ШУР · *Ветровые волны*

SHUR · HYDROLOGICAL INTELLIGENCE



Руководство пользователя

Расчётные скорости ветра, элементы ветровых волн,
ветровой нагон, накат волн на откос и гашение волн кустарником
по ВСН 206-87 и СП 38.13330.2018

Версия программы 1.3: настольная (Windows), файл ShurVolna.exe
Дата редакции руководства: 09.11.2026

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

Содержание

1. Введение

2. Установка и запуск

3. Общий вид окна

4. Порядок работы — коротко

5. Вкладка «1. Ветер»

6. Вкладка «2. Клетчатка»

7. Вкладка «3. Волны»

8. Вкладка «4. Пакетный расчёт»

9. Вкладка «5. Нагон»

10. Вкладка «6. Накат»

11. Вкладка «7. Кустарник»

12. Вкладка «Параметры и справка»

13. Проекты, импорт и экспорт

14. Сообщения программы и типичные ситуации

Приложение А. Расчётные формулы

Приложение Б. Оцифровка графиков СП 38.13330.2018

Приложение В. Отличия от исходной таблицы Excel

Приложение Г. История версий

1. Введение

«Шур · Ветровые волны» — модуль программы Шур (Shur) для инженерно-гидрометеорологических изысканий. По данным метеостанции о повторяемости скоростей ветра программа определяет расчётные скорости ветра по восьми румбам, а по ним — элементы ветровых волн на водоёме, высоту ветрового нагона, высоту наката волн на откос и гашение волн полосой кустарника. Результаты выгружаются в Excel и в отчёт Word, готовый для вставки в технический отчёт ИГМИ.

Программа сделана на основе расчётной таблицы Excel «Расчёт высоты ветровой волны» и повторяет её порядок: Ветер → Клетчатка → Волны → Пакетный расчёт → Нагон → Накат → Кустарник. Графики СП 38.13330.2018 (рисунки А.1, А.2, Д.1), которые в Excel были заменены приближёнными формулами и узлами, в программе оцифрованы со скана свода правил.

Что умеет программа

- **Расчётные скорости ветра** — таблицы 1–3 ВСН 206-87, режимные функции на клетчатке вероятностей, V_w по румбам, а также V_w обеспеченностью 2 % и 4 % для нагона
- **Элементы волн** — средние высота $\bar{h}$, период $\bar{T}$ и длина волны λср (в программе — λср), высоты h_i обеспеченностью 0,1; 1; 2; 4; 5 и 13 % — в одной точке и по восьми румбам
- **Пакетный расчёт** — произвольный набор сочетаний V, L, d — одной таблицей
- **Нагон** — высота ветрового нагона по румбам для выбранного класса сооружения
- **Накат** — высота наката волн на откос с креплением
- **Кустарник** — процент гашения волн полосой кустарника и высоты волн за ней
- **Выгрузка** — Excel со всеми таблицами и графиками, отчёт Word, проект *.shurv

Нормативная база

Расчёт	Документ	Пункты, формулы, рисунки
Расчётные скорости ветра	ВСН 206-87	п. 2.1–2.9, формулы (1), (2), рис. 2, приложение 2
Элементы ветровых волн	СП 38.13330.2018	приложение А: А.6, А.7, А.14; табл. А.1; рис. А.1, А.2; формула (А.1)
Ветровой нагон	СП 38.13330.2018	приложение Б: формулы (Б.1а), (Б.2а)
Накат волн на откос	СП 38.13330.2018	приложение Д: формула (Д.1), табл. Д.1–Д.4, рис. Д.1
Гашение волн кустарником	ВСН 206-87	приложение 5

> **Примечание.** *Программа считает глубоководную зону и мелководную зону с уклонами дна 0,001 и менее. Трансформация и рефракция волн в зоне с уклонами дна 0,002 и более (п. А.12, А.13 СП 38) в программе не выполняются.*

2. Установка и запуск

Программа поставляется одним файлом ShurVolna.exe. Установка не требуется: скопируйте файл в удобную папку и запустите двойным щелчком; при желании создайте ярлык на рабочем столе. Работает в Windows 10 и 11. Проекты, выгрузки Excel и отчёты Word сохраняются туда, куда вы укажете в окне сохранения.

3. Общий вид окна

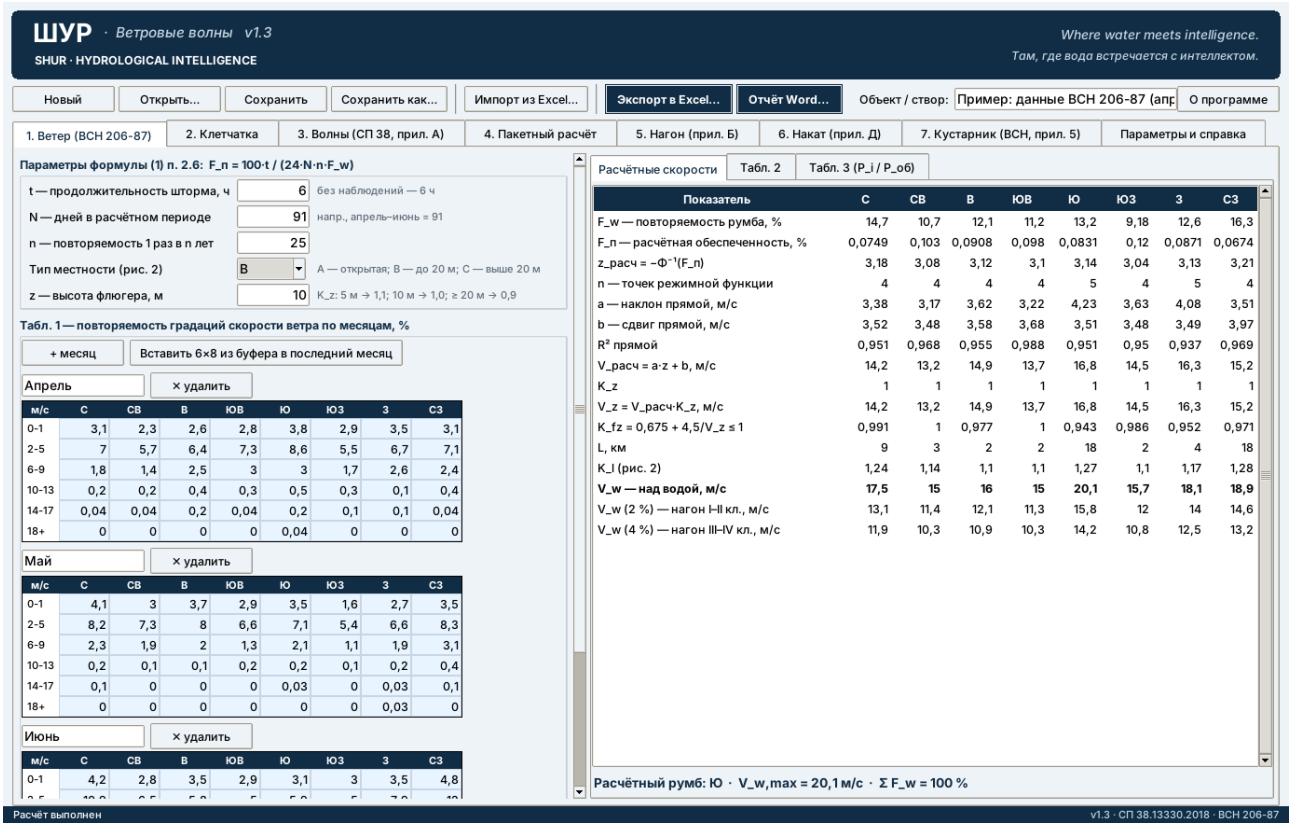


Рисунок 1 — Окно программы, вкладка «1. Ветер»

Сверху — фирменная плашка SHUR с номером версии и слоганом. Под ней — панель инструментов:

Кнопка / поле	Что делает
Новый	начинает новый проект; поля заполняются примером из ВСН 206-87
Открыть… / Сохранить / Сохранить как…	работа с файлом проекта *.shurv (раздел 13)
Импорт из Excel…	загружает исходные данные из шаблона «Расчёт высоты ветровой волны»
Экспорт в Excel…	сохраняет все таблицы и графики в .xlsx
Отчёт Word…	сохраняет отчёт .docx с таблицами и рисунками
Объект / створ	название, которое попадёт в заголовок отчёта и выгрузки
О программе	версия и нормативная база

Ниже — вкладки расчёта (1–7) и вкладка «Параметры и справка». Внизу окна — строка состояния: в ней пишется «Расчёт выполнен» либо, на тёмно-красном фоне, перечень ошибок по вкладкам. Справа в строке состояния — номер версии.

