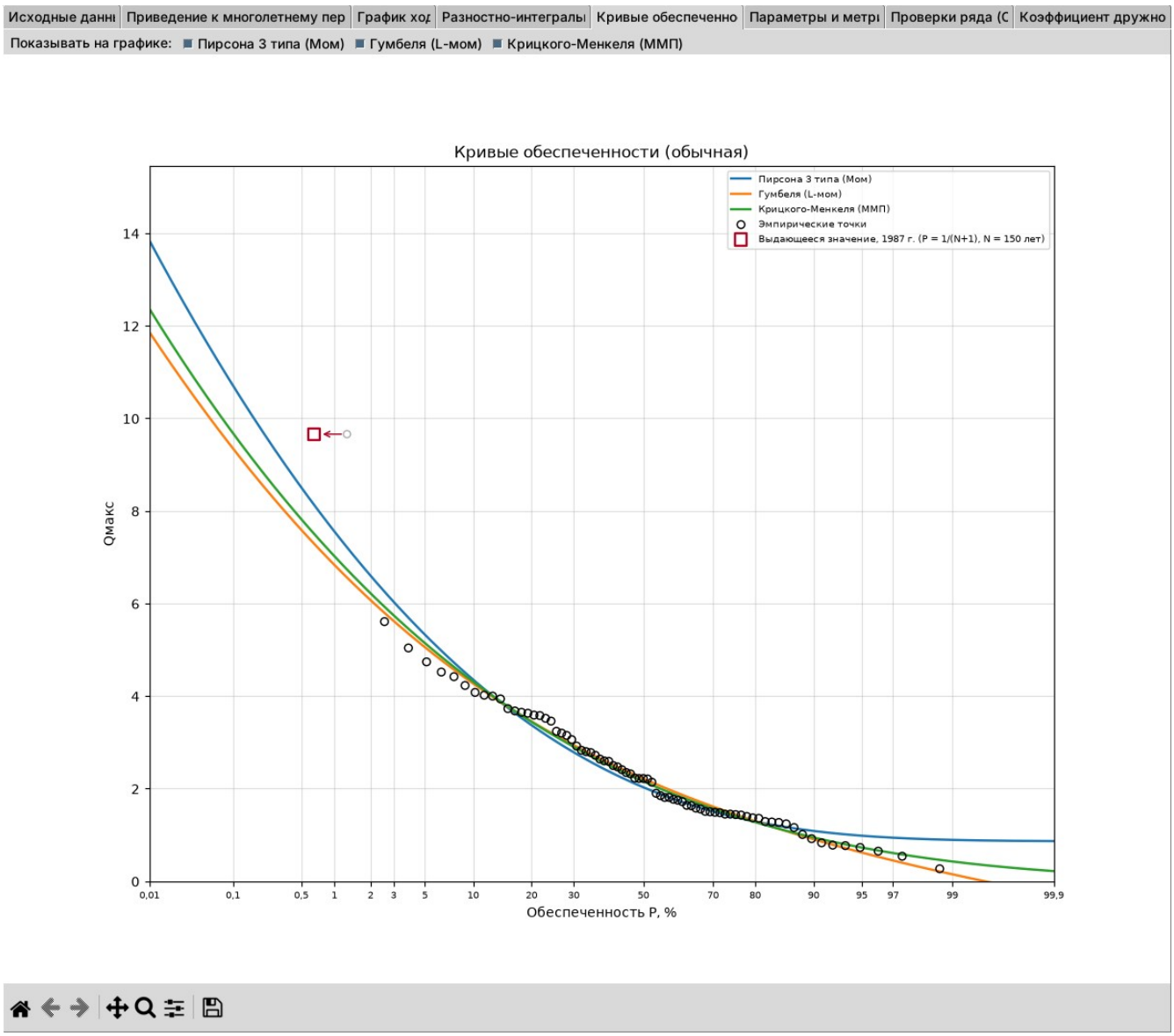
Обычная кривая с выдающимся значением

Наибольшее значение ряда часто резко отклоняется от остальных и не проходит критерий Смирнова–Граббса, хотя проверено по данным измерений. Исключать его нельзя, а его эмпирическая обеспеченность по формуле (5.1) m/(n + 1) занижает его редкость: на самом деле оно не превышалось гораздо дольше, чем длится ряд наблюдений. Для этого при типе кривой «Обычная» отметьте флажок «Выдающееся значение (СП 529, п. 5.1.15)»:



1. Выберите вариант: «максимум ряда (входит в ряд)» — выдающимся считается наибольшее значение ряда (п. 5.1.15.2); «историческое (вне ряда)» — значение известно по меткам высоких вод, архивам или опросу жителей и в ряд наблюдений не входит (п. 5.1.15.1) — введите его значение и год;
2. Укажите N — число лет, в течение которых значение гарантированно не превышалось (например, с постройки железной дороги). Для значения в ряду N не меньше числа лет наблюдений, для значения вне ряда — больше. Под полем сразу показывается его обеспеченность P = 1/(N + 1);
3. Нажмите «РАССЧИТАТЬ».

Кривые обеспеченности подбираются по ряду наблюдений так же, как без флажка, — параметры и критерии согласия не меняются. Выдающееся значение наносится на клетчатку с обеспеченностью P = 1/(N + 1): красный квадрат, стрелка показывает сдвиг от прежнего положения (серый кружок, P = m/(n + 1)). Так выдающееся значение служит проверкой кривых: хорошая кривая проходит через него или рядом с ним.



Насколько каждая кривая отходит от выдающегося значения, показывает столбец «Δ выд.» во вспомогательных метриках на вкладке «Параметры и метрики»: Δ = Q(P) − Q_выд — ордината кривой при P = 1/(N + 1) минус само значение (отрицательное Δ — кривая ниже точки). Ближе всего к нулю — голубая заливка. Если нужна кривая точно через эту точку, используйте инструмент «Кривая через заданную точку» (раздел 10): кнопка «Взять максимум ряда» подставит обеспеченность 1/(N + 1).

Флажок «пересчитать параметры с учётом N (формулы 5.34–5.39 СП 529)» включает второй вариант: среднее и Cv рассчитываются по формулам (5.34)–(5.35) или (5.38)–(5.39), L-моменты и параметры ММП — с весом (N − 1)/n′ для остальных членов ряда, обеспеченность остальных членов — P = 1/(N + 1) + N/(N + 1)·m/(n′ + 1). В этом варианте кривые опускаются и обычно проходят ниже выдающегося значения.

> **Обратите внимание.** *По п. 5.1.15 сведения о выдающемся значении и числе лет его непревышения должны быть обоснованы — произвольное задание Q и N не допускается. Для усечённой и составной кривой выдающееся значение не учитывается.*

Усечённая кривая

Строится не по всему ряду, а по его части — либо по диапазону годов, либо по диапазону значений. Задаются в левой панели после выбора типа кривой «Усечённая»: режим (по годам / по значениям) и границы «от» и «до».

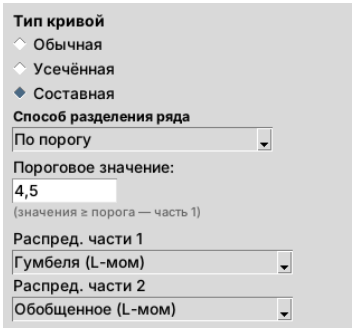
Составная кривая

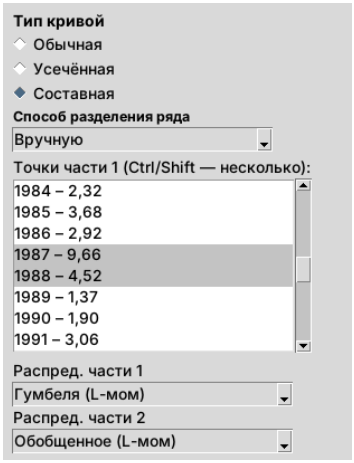
Ряд делится на две части (например, многоводные и маловодные годы, или годы до и после изменения условий формирования стока), для каждой части подбирается своё распределение, итоговая кривая — взвешенная смесь обеих частей с весами, пропорциональными числу лет в каждой.