Как вводить числа

- Десятичный разделитель — запятая или точка, программа понимает оба.
- Голубые поля — исходные данные; результаты выводятся в таблицах с тёмно-синей шапкой.
- Пересчёт выполняется сам, примерно через треть секунды после любого изменения. Кнопки «Рассчитать» нет.
- Если в поле не число, оно подсвечивается красным, а в строке состояния появляется сообщение.
- Результаты выводятся с тремя значащими цифрами и десятичной запятой.



Рисунок 2 — Ошибка ввода: ячейка подсвечена, сообщение в строке состояния

4. Порядок работы — коротко

1. Впишите название объекта в поле «Объект / створ».
2. На вкладке «1. Ветер» задайте t, N, n, тип местности и высоту флюгера, заполните таблицу 1 повторяемости скоростей ветра по месяцам расчётного периода и длины разгона L по румбам. Если данные уже есть в шаблоне Excel — нажмите «Импорт из Excel…».
3. Проверьте расчётные скорости V_w в таблице справа и режимные функции на вкладке «2. Клетчатка».
4. На вкладке «3. Волны» задайте глубины по румбам и, при необходимости, продолжительность ветра. Метод по умолчанию — графики СП 38. Проверьте предупреждения под таблицей.
5. Если нужно, заполните вкладки «5. Нагон», «6. Накат», «7. Кустарник».
6. Сохраните проект (*.shurv), выгрузите Excel и отчёт Word.

5. Вкладка «1. Ветер»

Здесь по данным метеостанции определяются расчётные скорости ветра по восьми румбам по ВСН 206-87.

Параметры формулы (1)

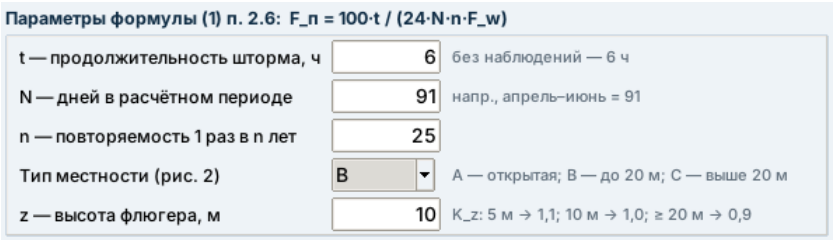


Рисунок 3 — Параметры расчёта обеспеченности F_п

Параметр	Смысл	Типовое значение
t	продолжительность шторма, ч	6 ч, если наблюдений на водоёме нет
N	число дней в расчётном периоде	апрель–июнь — 91
n	повторяемость шторма: 1 раз в n лет	25 (по заданию и классу сооружения)
Тип местности	A — открытая; B — застройка или лес высотой до 20 м; C — выше 20 м	по рис. 2 ВСН
z	высота флюгера над землёй, м	10 м

Таблица 1 — повторяемость по месяцам

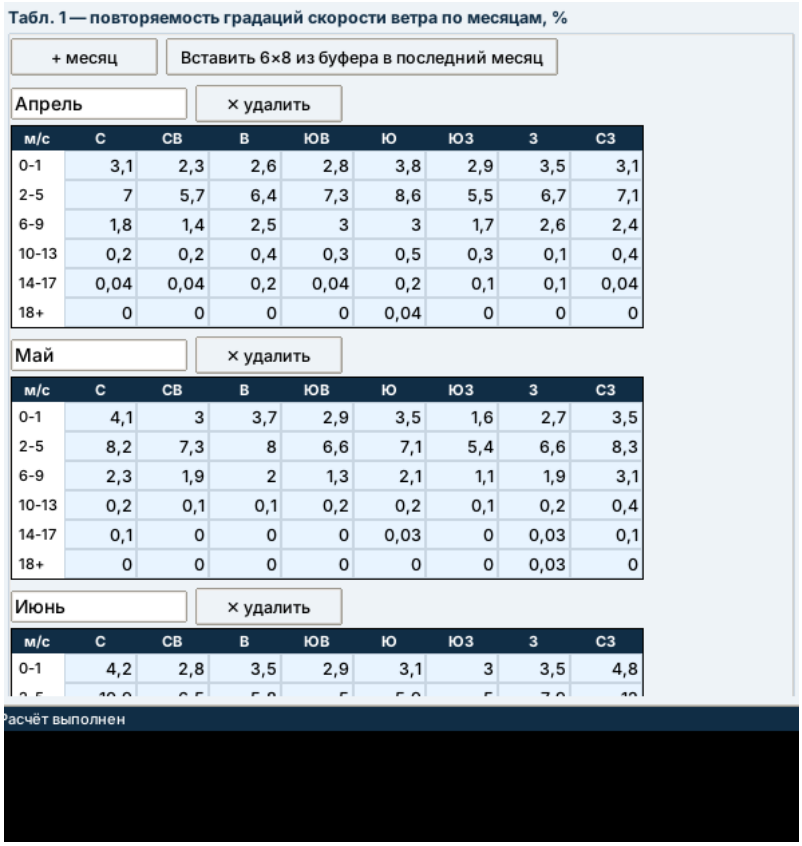


Рисунок 4 — Таблица 1 и длины разгона

Каждый месяц расчётного периода — отдельный блок 6 × 8: строки — градации скорости ветра 0–1, 2–5, 6–9, 10–13, 14–17, 18 м/с и более; столбцы — румбы С, СВ, В, ЮВ, Ю, ЮЗ, З, СЗ. Значения — повторяемость в процентах, как в справочнике по климату.

- **+ месяц** — добавляет пустой блок; название месяца можно исправить в поле над блоком
- **× удалить** — удаляет блок; хотя бы один месяц должен остаться
- **Вставить 6×8 из буфера в последний месяц** — вставляет блок, скопированный в Excel без заголовков (6 строк по 8 чисел)

Ниже таблицы 1 — длины разгона L над водой по румбам, км. Они нужны и для коэффициента K_l, и для расчёта волн по румбам.

Результаты

Показатель	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
F_w — повторяемость румба, %	14,7	10,7	12,1	11,2	13,2	9,18	12,6	16,3
F_п — расчётная обеспеченность, %	0,0749	0,103	0,0908	0,098	0,0831	0,12	0,0871	0,0674
z_расч = −Φ⁻¹(F_п)	3,18	3,08	3,12	3,1	3,14	3,04	3,13	3,21
n — точек режимной функции	4	4	4	4	5	4	5	4
a — наклон прямой, м/с	3,38	3,17	3,62	3,22	4,23	3,63	4,08	3,51
b — сдвиг прямой, м/с	3,52	3,48	3,58	3,68	3,51	3,48	3,49	3,97
R² прямой	0,951	0,968	0,955	0,988	0,951	0,95	0,937	0,969
V_расч = a·z + b, м/с	14,2	13,2	14,9	13,7	16,8	14,5	16,3	15,2
K_z	1	1	1	1	1	1	1	1
V_z = V_расч·K_z, м/с	14,2	13,2	14,9	13,7	16,8	14,5	16,3	15,2
K_fz = 0,675 + 4,5/V_z ≤ 1	0,991	1	0,977	1	0,943	0,986	0,952	0,971
L, км	9	3	2	2	18	2	4	18
K_l (рис. 2)	1,24	1,14	1,1	1,1	1,27	1,1	1,17	1,28
V_w — над водой, м/с	**17,5**	**15**	**16**	**15**	**20,1**	**15,7**	**18,1**	**18,9**
V_w (2 %) — нагон I–II кл., м/с	13,1	11,4	12,1	11,3	15,8	12	14	14,6
V_w (4 %) — нагон III–IV кл., м/с	11,9	10,3	10,9	10,3	14,2	10,8	12,5	13,2

Расчётный румб: Ю · V_w,max = 20,1 м/с · Σ F_w = 100 %

Рисунок 5 — Расчётные скорости ветра по румбам

Таблица «Расчётные скорости» содержит по каждому румбу: повторяемость румба F_w, расчётную обеспеченность F_п по формуле (1), параметры прямой режимной функции a и b с коэффициентом R², расчётную скорость V_расч, коэффициенты K_z, K_fz, K_l и итоговую скорость над водой V_w. Две последние строки — V_w обеспеченностью 2 % и 4 % для расчёта нагона. Под таблицей указан расчётный румб — румб с наибольшей V_w. На соседних вкладках — таблица 2 (средняя повторяемость за период) и таблица 3 (P_i и обеспеченность P_об).

> **Примечание.** *При V_z < 10 м/с коэффициент K_l находится линейной экстраполяцией кривых 10 и 15 м/с рис. 2 ВСН — так же, как в исходной таблице Excel. По длине разгона значения ограничены диапазоном 2–18 км.*

6. Вкладка «2. Клетчатка»



Рисунок 6 — Режимные функции скорости ветра на клетчатке вероятностей

По горизонтали — скорость ветра V, м/с; по вертикали — обеспеченность P, % на нормальной клетчатке вероятностей. Точки — нижние границы градаций и их обеспеченности P_об.

- Расчётный румб выделен толстой линией, остальные румбы показаны бледнее; их можно скрыть галочкой «показать все румбы».
- Пунктир — прямая режимной функции V = a·z + b, проведённая по методу наименьших квадратов.
- Звезда — расчётная обеспеченность F_п и скорость V_расч.
- Вертикали — V_расч обеспеченностью 2 % и 4 %; в легенде указаны и соответствующие V_w.
- Список «Румб» переключает выделенный румб, «Сохранить PNG…» сохраняет график в файл.

7. Вкладка «3. Волны»

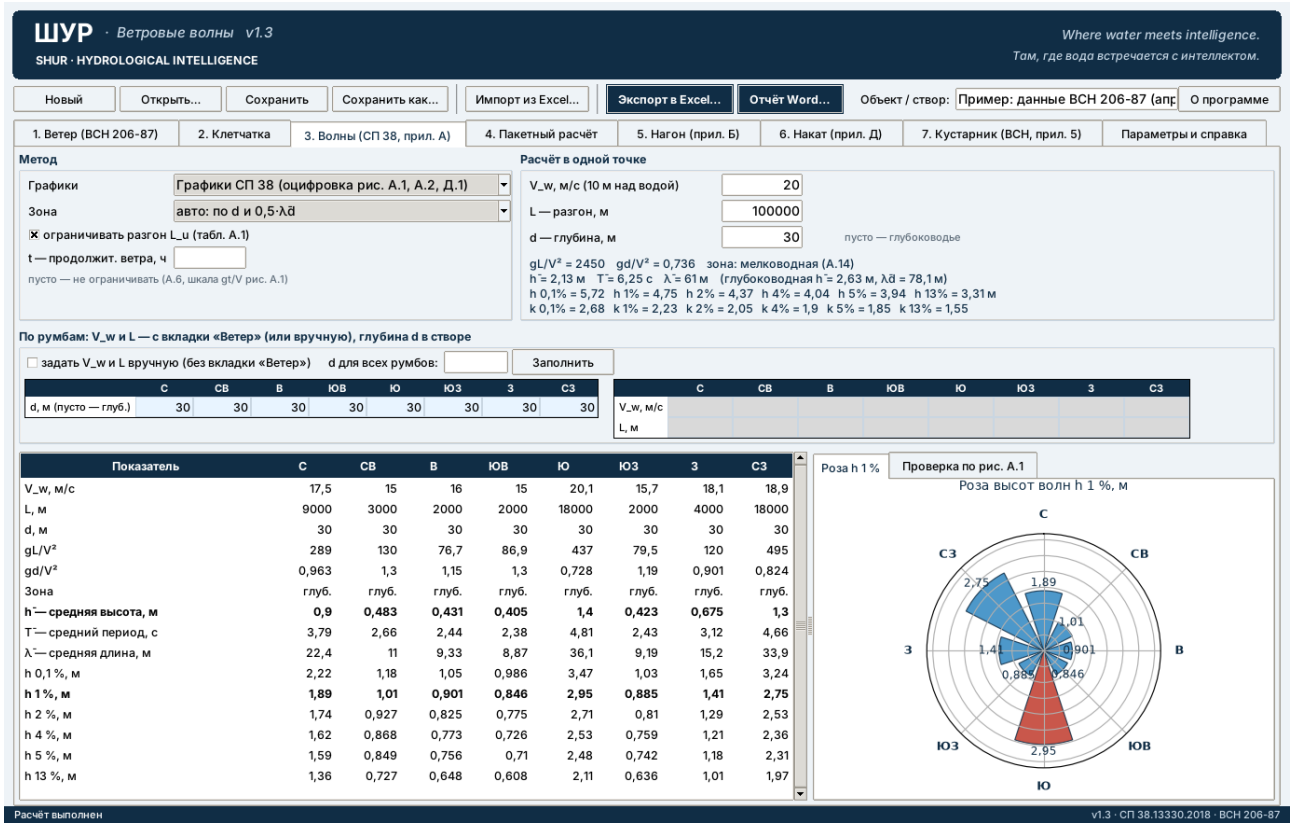


Рисунок 7 — Вкладка «3. Волны»

Метод

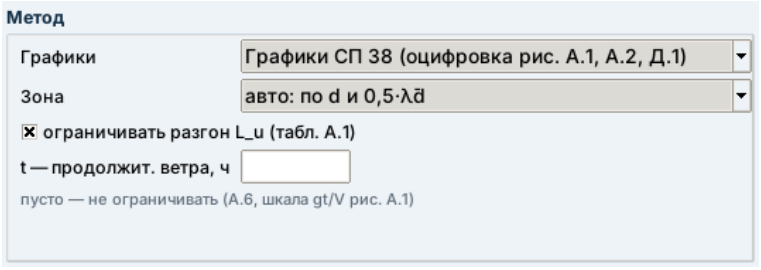


Рисунок 8 — Выбор метода расчёта

- **Графики** — «Графики СП 38» — основной режим, расчёт по оцифрованным рисункам А.1 и А.2. «Аппроксимация из Excel» — формулы исходной таблицы, только для сверки со старыми расчётами (приложение В)
- **Зона** — «авто» — глубоководная, если глубина d не меньше половины средней длины глубоководной волны 0,5·λср,d, иначе мелководная; можно задать зону явно
- **ограничивать разгон L_u** — разгон не больше предельного по табл. А.1 (действует при V ≥ 20 м/с)
- **t — продолжительность ветра** — если задана, h̄ берётся меньшим из значений по разгону и по продолжительности (шкала gt/V рис. А.1); пустое поле — без ограничения

Расчёт в одной точке

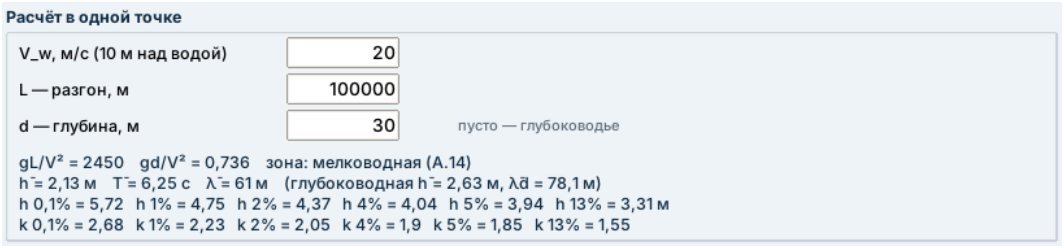


Рисунок 9 — Расчёт в одной точке

Задайте скорость ветра V_w на высоте 10 м над водой, разгон L в метрах и глубину d. Пустая глубина означает глубоководье. Под полями выводятся безразмерные параметры gL/V² и gd/V², зона, h̄, T̄, λср, для сравнения — глубоководные h̄ и λср,d, а также высоты h_i и коэффициенты k_i.

Расчёт по румбам

Скорости V_w и разгоны L по румбам берутся с вкладки «1. Ветер». Если данных ветра нет, включите галочку «задать V_w и L вручную» и заполните строки V_w и L (в метрах). Глубину d в створе задайте по каждому румбу; кнопка «Заполнить» вписывает одно значение во все румбы.

Таблица результатов: V_w, L, d, gL/V², gd/V², зона, h̄, T̄, λср и высоты h_i. Под таблицей — румб с наибольшей h 1 % и предупреждения (например, о выходе за границы графиков).