Способ разделения ряда на две части (появляется в левой панели при выборе «Составная»):

- По строке ряда — вручную указывается год, с которого начинается вторая часть (ряд при этом уже упорядочен по годам);
- По столбцу — используется значение другого столбца таблицы (например, признак фазы) и пороговое значение;
- По порогу — разделение по самой расчётной величине: значения не ниже порога относятся к первой части, остальные — ко второй;
- Вручную — свободный выбор конкретных лет для первой части из списка «год – значение» (можно выделить несколько, Ctrl/Shift); невыделенные годы образуют вторую часть.

Распределение для каждой части выбирается в полях «Распред. части 1» и «Распред. части 2». Например, чтобы описать редкие высокие паводки отдельным законом, задайте порог — все значения не ниже него попадут в часть 1 — и выберите для части 1 подходящее распределение:

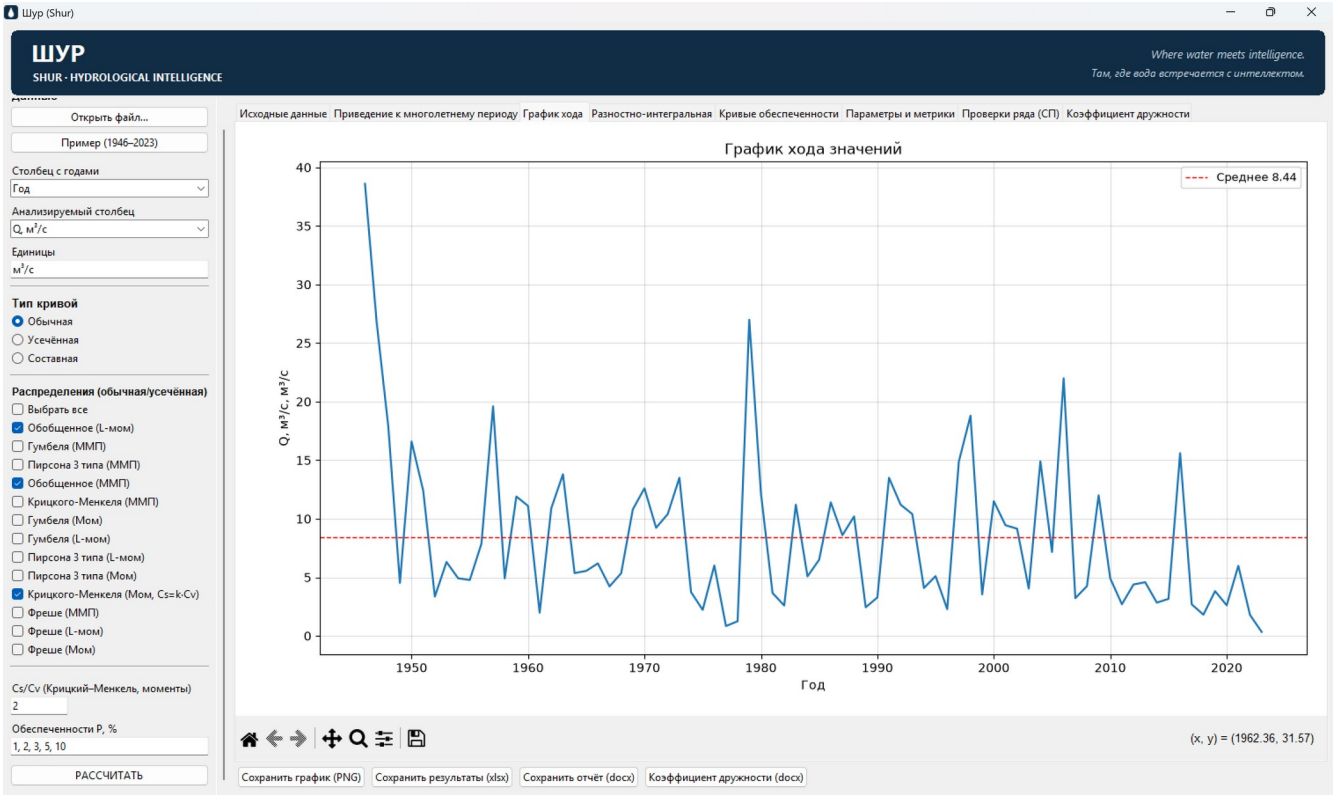




Обратите внимание. *Каждая часть подбирается обычным методом по своей подвыборке (L-моменты, моменты или ММП) — как и одиночная кривая. Через заданную точку (раздел 10) части составной кривой не проводятся, поэтому составная кривая не обязана проходить точно через наибольшее значение ряда. В каждой части должно быть не менее 5 членов ряда — иначе программа выдаст предупреждение.*

7. Вкладка «График хода»

Показывает изменение анализируемой величины по годам и её среднее многолетнее значение (пунктирная линия) — первичный обзор ряда перед расчётом кривых обеспеченности.



Примечание. *Панель инструментов под графиком (стандартная для matplotlib) позволяет приближать участок графика, перемещаться по нему и сохранять изображение отдельно от основной кнопки «Сохранить график (PNG)».*

8. Вкладка «Разностно-интегральная»

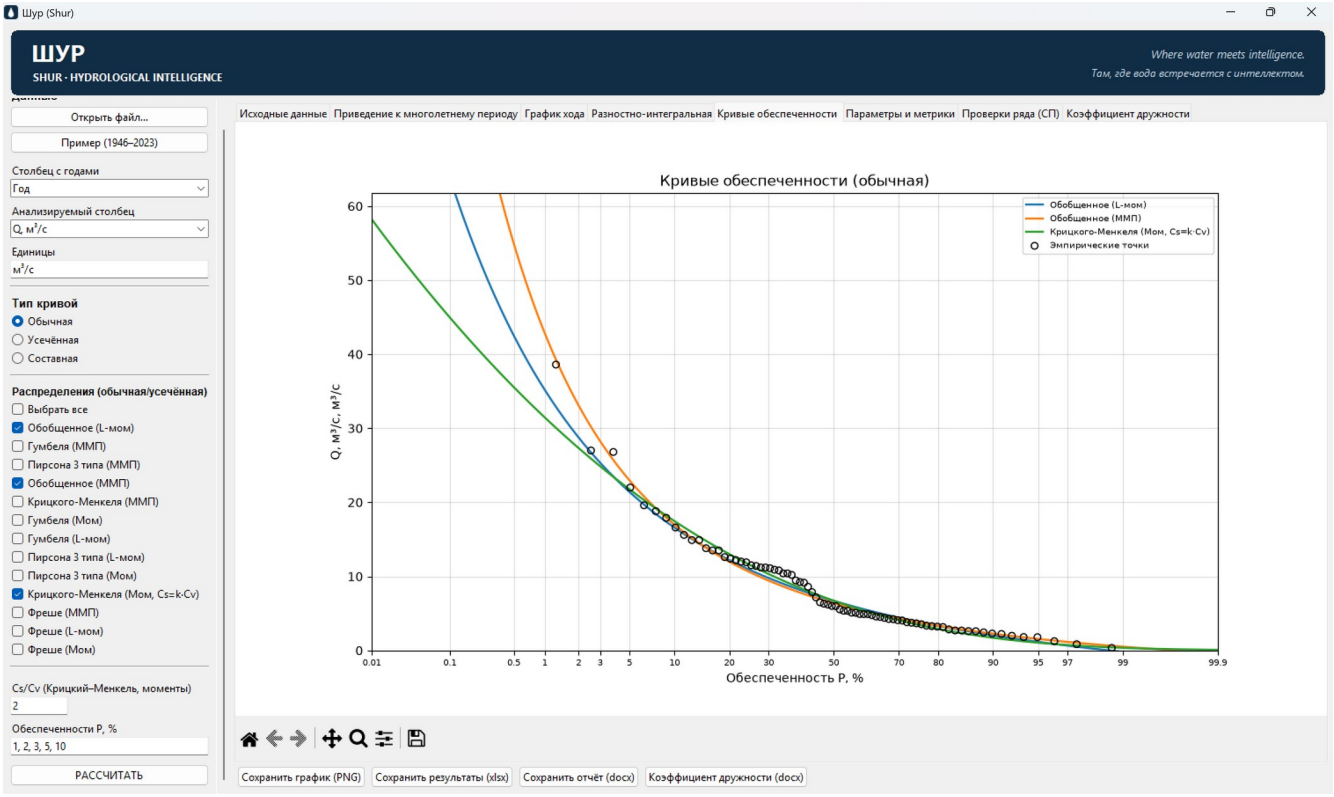
Разностно-интегральная кривая отклонений модульных коэффициентов от среднего — помогает увидеть фазы повышенной и пониженной водности и визуально оценить однородность ряда и его цикличность.