Роза высот и проверка по рисунку A.1

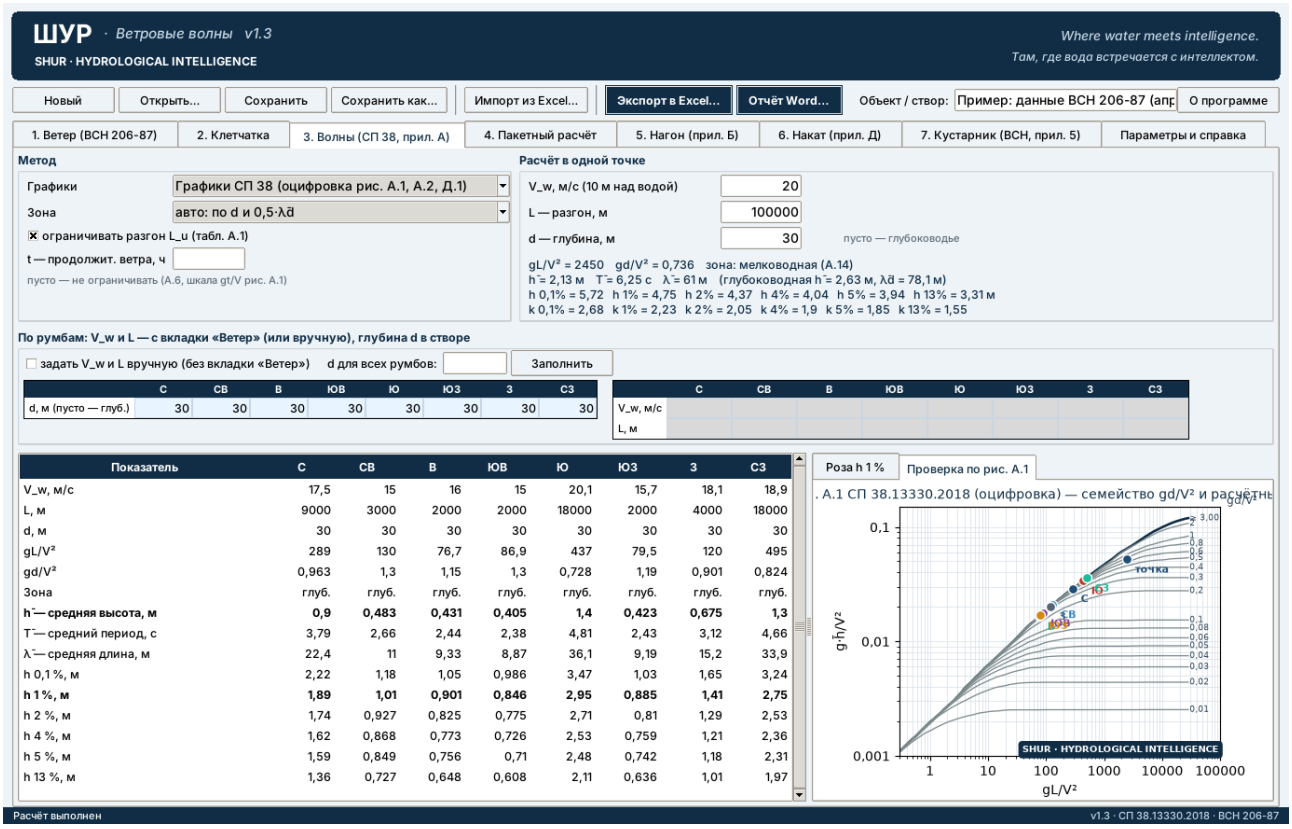


Рисунок 10 — Расчётные точки на оцифрованном рисунке A.1

Вкладка «Роза h 1 %» показывает высоты волн 1 % по румбам; наибольшая выделена красным. На вкладке «Проверка по рис. А.1» расчётные точки румбов и точки расчёта нанесены на оцифрованное семейство кривых gd/V² — так можно глазами проверить, где легла каждая точка.

Примечание. *В режиме «Аппроксимация из Excel» точки могут не лежать на кривых: это и есть расхождение формулы Excel с рисунком А.1.*

8. Вкладка «4. Пакетный расчёт»

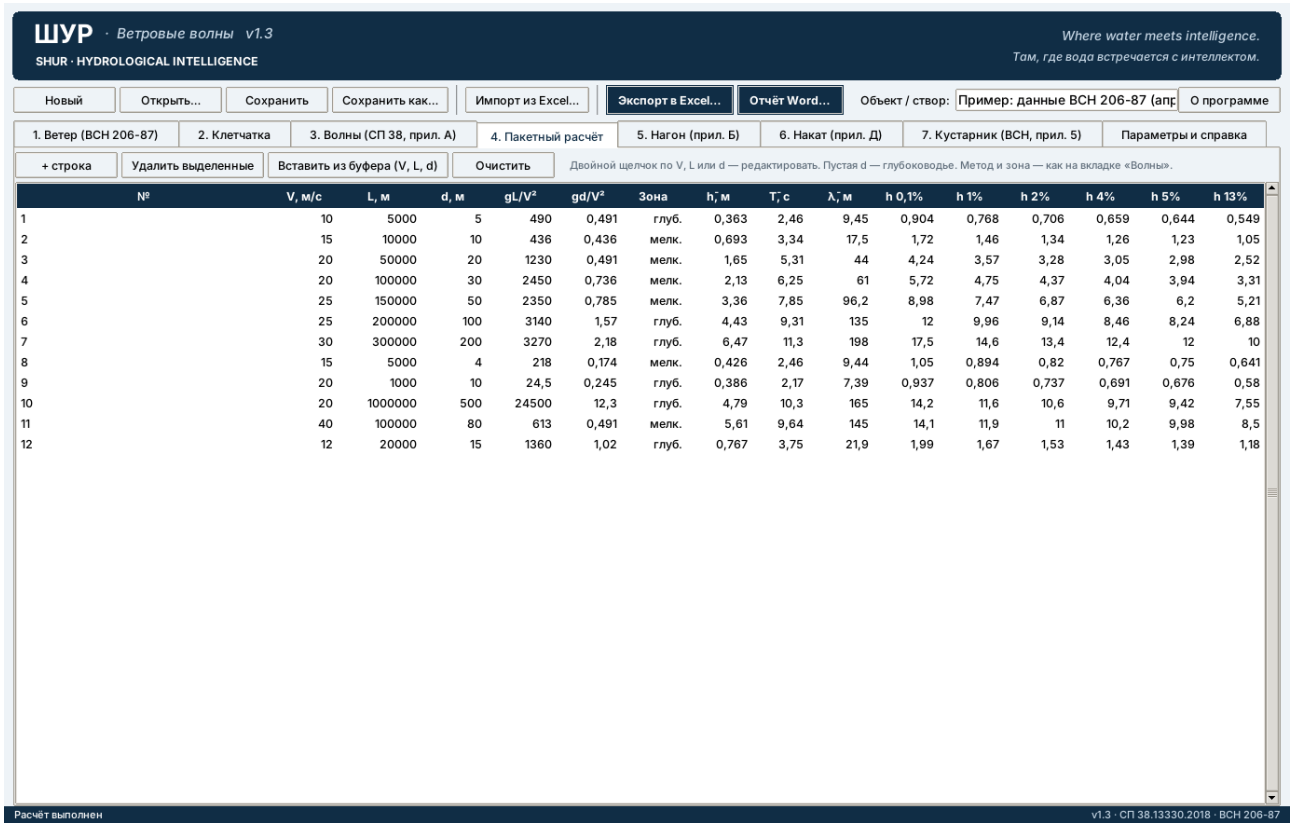


Рисунок 11 — Пакетный расчёт

Пакетный расчёт считает элементы волн для любого набора сочетаний V, L, d тем же методом, зоной и продолжительностью ветра, что выбраны на вкладке «3. Волны».