В поле «Ряды для построения» можно выбрать один или несколько столбцов таблицы (Ctrl+клик) и нажать «Перестроить», чтобы сравнить ход разных характеристик на одном графике.

9. Вкладка «Кривые обеспеченности»

Главный результат расчёта: эмпирические точки (по данным наблюдений) и теоретические кривые для всех выбранных в левой панели распределений, в логарифмическом масштабе по оси обеспеченности.



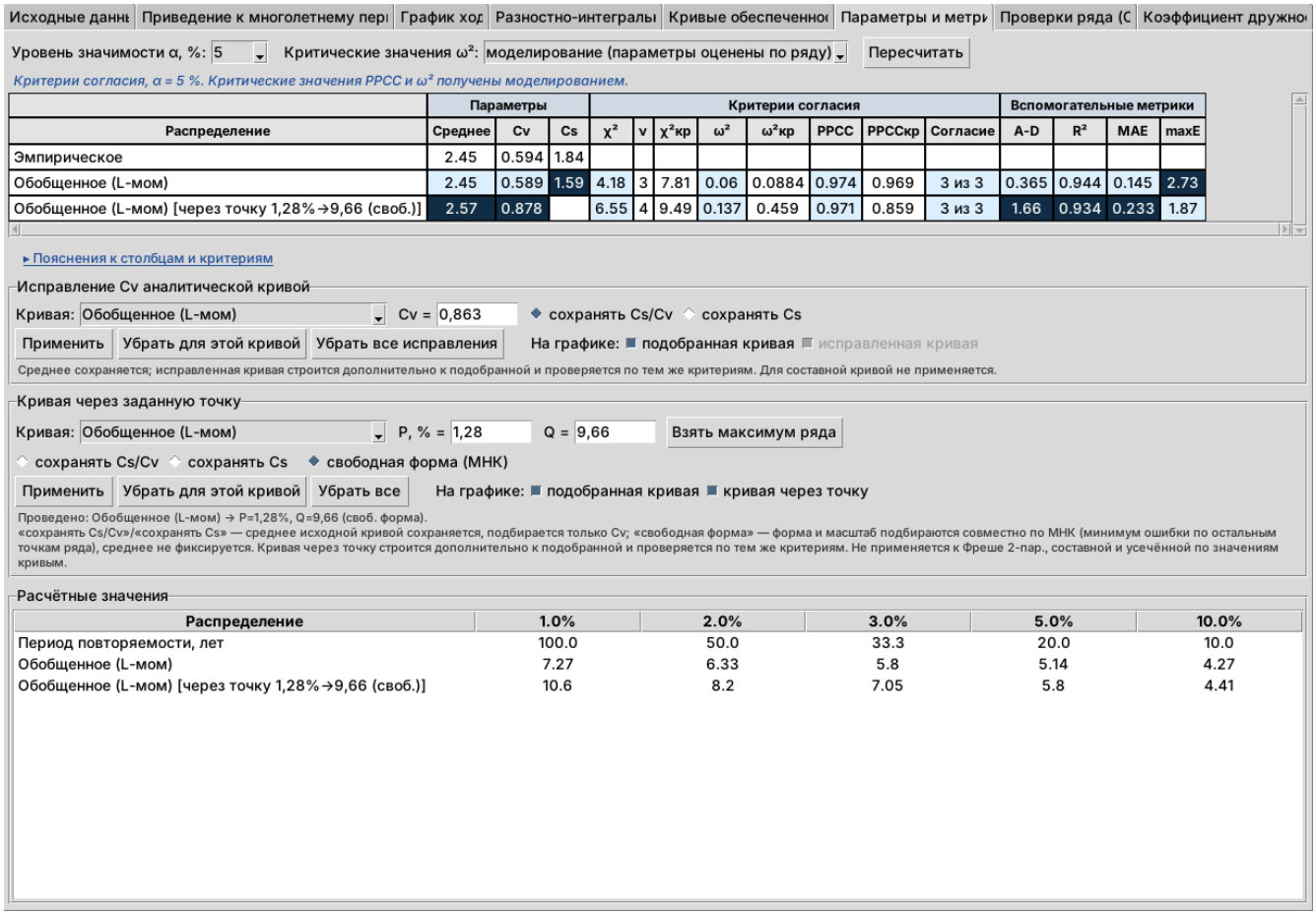
При усечённой кривой на графике дополнительно показываются исключённые из расчёта точки (серым цветом). При составной кривой на графике выводится только итоговая смешанная кривая — отдельные части остаются в таблице параметров на следующей вкладке.

При наведении курсора на график в правом нижнем углу окна выводятся его координаты: обеспеченность P, % и значение анализируемой величины — по ним удобно снимать ординаты кривых в любой точке.

Над графиком — строка «Показывать на графике» с флажком для каждой кривой. Снятый флажок убирает кривую только с графика (и с рисунка в PNG и отчёте); в таблицах она остаётся. Цвета остальных кривых при этом не меняются. Подпись оси значений берётся из названия анализируемого столбца.

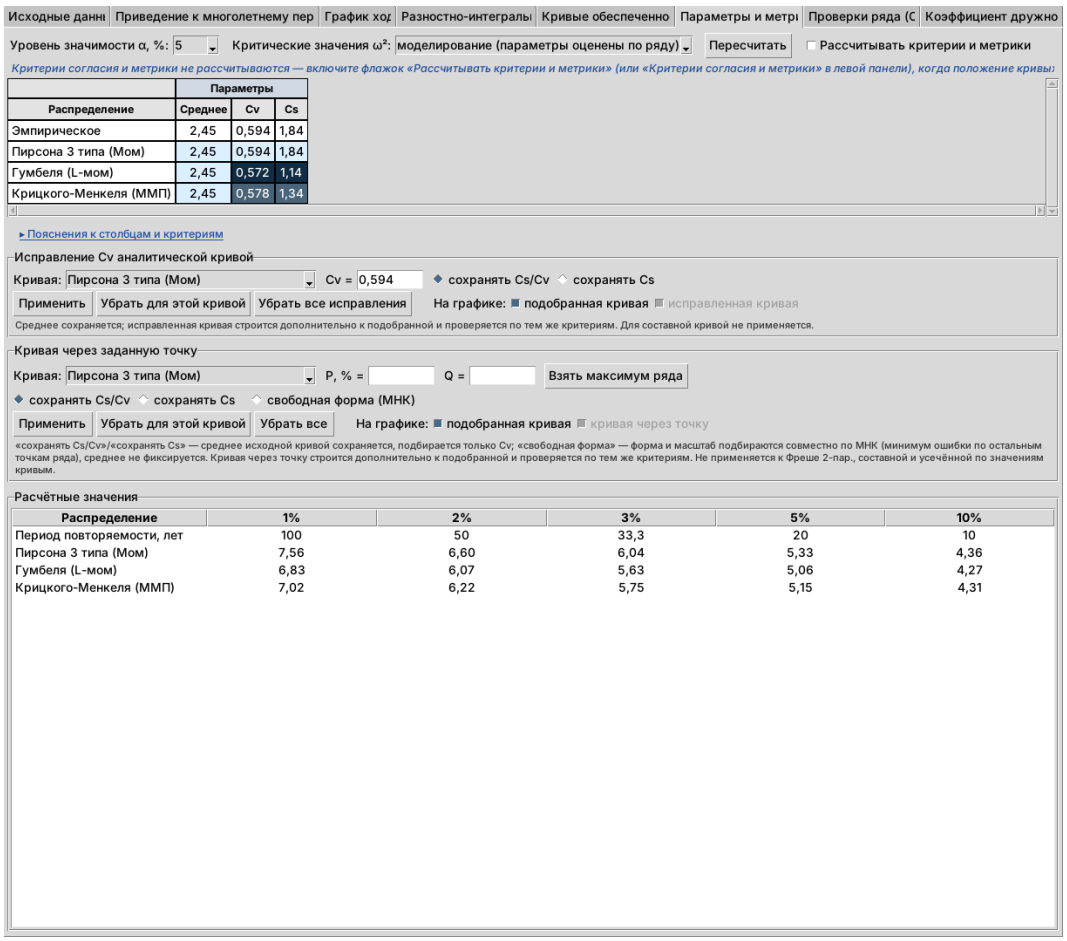
10. Вкладка «Параметры и метрики»: критерии согласия, исправление Cv, кривая через точку

Вкладка состоит из четырёх окон: сводной таблицы параметров и критериев согласия, блока исправления Cv, блока «Кривая через заданную точку» и таблицы расчётных значений. На рисунке — пример: к подобранной кривой добавлена кривая, проведённая через наибольший расход ряда.



Включение критериев согласия и метрик

Флажок «Рассчитывать критерии и метрики» над таблицей (он же — «Критерии согласия и метрики» в левой панели) включает и выключает расчёт критериев согласия и вспомогательных метрик. Когда он выключен, в таблице остаются только параметры кривых, а моделирование критических значений не запускается — программа работает быстрее. Удобный порядок работы: сначала подобрать кривые визуально, затем включить флажок и сравнить их по количественным показателям.



Сводная таблица

Столбцы сгруппированы в логическом порядке: сначала параметры кривой, затем критерии согласия с критическими значениями, затем вспомогательные метрики. Над таблицей выбирается уровень значимости α (5 или 1 %).

Столбцы	Что показывают
Среднее, Cv, Cs	параметры аналитической кривой; заливка — от голубого (ближе к эмпирическим) к тёмно-синему (дальше всего)
χ^2, ν, χ^2кр	критерий Пирсона: ряд делится на k классов равной теоретической вероятности ($k \approx 1 + 3{,}32 \cdot \lg n$, ожидаемая частота не менее 5), $\nu = k - 1$ − число оценённых по ряду параметров; критерий выполнен, если $\chi^2 \le \chi^2_{кр}$
ω^2, ω^2кр	критерий Мизеса–Смирнова (статистика $n\omega^2$); выполнен, если $\omega^2 \le \omega^2_{кр}$
PPCC, PPCCкр	коэффициент корреляции графика вероятностей — насколько эмпирические точки ложатся на кривую (Filliben, 1975; Vogel, 1986; Vogel, McMartin, 1991; Heo и др., 2008); выполнен, если PPCC ≥ PPCCкр
Согласие	сколько из трёх критериев выполнено, например «2 из 3»
A-D, R^2, MAE, maxE, Δ выд.	вспомогательные метрики без критических значений: критерий Андерсона–Дарлинга (чувствителен к хвостам), коэффициент детерминации, средняя и максимальная абсолютная ошибка; Δ выд. — отклонение кривой от выдающегося значения (только при учёте выдающегося значения, раздел 6); заливка — от голубого (лучше) к тёмно-синему (хуже)

Ячейки χ^2, ω^2 и РРСС окрашиваются по результату проверки: голубая — критерий выполнен, красноватая — нет. Ячейка «Согласие» голубая, если выполнены все критерии, и красноватая, если ни одного.

Как получены критические значения

- χ^2кр — по таблице распределения χ^2 для ν степеней свободы и выбранного α;
- РРССкр — статистическим моделированием, тем же способом, каким построены таблицы Vogel и Нео: из подобранного распределения генерируются синтетические ряды той же длины, по каждому параметры подбираются заново тем же методом, с теми же формулами эмпирической обеспеченности, и берётся квантиль α полученных значений РРСС. Так критическое значение соответствует именно вашей длине ряда, распределению и методу;
- ω^2кр — по умолчанию тем же моделированием («моделирование (параметры оценены по ряду)»). Табличные значения 0,461 (α = 5 %) и 0,743 (α = 1 %) верны, только когда параметры известны заранее; если они оценены по тому же ряду, с табличным значением критерий почти никогда не отвергает кривую. Табличный вариант можно выбрать в списке над таблицей.

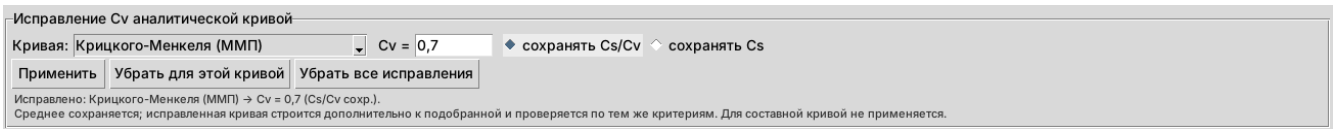
Моделирование идёт в фоне: таблица появляется сразу, а ячейки РРССкр, ω^2кр и «Согласие» заполняются по мере готовности — пока значение считается, в ячейке стоит «…», а над таблицей видно, сколько кривых готово. Обычно это несколько секунд; для метода максимального правдоподобия (Крицкого–Менкеля, Пирсона III) — до 30 секунд. Пока идёт моделирование, с программой можно работать дальше. Повторный расчёт с теми же данными мгновенный. После смены α или способа ω^2кр нажмите «Пересчитать».

> **Примечание.** *Для итоговой составной кривой и для кривой, усечённой по значениям, РРССкр не определяется, а ω^2кр берётся табличным. Части составной кривой проверяются каждая по своей подвыборке.*

> **Обратите внимание.** *РРСС не меняется при изменении масштаба кривой — он проверяет её форму, а не Cv. Изменение Cv отражается на χ^2, ω^2 и A-D. R^2 — описательная мера без критического значения, поэтому в программе он отнесён к вспомогательным метрикам.*

Исправление Cv аналитической кривой

Если Cv нужно принять отличным от подобранного (например, по рекам-аналогам или районной зависимости), его можно задать вручную:



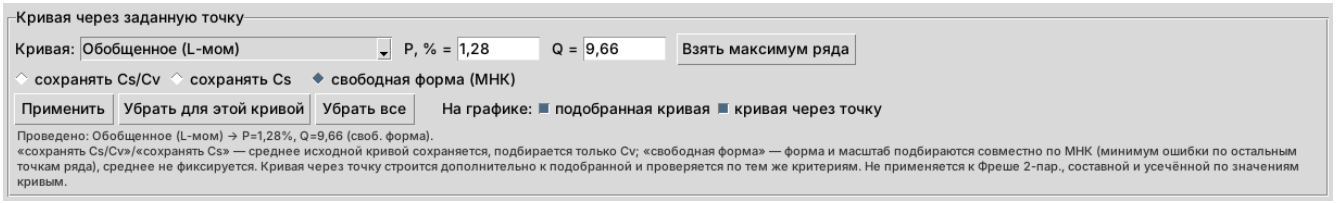
1. Выберите кривую в списке «Кривая» — в поле Cv подставится её подобранное значение;
2. Введите новое значение Cv;
3. Выберите, что сохранить: отношение Cs/Cv (Cs изменится пропорционально) или само значение Cs;
4. Нажмите «Применить». Исправленная кривая появится дополнительно к подобранной — с пометкой «[Cv = …]» в названии — на графике, в сводной таблице и в расчётных значениях. Среднее сохраняется;

5. Флажки «На графике: подобранная кривая / исправленная кривая» показывают или скрывают каждую из двух кривых — например, можно оставить на графике только исправленную;
6. «Убрать для этой кривой» и «Убрать все исправления» возвращают исходное состояние.