- **+ строка** — добавляет строку V = 20 м/с, L = 10 000 м, глубоководье
- **Удалить выделенные** — удаляет отмеченные строки (выделение — щелчком, с Ctrl или Shift)
- **Вставить из буфера (V, L, d)** — добавляет строки, скопированные из Excel тремя столбцами; третий столбец можно оставить пустым
- **Двойной щелчок** — по ячейке V, L или d — правка значения, Enter — принять, Esc — отменить

9. Вкладка «5. Нагон»

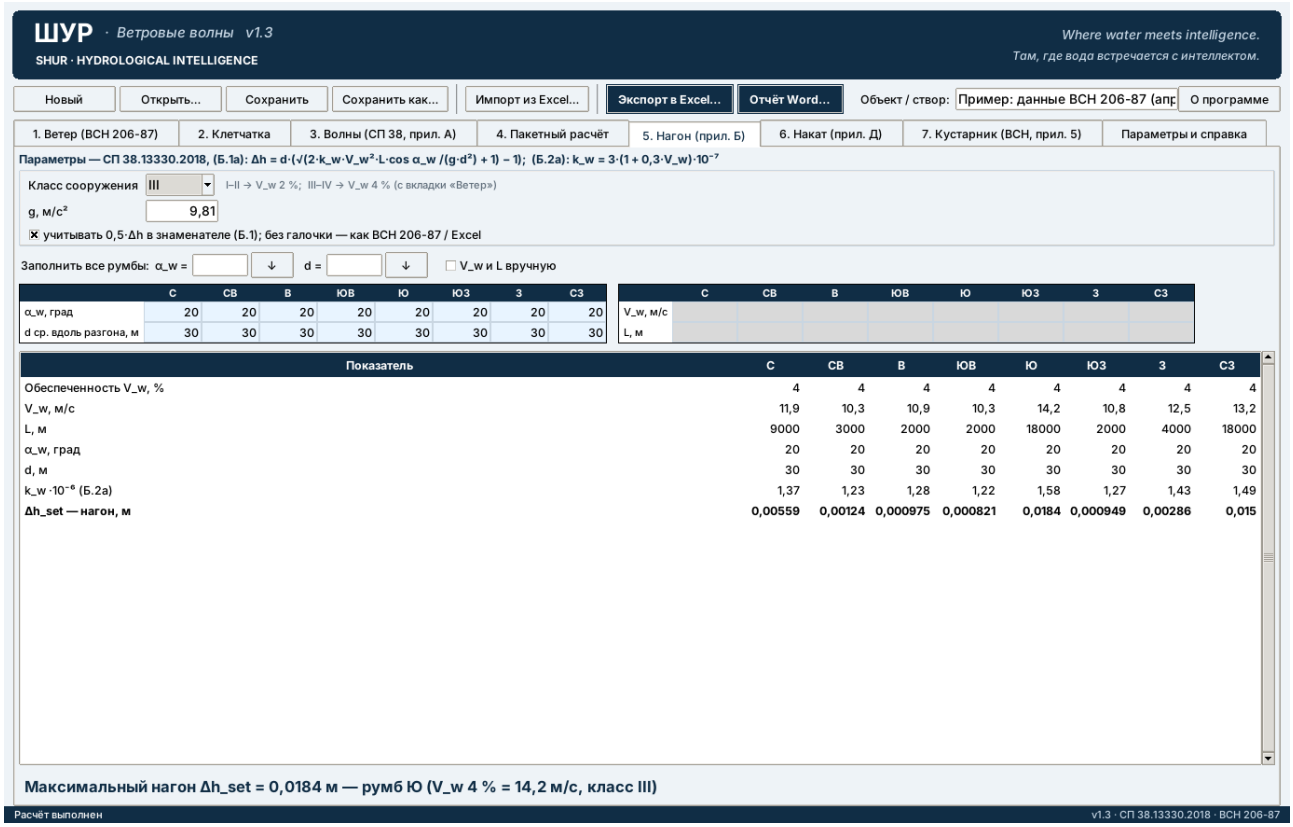


Рисунок 12 — Расчёт ветрового нагона

- **Класс сооружения** — I–II — берётся V_w обеспеченностью 2 %, III–IV — 4 % (с вкладки «1. Ветер»)
- **g** — ускорение свободного падения, по умолчанию 9,81 м/с²
- **Учитывать 0,5·Δh** — включено — формула (Б.1а) СП 38; выключено — Δh = k_w·V²·L·cos α/(g·d), как в ВСН 206-87 и в Excel (разница обычно доли процента)
- **α_w и d по румбам** — угол между осью водоёма и направлением ветра, град, и средняя глубина вдоль разгона, м; кнопки «↓» заполняют все румбы одним значением
- **V_w и L вручную** — позволяет считать нагон без данных вкладки «Ветер»

Результат — k_w по формуле (Б.2а) и высота нагона Δh_set по каждому румбу; наибольший нагон выводится крупно под таблицей.

10. Вкладка «6. Накат»

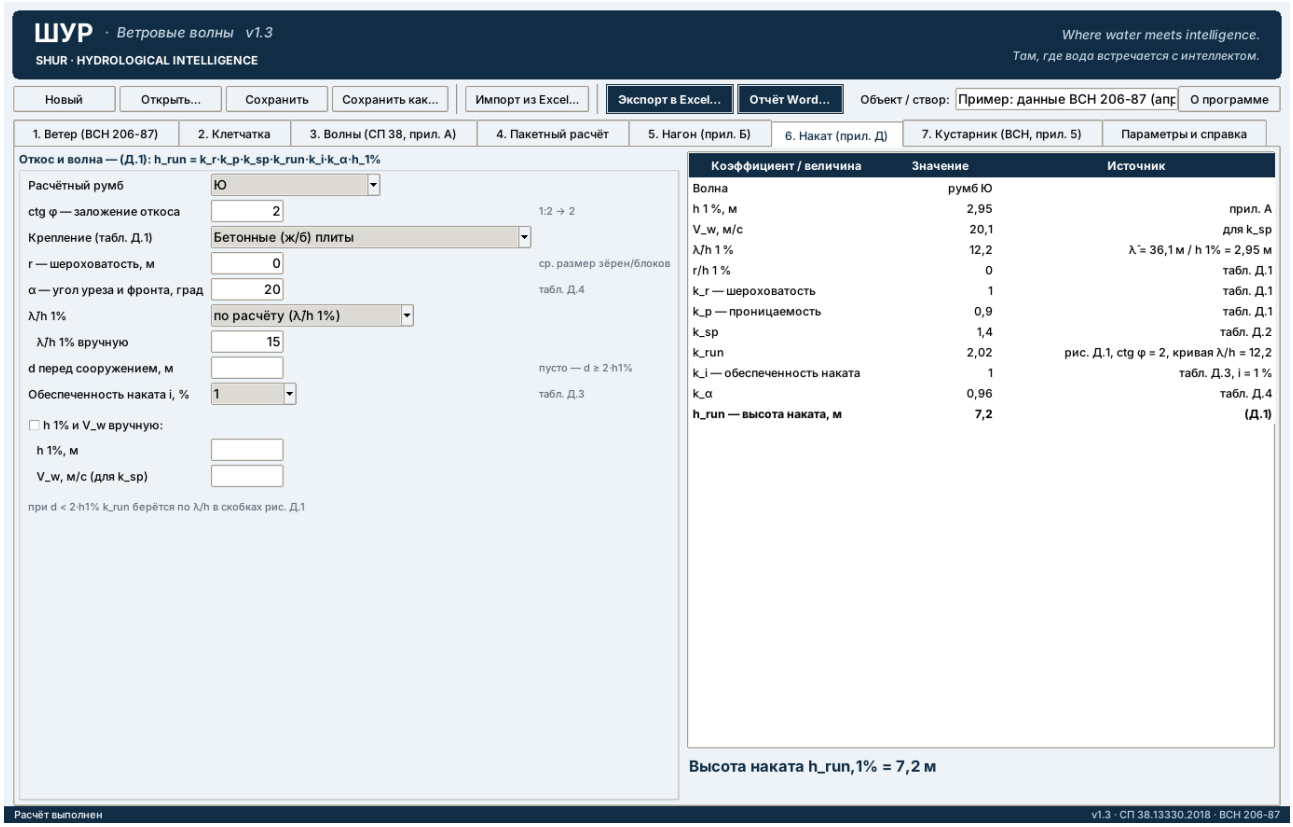


Рисунок 13 — Расчёт наката волн на откос

Поле	Что задаёт
Расчётный румб	«авто» — румб с наибольшей h 1 %; «расчёт в точке»; либо конкретный румб
ctg φ	заложение откоса (откос 1:2 → 2)
Крепление	бетонные (железобетонные) плиты либо гравийно-галечниковое, каменное, из бетонных блоков
r	размер шероховатости — средний диаметр зёрен или размер блоков, м (для плит не нужен)
α	угол между фронтом волны и урезом, град (табл. Д.4)
λср/h 1 %	«по расчёту» — из элементов волн выбранного румба; либо вручную
d перед сооружением	если меньше 2·h 1 %, k_run берётся по значениям λ/h в скобках рис. Д.1; пусто — d ≥ 2·h 1 %
Обеспеченность наката i	0,1–50 % (табл. Д.3)
h 1 % и V_w вручную	для расчёта наката без вкладок «Ветер» и «Волны»

Справа — все коэффициенты формулы (Д.1) с указанием таблицы или рисунка, откуда они взяты, и итоговая высота наката h_run. Предупреждения о выходе за границы рис. Д.1 выводятся под таблицей.

11. Вкладка «7. Кустарник»

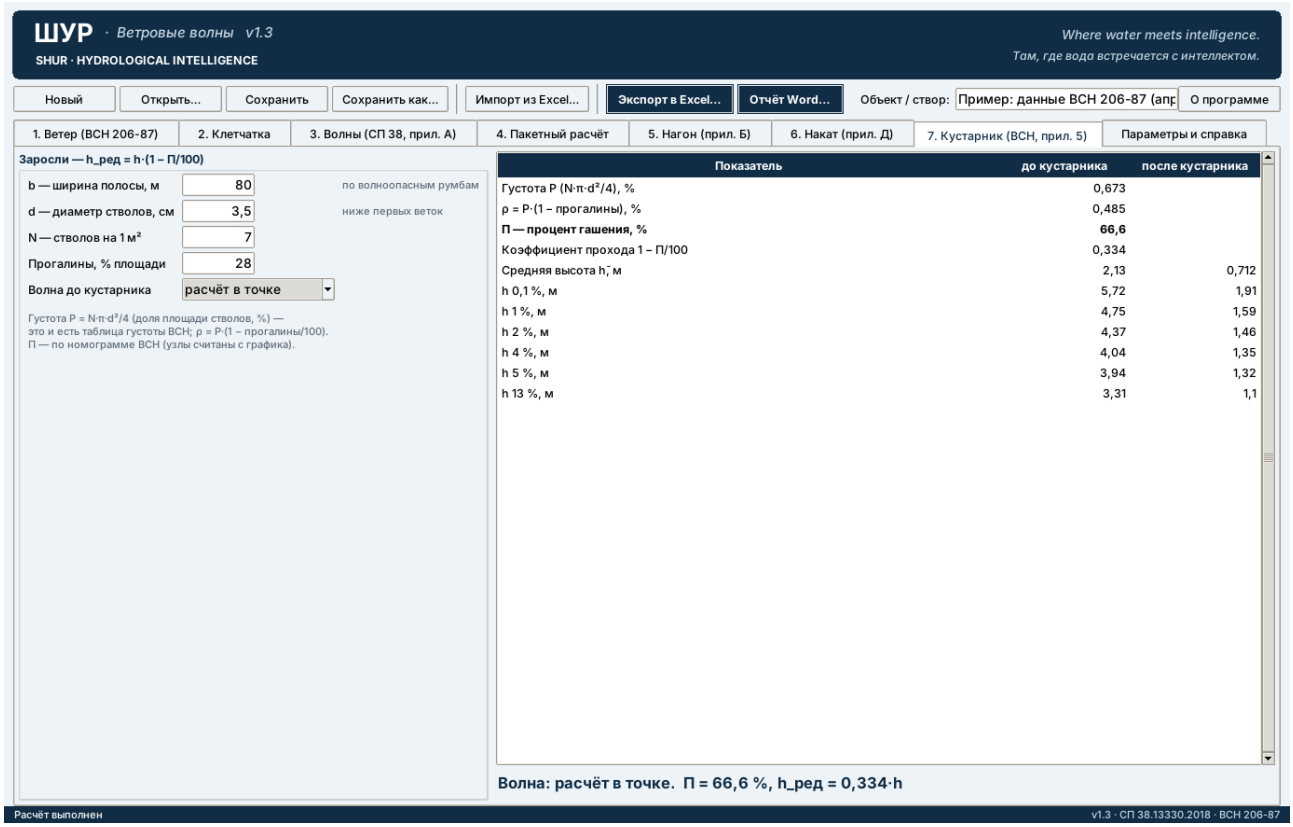


Рисунок 14 — Гашение волн полосой кустарника

- **b** — ширина полосы кустарника по волноопасным румбам, м
- **d** — диаметр стволов ниже первых веток, см
- **N** — число стволов на 1 м²
- **Прогалины** — доля площади без кустарника, %
- **Волна до кустарника** — расчёт в точке, румб с наибольшей h 1 % или конкретный румб

Программа находит густоту P = N·π·d²/4 (доля площади сечения стволов, %), эффективную густоту ρ = P·(1 – прогалины/100), процент гашения П по номограмме ВСН 206-87 и высоты волн за полосой кустарника h_ред = h·(1 – П/100).

> **Примечание.** *Узлы номограммы П считаны с графика в исходной таблице Excel. На примере ВСН программа даёт П ≈ 52 % против ≈ 60 % в тексте ВСН — расхождение заложено в узлах номограммы. При необходимости номограмму можно оцифровать заново так же, как рисунки СП 38.*

12. Вкладка «Параметры и справка»

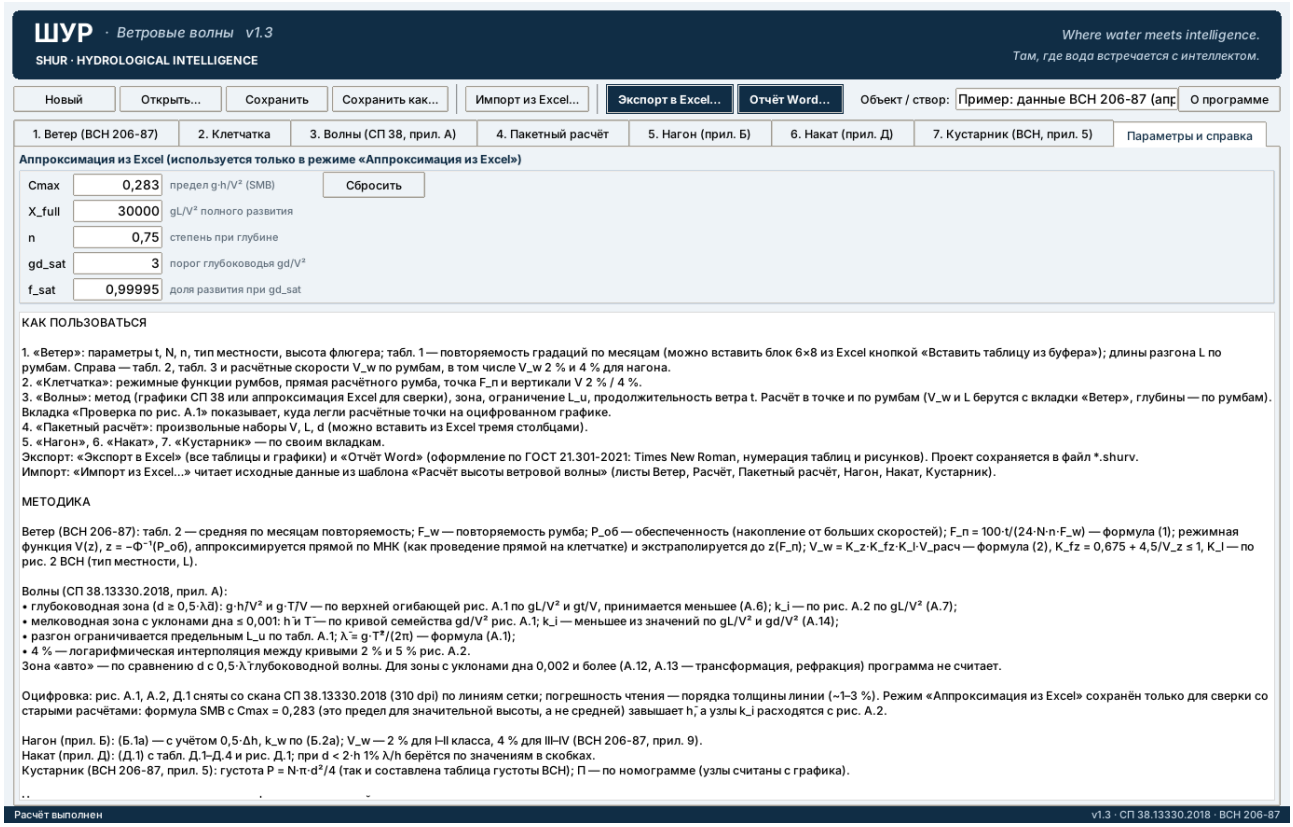


Рисунок 15 — Вкладка «Параметры и справка»

Константы Cmax, X_full, n, gd_sat, f_sat относятся только к режиму «Аппроксимация из Excel» и по умолчанию равны значениям исходной таблицы; кнопка «Сбросить» возвращает их. В основном режиме «Графики СП 38» они не используются. Ниже — краткая справка по работе и методике.