Примечание. *У распределения Гумбеля Cs постоянен (≈ 1,14), у двухпараметрического Фреше Cs однозначно определяется Cv — для них меняется только Cv, о чём программа предупреждает. Для составной кривой исправление Cv не применяется.*

Кривая через заданную точку

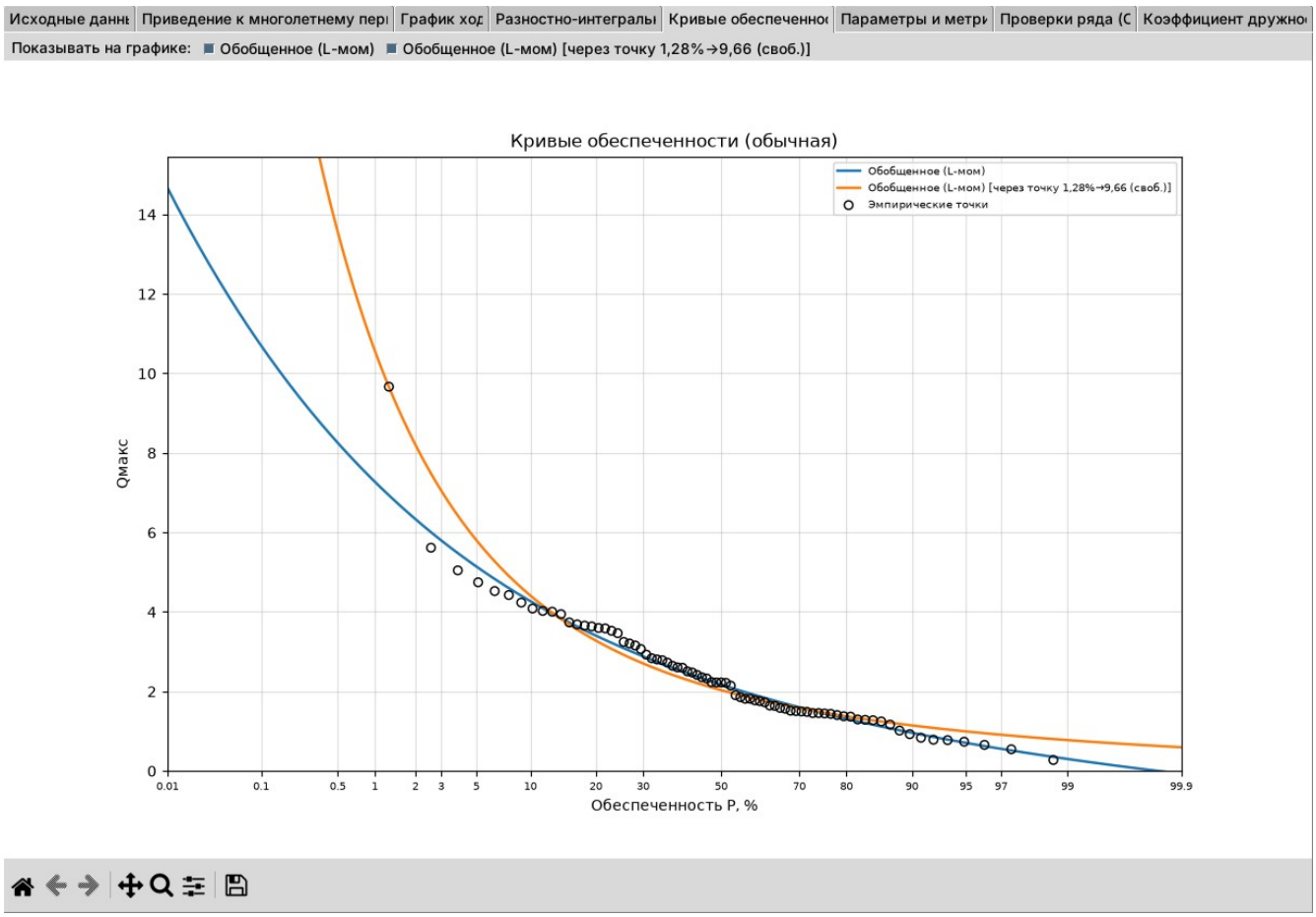
Инструмент строит дополнительную кривую того же распределения, которая проходит точно через заданную точку (P, %; Q). Типичный случай — проверенный по данным измерений исторический максимум, через который подобранная кривая не проходит.



1. Выберите кривую в списке «Кривая» (доступны распределения, отмеченные в левой панели, кроме Фреше 2-пар.);
2. Задайте точку: P, % и Q вручную или кнопкой «Взять максимум ряда» — подставятся эмпирическая обеспеченность и значение наибольшего члена ряда;
3. Выберите режим подбора (см. таблицу ниже);
4. Нажмите «Применить». Кривая появится дополнительно к подобранной — с пометкой «[через точку P%→Q]» в названии (в режиме свободной формы — с добавкой «своб.») — на графике, в сводной таблице, в расчётных значениях и в отчётах. Она проверяется теми же критериями согласия;
5. Флажки «На графике: подобранная кривая / кривая через точку» показывают или скрывают каждую из двух кривых; «Убрать для этой кривой» и «Убрать все» возвращают исходное состояние.

Режим	Что сохраняется и что подбирается
сохранять Cs/Cv	среднее и отношение Cs/Cv подобранной кривой сохраняются; подбирается Cv так, чтобы кривая прошла через точку
сохранять Cs	среднее и Cs подобранной кривой сохраняются; подбирается Cv
свободная форма (МНК)	форма и масштаб подбираются совместно методом наименьших квадратов — минимум отклонений от остальных точек ряда при условии точного прохождения через заданную точку; среднее не фиксируется. Для Крицкого–Менкеля и Пирсона III подбираются Cv и Cs/Cv, для обобщённого распределения — параметры формы и масштаба

Первые два режима меняют только Cv и поэтому сохраняют форму исходной кривой; режим свободной формы гибче и обычно меньше отклоняется от остальных точек ряда. Сравнить варианты удобно, применив инструмент к нескольким распределениям: в сводной таблице видно, какая кривая проходит критерии согласия и меньше искажает соседние точки (maxE).