13. Проекты, импорт и экспорт

Проект *.shurv

В проекте сохраняются все исходные данные всех вкладок: параметры ветра, таблица 1, длины разгона, метод и зона, глубины, пакет, нагон, накат, кустарник и название объекта. Результаты не хранятся — они пересчитываются при открытии. Файл — обычный текст JSON в кодировке UTF-8.

Импорт из Excel

Кнопка «Импорт из Excel...» читает исходные данные из шаблона «Расчёт высоты ветровой волны». Листы, которых нет в файле, пропускаются; по окончании выводится перечень загруженного.

Лист шаблона	Что загружается
Ветер	t, N, n, тип местности, z (C7:C11); все блоки таблицы 1 с названиями месяцев; строка «L — длина разгона над водой»
Расчёт	V, L, d расчётной точки (C6:C8); d — во все румбы; константы аппроксимации (C12:C16)
Пакетный расчёт	строки V, L, d начиная с 7-й строки
Нагон	класс сооружения, d, α, g (C8:C11)
Накат	румб, ctg φ, крепление, r, α (C8:C12), λ/h (C20)
Кустарник	b, d, N, прогалины (C6:C9)

Экспорт в Excel

Создаётся книга из трёх листов: «Результаты» — все таблицы с нумерацией «Таблица N – …», «Графики» — клетчатка, роза высот волн и проверка по рис. А.1, «Исходные данные ветра» — таблица 1 по месяцам. Числа округлены до трёх значащих цифр.

Отчёт Word

Отчёт оформлен по ГОСТ 21.301-2021: шрифт Times New Roman 12 пт, поля 20 / 10 / 20 / 20 мм, таблицы с заголовком «Таблица N – Наименование» и повтором шапки на следующих страницах, рисунки с подписью «Рисунок N – Наименование». Разделы: методика, расчётные скорости ветра, элементы волн, нагон, накат, кустарник — в зависимости от того, что рассчитано.

РАСЧЁТ ЭЛЕМЕНТОВ ВЕТРОВЫХ ВОЛН

Выполнен в программе Шур (Shur) · Ветровые волны, версия 1.2, 09.11.2026

1 Методика

Расчётные скорости ветра по румбам определены по ВСН 206-87 (п. 2.1–2.9, приложение 2): по повторяемости градаций скорости ветра за расчётный период построены режимные функции на клетчатке вероятностей, по ним при обеспеченности F_п = 100·t/(24·N·n·F_w) найдена расчётная скорость V_расч, приведённая к условиям водной поверхности по формуле V_w = K_z·K_fz·K_l·V_расч.

Элементы волн определены по СП 38.13330.2018, приложение А: средняя высота $\bar{h}$ и средний период $\bar{T}$ — по рисунку А.1 (в глубоководной зоне — по верхней огибающей с учётом длины разгона, ограниченной предельным разгоном L_u по таблице А.1; в мелководной зоне с уклонами дна 0,001 и менее — по кривым семейства gd/V²), высоты волн i %-й обеспеченности h_i = k_i·$\bar{h}$ — по рисунку А.2 (в мелководной зоне k_i принимается меньшим из значений по gL/V² и gd/V²), средняя длина волны $\bar{\lambda} = g\cdot\bar{T}^2/(2\pi)$ — по формуле (А.1). Зона определена сравнением глубины с 0,5·$\bar{\lambda}$d.

Высота ветрового нагона определена по СП 38.13330.2018, приложение Б, формулы (Б.1а), (Б.2а).

Высота наката волн на откос определена по СП 38.13330.2018, приложение Д, формула (Д.1).

Гашение волн полосой кустарника учтено по ВСН 206-87, приложение 5.

2 Расчётные скорости ветра

Таблица 1 – Исходные параметры расчёта скоростей ветра (ВСН 206-87)

Параметр	Значение
t — продолжительность шторма, ч	6
N — число дней в расчётном периоде	91
n — повторяемость 1 раз в n лет	25
Тип местности (рис. 2 ВСН)	B
Высота установки флюгера z, м	10
Месяцы расчётного периода	Апрель, Май, Июнь

Таблица 2 – Повторяемость градаций скорости ветра за расчётный период (табл. 2), %

Градации, м/с	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Всего
0-1	3,8	2,7	3,27	2,87	3,47	2,5	3,23	3,8	25,6
2-5	8,7	6,5	6,73	6,3	7,2	5,3	7,07	9,13	56,9
6-9	1,97	1,33	1,83	1,83	2,2	1,17	2,1	2,93	15,4
10-13	0,167	0,113	0,2	0,2	0,247	0,167	0,133	0,367	1,59
14-17	0,0467	0,0133	0,0667	0,0133	0,09	0,0467	0,0767	0,08	0,433
18+	0	0	0	0	0,0133	0	0,01	0	0,0233
F_w, %	14,7	10,7	12,1	11,2	13,2	9,18	12,6	16,3	100

Таблица 3 – Расчётные скорости ветра по румбам

Показатель	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
F_п, %	0,0749	0,103	0,0908	0,098	0,0831	0,12	0,0871	0,0674
a, м/с	3,38	3,17	3,62	3,22	4,23	3,63	4,08	3,51
b, м/с	3,52	3,48	3,58	3,68	3,51	3,48	3,49	3,97
R²	0,951	0,968	0,955	0,988	0,951	0,95	0,937	0,969
V_расч, м/с	14,2	13,2	14,9	13,7	16,8	14,5	16,3	15,2
K_z	1	1	1	1	1	1	1	1
K_fz	0,991	1	0,977	1	0,943	0,986	0,952	0,971

Рисунок 16 — Первая страница отчёта Word

14. Сообщения программы и типичные ситуации

Сообщение	Причина	Что делать
Ветер: <месяц>: не число в N ячейк(ах)	в таблице 1 текст или пустая ячейка	исправить ячейки, подсвеченные красным
Румбы: нет результатов ветра	ошибка на вкладке «Ветер»	исправить ветер или включить ручной

Сообщение	Причина	Что делать
		ввод V_w и L
Нагон: нет результатов ветра (или включите ручной ввод)	то же	то же, на вкладке «Нагон»
Точка: V и L должны быть больше нуля	нулевая или отрицательная V или L	проверить поля точки
разгон ограничен предельным L_u	L больше предельного по табл. А.1	это нормально — так требует СП 38
определяет продолжительность ветра	по gt/V получается меньшая $\bar{h}$, чем по разгону	проверить t
$gL/V^2 > 30000$ — принята верхняя граница	разгон за пределами рис. А.1 (полное развитие)	результат — предельный
$gd/V^2 < 0{,}01$ — вне рис. А.1	очень малая глубина	принята кривая 0,01; проверить глубину
$gL/V^2 > 12000$ — k_i по правой границе	за пределами рис. А.2	k_i взят по 12000
ctg φ / λ/h вне рис. Д.1	откос положе 1:30 или круче 1:1; λ/h вне 7–50	принят крайний; проверить исходные
вне номограммы — принят край	кустарник гуще или шире номограммы	П ограничено краем номограммы
Файл занят — закройте его…	выгружаемый файл открыт в Excel или Word	закрыть файл и повторить
в файле не найдены листы шаблона	импортируемая книга — не шаблон	выбрать файл шаблона

Приложение А. Расчётные формулы

А.1 Расчётные скорости ветра (ВСН 206-87)

Таблица 2 — средняя за месяцы расчётного периода повторяемость градаций; F_w — сумма по градациям (повторяемость румба), %. Таблица 3: P_i = 100·T2_i / F_w; P_об — обеспеченность, накопленная от градации 18+ к 0–1.

$$F_п = 100{\cdot}t \,/\, (24{\cdot}N{\cdot}n{\cdot}F_w/100),\ \% \qquad (1)$$

Ординаты клетчатки: z = −Φ⁻¹(P/100), где Φ — функция стандартного нормального распределения. По точкам (z; V_нижн), у которых 0 < P_об < 100 %, методом наименьших квадратов находится прямая V = a·z + b; расчётная скорость V_расч = a·z(F_п) + b.

$$V_w = K_z \cdot K_fz \cdot K_l \cdot V_расч \qquad (2)$$

K_z = 1,1 при z ≤ 5 м; 1,0 при 10 м; 0,9 при z ≥ 20 м (линейно между); K_fz = 0,675 + 4,5/V_z ≤ 1, V_z = K_z·V_расч; K_l — по рис. 2 ВСН (тип местности, V_z, L). Для нагона V_w 2 % и 4 % находятся той же цепочкой при z(2 %) и z(4 %).