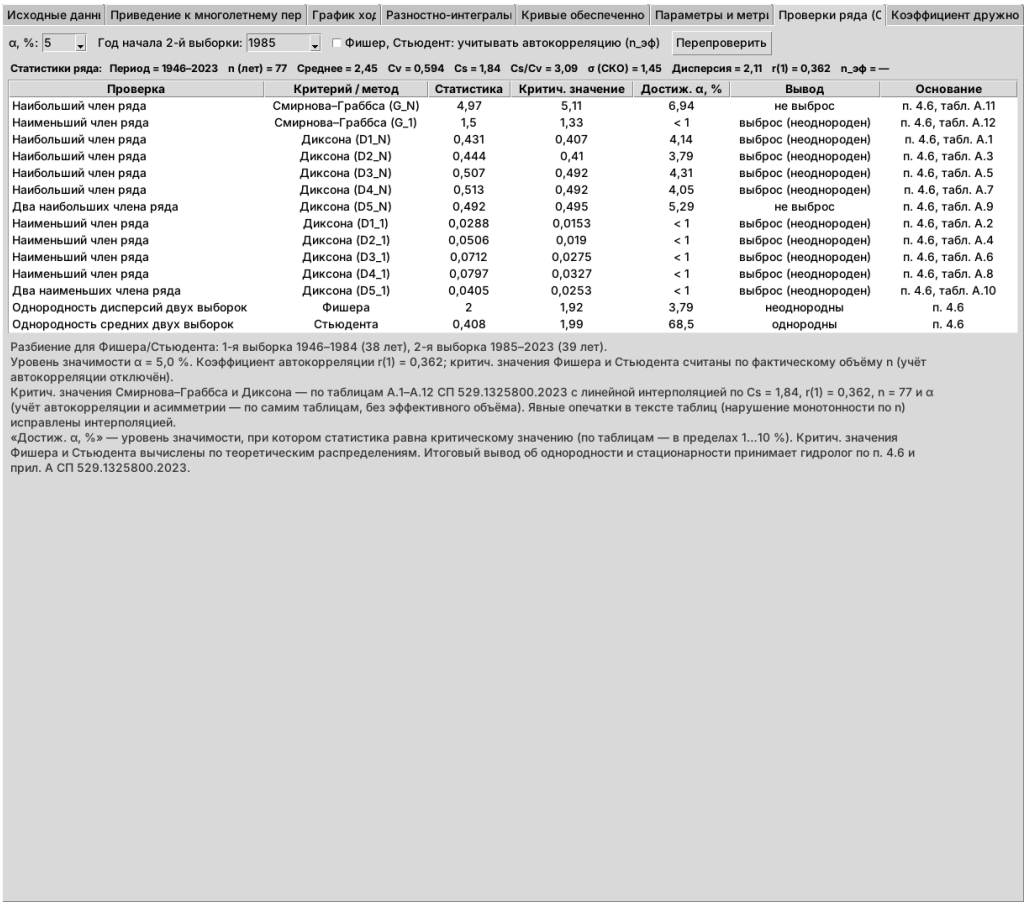
Примечание. *Кривая, проведённая через точку, — обоснованное решение только тогда, когда точка достоверна (значение проверено по данным измерений). Инструмент не применяется к Фреше 2-пар., составной кривой и кривой, усечённой по значениям. У распределения Гумбеля Cs постоянен, поэтому все три режима для него совпадают.*

Расчётные значения

Нижнее окно — итоговые величины для каждой кривой по всем заданным обеспеченностям P, % и соответствующий им период повторяемости в годах. Эти строки переносятся в отчёт .docx и в таблицу Excel.

11. Вкладка «Проверки ряда (СП)»

Проверка однородности и стационарности ряда — обязательный этап перед построением кривой обеспеченности, по п. 4.6 и приложению А СП 529.1325800.2023.



- Критерий Смирнова–Граббса — наличие аномально высокого члена ряда (выброса); G_N = (x_max − Qср)/σ;
- Критерий Диксона — то же по статистикам D1–D5 для наибольших членов ряда: D1–D4 проверяют наибольший член, D5 — два наибольших;
- Критерий Фишера — однородность дисперсий двух частей ряда;
- Критерий Стьюдента — однородность средних значений двух частей ряда.

Статистика Диксона	Для наибольшего члена (x — по возрастанию)
D1_N	(xn − xn−1)/(xn − x1)
D2_N	(xn − xn−1)/(xn − x2)
D3_N	(xn − xn−2)/(xn − x2)
D4_N	(xn − xn−2)/(xn − x3)
D5_N	(xn − xn−2)/(xn − x1) — два наибольших члена

Критические значения Смирнова–Граббса и Диксона берутся по таблицам А.1, А.3, А.5, А.7, А.9 и А.11 приложения А СП 529.1325800.2023. Они зависят от уровня значимости, коэффициента асимметрии Cs,

коэффициента автокорреляции r(1) и объёма ряда n; программа подставляет Cs и r(1) анализируемого ряда (они выведены в строке статистик) и интерполирует таблицы линейно по Cs, r(1), n и α. Если значение выходит за пределы таблиц (Cs > 3, r(1) > 0,9, n > 100), берётся ближайшая граница — об этом сказано в примечаниях под таблицей. Для рядов короче 6 лет используются классические таблицы Диксона и t-распределение для Смирнова–Граббса.

> **Обратите внимание.** *Учёт асимметрии существенно меняет вывод. Например, для ряда из 77 лет с Cs = 1,84 и r(1) = 0,36 наибольшее значение с G_N = 4,97 по таблице А.11 не является выбросом (критическое 5,11 при α = 5 %), хотя по формуле для нормального распределения (критическое ≈ 3,1) оно было бы признано выбросом.*

Год, разделяющий ряд на две части для критериев Фишера и Стьюдента, задаётся отдельно и по умолчанию берётся серединой периода — его можно изменить. Уровень значимости α (5, 1 или 10 %) выбирается там же. Флажок «Фишер, Стьюдент: учитывать автокорреляцию (n_эф)» уменьшает объём выборок для этих двух критериев до эффективного n·(1 − r)/(1 + r); для Смирнова–Граббса и Диксона автокорреляция уже учтена таблицами. Столбец «Достиж. α, %» показывает, при каком уровне значимости статистика как раз попадает на границу критической — это помогает оценить, насколько «уверенно» сделан вывод.

> **Примечание.** *Итоговое решение об однородности и стационарности ряда принимает гидролог по совокупности критериев (п. 4.6 и прил. А СП 529.1325800.2023) — программа не отбрасывает данные автоматически.*

12. Вкладка «Коэффициент дружности половодья K_0»

Расчёт максимального расхода воды весеннего половодья по редукционной формуле (7.9) СП 529.1325800.2023, п. 7.5.3:

$$Q_p\% = K_0 \cdot h_p\% \cdot \mu \cdot \delta \cdot \delta_1 \cdot \delta_2 \cdot A / (A + A_1)^n$$

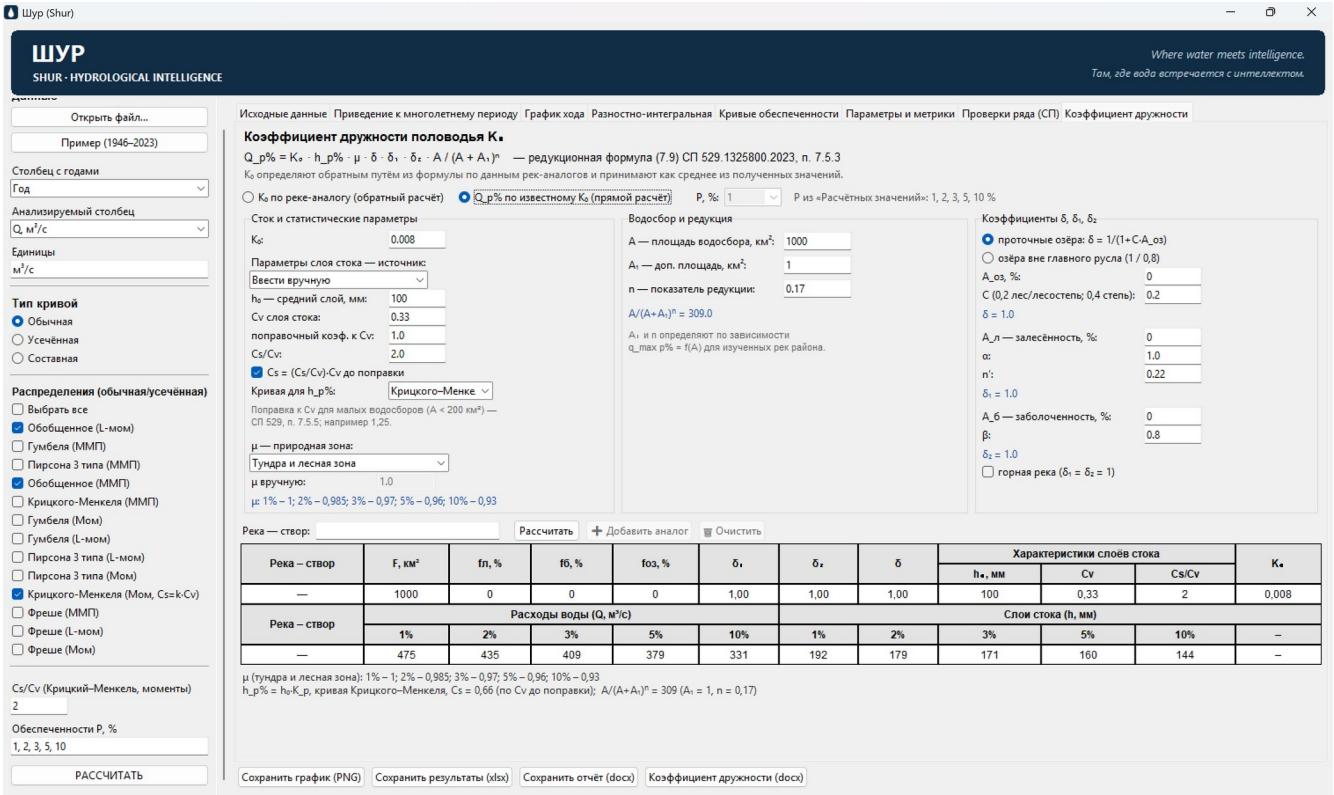
Вверху вкладки переключаются два режима расчёта:

- K_0 по реке-аналогу (обратный расчёт) — K_0 вычисляется из формулы (7.9) по известным Q_p% и h_p% одной или нескольких рек-аналогов, принимается как среднее;
- Q_p% по известному K_0 (прямой расчёт) — при уже известном (принятом) K_0 вычисляются расходы воды для всех обеспеченностей, заданных в левой панели.

Общие для обоих режимов поля

Блок	Поля
Водосбор и редукция	A — площадь водосбора; A_1 и n — дополнительная площадь и показатель степени редукции (определяются по зависимости q_max p% = f(A) для изученных рек района); программа сама считает $A/(A+A_1)^n$
Коэффициенты δ, δ_1, δ_2	влияние проточных озёр (δ, формула 7.11, с переключателем на озёра вне главного русла), залесённости (δ_1, формула 7.12) и заболоченности (δ_2, формула 7.13); флажок «горная река» приравнивает $\delta_1 = \delta_2 = 1$ по п. 7.5.9

Прямой расчёт Q_p% по известному K_0



1. Введите K_0 (принятое значение — обычно среднее из обратного расчёта по нескольким рекам-аналогам);
2. Задайте параметры слоя стока: h_0 — средний многолетний слой, Cv, Cs/Cv — либо вручную, либо выбором источника «Параметры слоя стока» из уже рассчитанной на других вкладках кривой;
3. При необходимости укажите поправочный коэффициент к Cv для малых водосборов ($A < 200$ км²) по п. 7.5.5 СП 529.1325800.2023 (например, 1,25) — программа применит его к Cv слоя стока;
4. Флажок «Cs = (Cs/Cv)·Cv до поправки» определяет, от исходного Cv или уже скорректированного вычисляется Cs; по умолчанию — от исходного;
5. Выберите кривую для расчёта h_p% — Крицкого–Менкеля или Пирсона III типа;
6. Укажите природную зону для коэффициента μ (см. приложение Б) или введите μ вручную;
7. Нажмите «Рассчитать» — ниже появится таблица в формате отчёта: сверху — характеристики водосбора и слоя стока, снизу — расходы Q и слои h по каждой обеспеченности P, заданной в левой панели.

Примечание. *Под таблицей программа печатает использованные значения μ по каждой обеспеченности и параметры кривой h_p% — эти строки переносятся в отчёт docx как примечания к расчёту.*

Обратный расчёт K_0 по реке-аналогу

Переключите режим на «K_0 по реке-аналогу». Поля меняются на Q_p% и h_p% одной реки-аналога для одной выбранной обеспеченности P (список P — вверху вкладки). Q_p% и h_p% можно ввести вручную или взять с уже рассчитанной кривой через выпадающий список «источник».

1. Укажите название реки-створа, Q_p%, h_p% (или выберите источник), параметры водосбора и коэффициенты δ, δ_1, δ_2;
2. Нажмите «Рассчитать» — программа покажет K_0 для этой реки;
3. Нажмите «+ Добавить аналог», чтобы добавить строку в таблицу и повторите для следующей реки-аналога;
4. После добавления нескольких рек программа показывает среднее K_0 по всем аналогам — это и есть принимаемое значение для прямого расчёта;
5. «Очистить» — удаляет все добавленные строки и начинает заново.

13. Сохранение и выгрузка результатов

Кнопки в нижней панели доступны на любой вкладке и всегда относятся к последнему выполненному расчёту (после «РАССЧИТАТЬ»):

Кнопка	Что сохраняет
Сохранить график (PNG)	текущий график кривых обеспеченности отдельным файлом-рисунком
Сохранить результаты (xlsx)	листы «Параметры», «Метрики» (критерии согласия с критическими значениями и вспомогательные метрики) и «Расчётные значения»
Сохранить отчёт (docx)	готовый отчёт Word: хронологическая таблица ряда, проверки ряда, графики, параметры, таблица критериев согласия с пояснением, вспомогательные метрики и расчётные значения — можно вставлять в текст отчёта ИГМИ
Коэффициент дружности (docx)	отдельный отчёт по вкладке K_0 — в том режиме (прямой/обратный), что выбран на момент сохранения
Оформление отчёта…	колонтитулы отчётов .docx: организация, обозначение и наименование документа (см. ниже)

Примечание. *Если сохранить таблицы или отчёт, пока критические значения ещё моделируются, программа предупредит: соответствующие ячейки будут пустыми. Лучше дождаться строки «Критерии согласия, α = …» над таблицей на вкладке «Параметры и метрики».*

Также. *Кривые с исправленным Cv и кривые, проведённые через точку, попадают во все выгрузки наравне с подобранными — в таблицы, на график и в отчёт.*

Также. *Если учтено выдающееся значение, в отчёт .docx добавляется раздел с его характеристиками и методикой (п. 5.1.15 СП 529.1325800.2023), в хронологической таблице его обеспеченность приводится по N, а в таблице метрик — столбец «Δ выд.». Если критерии согласия выключены, в отчёте об этом сделана отметка.*

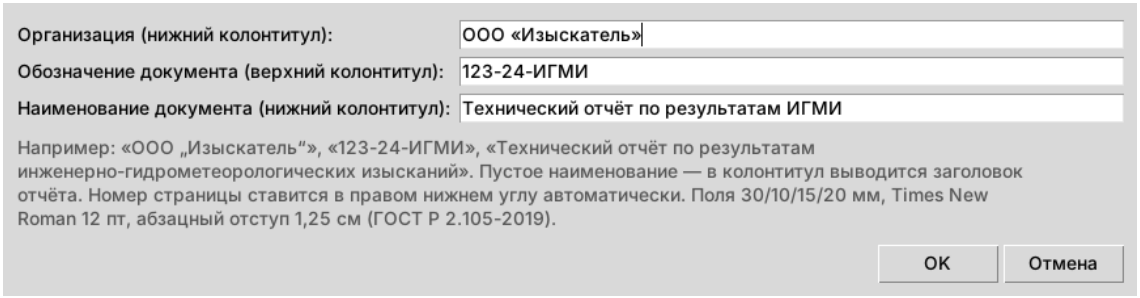
Также. *Если среди кривых есть «Фреше 2-пар.», в отчёт .docx добавляется примечание о методе и о том, что распределение применяется только для дождевых осадков.*

Оформление отчётов .docx по ГОСТ

Оба отчёта Word оформляются по ГОСТ Р 21.301-2021 (текстовая часть отчётной документации по инженерным изысканиям) и ГОСТ Р 2.105-2019:

- лист А4, поля: левое 30 мм, правое 10 мм, верхнее 15 мм, нижнее 20 мм; шрифт Times New Roman 12 пт, абзацный отступ 1,25 см, выравнивание по ширине;
- разделы пронумерованы арабскими цифрами («1 Хронологический ряд…»), заголовки полужирные, без точки в конце;
- таблицы — с наименованием над таблицей «Таблица 1 — …», сквозная нумерация, головка повторяется на каждой странице, строки не разрываются; в тексте перед таблицей — ссылка на неё;
- рисунки — по центру, с подписью под ними «Рисунок 1 — …» и ссылкой в тексте;
- примечания — «Примечание — …» или «Примечания» с нумерацией;
- верхний колонтитул — обозначение документа (слева); нижний — организация и наименование документа, номер страницы — в правом нижнем углу;
- десятичный разделитель — запятая; в конце — строка о программе и версии.

Колонтитулы задаются один раз кнопкой «Оформление отчёта…» и запоминаются для следующих запусков. Пустое наименование документа — в нижний колонтитул выводится заголовок отчёта.

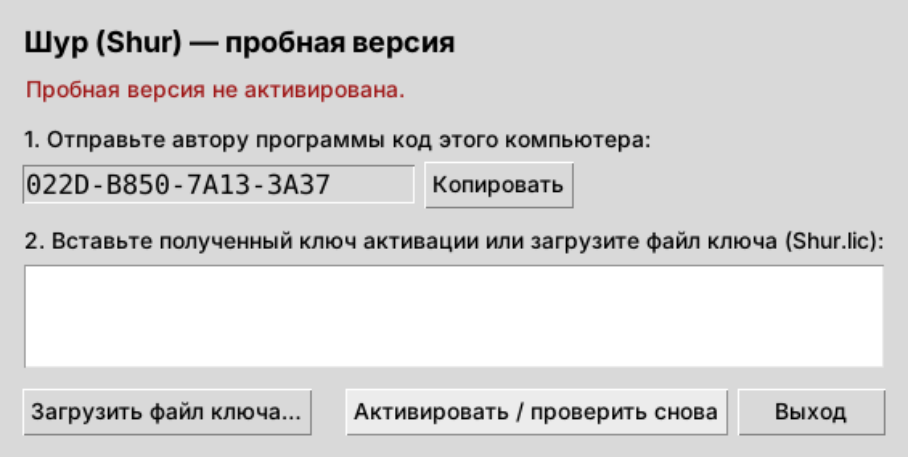


Примечание. *Отчёт программы — фрагмент для включения в технический отчёт: титульный лист, содержание и основные надписи формирует сам отчёт ИГМИ. Если при вставке таблица переходит на следующую страницу, над её продолжением по ГОСТ Р 2.105-2019 пишут «Продолжение таблицы N» — это делается при окончательной вёрстке отчёта.*

14. Пробная версия: активация

Пробная версия (Shur_trial.exe) полностью совпадает с полной, но работает только по ключу активации. Ключ выдаёт автор программы на определённый срок и для одного конкретного компьютера.

Как активировать



1. Запустите Shur_trial.exe — откроется окно активации с кодом этого компьютера (вида XXXX-XXXX-XXXX-XXXX);
2. Нажмите «Копировать» и отправьте код автору программы;
3. Полученный ключ (строка, начинающаяся с SHUR-) вставьте в поле ниже — или нажмите «Загрузить файл ключа...» и выберите присланный файл .lic;
4. Нажмите «Активировать / проверить снова». Компьютер должен быть подключён к интернету;
5. Откроется основное окно; в шапке — имя, на которое выдан ключ, и сколько дней осталось. При следующих запусках ключ вводить не нужно.

Условия работы пробной версии

- Ключ действует до конца указанного в нём дня (по московскому времени);
- Время от времени пробной версии нужно подключение к интернету: без него она работает до 7 дней;
- Ключ действует на одном компьютере. Для другого компьютера, а также после переустановки Windows или замены системного диска нужен новый ключ.

Если программа показала сообщение, воспользуйтесь таблицей:

Сообщение	Что делать
Нет подключения к интернету...	подключиться к интернету и нажать «Активировать / проверить снова»
Программа работала без интернета дольше 7 дней	подключиться к интернету — дальше снова можно работать без сети

Системные дата и время переведены назад	поставить правильное время или подключиться к интернету
Ключ выдан для другого компьютера	отправить автору код этого компьютера и получить новый ключ
Ключ недействителен / неверный формат	проверить, что ключ скопирован целиком, без пропусков; при необходимости запросить заново
Срок пробной версии закончился	запросить новый ключ или полную версию

Приложение А. Список распределений

В скобках указан метод оценки параметров: ММП — метод максимального правдоподобия, Мом — метод моментов, L-мом — метод L-моментов (устойчивее метода моментов на коротких и неоднородных рядах).

Распределение	Метод
Обобщённое экстремальных значений (ОРЭЗ, GEV)	L-мом, ММП
Пирсона III типа	Мом, L-мом, ММП
Гумбеля	Мом, L-мом, ММП
Крицкого–Менкеля (Cs = k·Cv)	Мом
Крицкого–Менкеля	ММП
Фреше 2-пар. — только дождевые осадки	МНК на клетчатке Фреше

МНК — метод наименьших квадратов: прямая $\ln x = \ln \sigma - (1/\alpha)\cdot\ln(-\ln F)$ на клетчатке Фреше, где $F = (m - 0{,}3)/(n + 0{,}4)$, m — номер члена ряда, ранжированного по возрастанию. Нижняя граница распределения равна нулю.

> **Примечание.** *Метод максимального правдоподобия для обобщённого распределения может давать неустойчивые оценки на рядах короче 20–25 лет. При выборе распределения опирайтесь в первую очередь на критерии согласия (χ^2, ω^2, PPCC и столбец «Согласие»), а вспомогательные метрики (A-D, R^2, MAE, maxE) используйте для сравнения кривых между собой.*

Приложение Б. Формула (7.9) и коэффициент μ

$$Q_p\% = K_0 \cdot h_p\% \cdot \mu \cdot \delta \cdot \delta_1 \cdot \delta_2 \cdot A \,/\, (A + A_1)^n$$

Обозначения (СП 529.1325800.2023, п. 7.5.3):

Обозначение	Смысл
K_0	параметр дружности весеннего половодья — среднее из значений по нескольким рекам-аналогам
h_p%	расчётный слой суммарного весеннего стока (без срезки грунтового питания) заданной обеспеченности
μ	коэффициент, учитывающий неравенство статистических параметров кривых распределения слоёв стока и максимальных расходов воды
δ	влияние водохранилищ, прудов и проточных озёр (формула 7.11)
δ_1	влияние залесённости водосбора (формула 7.12)
δ_2	влияние заболоченности водосбора (формула 7.13)
A, A_1, n	площадь водосбора, дополнительная площадь и показатель степени редукции

Значения коэффициента μ по природным зонам и обеспеченности P, % (в СП 529.1325800.2023 числовые значения не приведены; в программе используется таблица из СНиП 2.01.14-83, приложение 7):

Природная зона	0,1%	1%	3%	5%	10%	25%	50%	75%	95%
Тундра и лесная зона	1,02	1,0	0,97	0,96	0,93	0,90	0,86	0,82	0,82
Лесостепная зона	1,04	1,0	0,96	0,93	0,89	0,80	0,72	0,64	0,58
Степная зона	1,04	1,0	0,97	0,96	0,93	0,88	0,79	0,64	0,42
Засушливые степи и полупустыни	1,02	1,0	0,98	0,97	0,96	0,92	0,80	0,70	0,50

Примечание. *Для промежуточных обеспеченностей (например, 2 %) программа находит μ линейной интерполяцией между соседними табличными значениями.*

ШУР

SHUR · HYDROLOGICAL INTELLIGENCE

Where water meets intelligence. Там, где вода встречается с интеллектом.