А.2 Элементы волн (СП 38.13330.2018, приложение А)

Безразмерные параметры: gL/V², gd/V², gt/V. Разгон не больше предельного L_u (табл. А.1):

V_w, м/с	20	25	30	40	50
L_u, км	1600	1200	600	200	100

- Глубоководная зона (d ≥ 0,5·λcp,d): g·h̄/V² и g·T̄/V — по верхней огибающей рис. А.1 по gL/V², при заданной t — меньшее из значений по gL/V² и gt/V (А.6); k_i — по рис. А.2 по gL/V² (А.7).
- Мелководная зона с уклонами дна ≤ 0,001: h̄ и T̄ — по кривой семейства gd/V² рис. А.1; k_i — меньшее из значений по gL/V² и gd/V² рис. А.2 (А.14). На рис. А.2 шкала gd/V² 0…1 соответствует шкале gL/V² 0…12000, поэтому k_i берётся при min(gL/V²; 12000·gd/V²).
- Между кривыми gd/V² рис. А.1 — интерполяция в логарифмах; g·T̄/V — по шкале gT/V той же точки кривой.

$$\lambda cp = g{\cdot}\bar{T}^2 \,/\, (2\pi) \qquad (А.1)$$

$$h_i = k_i \cdot \bar{h}$$

Кривой 4 % на рис. А.2 нет; k_4% — логарифмическая интерполяция между кривыми 2 % и 5 %: k_4% = k_5% + w·(k_2% − k_5%), w = 1 − ln 2 / ln 2,5 = 0,2435.

А.3 Ветровой нагон (СП 38, приложение Б)

$$k_w = 3{\cdot}(1 + 0{,}3{\cdot}V_w){\cdot}10^{-7} \qquad (Б.2а)$$

$$\Delta h_set = d{\cdot}(\sqrt{(2{\cdot}k_w{\cdot}V_w^2{\cdot}L{\cdot}\cos\alpha_w \,/\, (g{\cdot}d^2) + 1)} - 1) \qquad (Б.1а)$$

V_w — обеспеченностью 2 % для сооружений I–II класса и 4 % для III–IV класса.

А.4 Накат волн на откос (СП 38, приложение Д)

$$h_run,i = k_r \cdot k_p \cdot k_sp \cdot k_run \cdot k_i \cdot k_\alpha \cdot h_1\% \qquad (Д.1)$$

Коэффициент	Источник	Как определяется
k_r, k_p	табл. Д.1	по r/h 1 %; для бетонных плит k_r = 1,0, k_p = 0,9

Коэффициент	Источник	Как определяется
k_sp	табл. Д.2	по V_w и ctg φ (столбцы 1–2, 3–5, > 5), линейно между строками 5, 10, 20 м/с
k_run	рис. Д.1	по ctg φ (лог. шкала) и λср/h 1 %; при d < 2·h 1 % — по значениям в скобках
k_i	табл. Д.3	0,1 % — 1,1; 1 % — 1,0; 2 % — 0,96; 5 % — 0,91; 10 % — 0,86; 30 % — 0,76; 50 % — 0,68
k_α	табл. Д.4	0° — 1,0; 10° — 0,98; 20° — 0,96; 30° — 0,92; 40° — 0,87; 50° — 0,82; 60° — 0,76

A.5 Кустарник (ВСН 206-87, приложение 5)

$$P = N \cdot \pi \cdot d^2/4 \cdot 10^{-2},\ \%; \quad \rho = P \cdot (1 - \text{прогалины}/100)$$

$$h_{ред} = h \cdot (1 - П/100)$$

П — по номограмме в зависимости от ширины полосы b и густоты ρ. Таблица густоты ВСН составлена по той же формуле P = N·π·d²/4, поэтому программа считает густоту по формуле.

Приложение Б. Оцифровка графиков СП 38.13330.2018

Рисунки А.1, А.2 и Д.1 сняты со скана СП 38.13330.2018 (310 dpi). Оси откалиброваны по линиям сетки с кусочной интерполяцией между ними, поэтому неравномерности чертежа учитываются так же, как при чтении графика вручную. Кривые сняты автоматически по толщине линий; в зонах слияния и пересечения кривых оцифровка в версии 1.1 исправлена по ручной разметке. Погрешность чтения — порядка толщины линии графика, 1–3 %.

- **Рис. А.1** — 17 кривых gd/V² (от 0,01 до ≥ 3,00) при gL/V² от 0,3 до 30 000, шкалы gT/V и gt/V
- **Рис. А.2** — 5 кривых k_i (0,1; 1; 2; 5; 13 %) при gL/V² от 0 до 12 000 с шагом 500
- **Рис. Д.1** — 8 кривых λcp/h 1 % (7…50) при ctg φ от 1 до 30, с значениями в скобках для d < 2·h 1 %

На рисунках ниже оцифровка (красные линии) наложена на скан. Красная линия должна идти по середине чёрной.

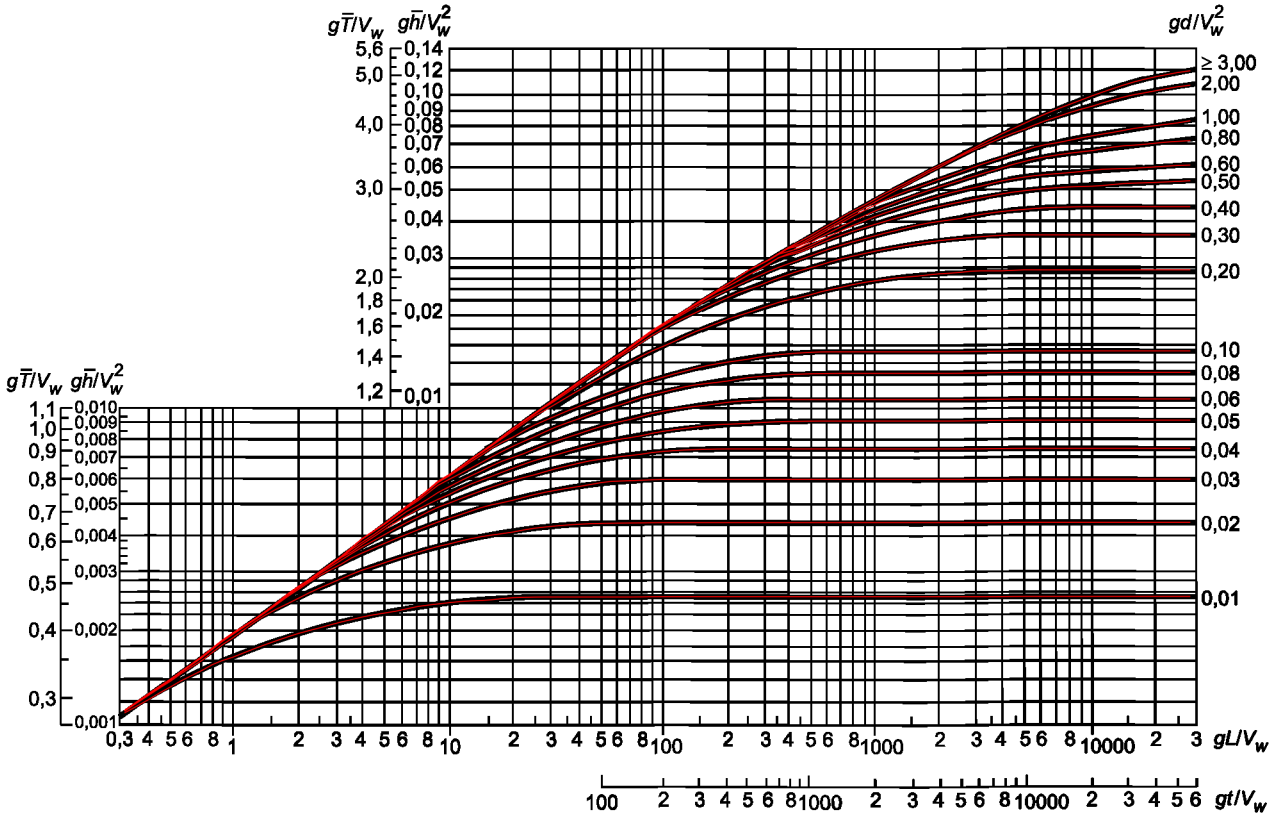


Рисунок Б.1 — Оцифровка рисунка А.1 поверх скана

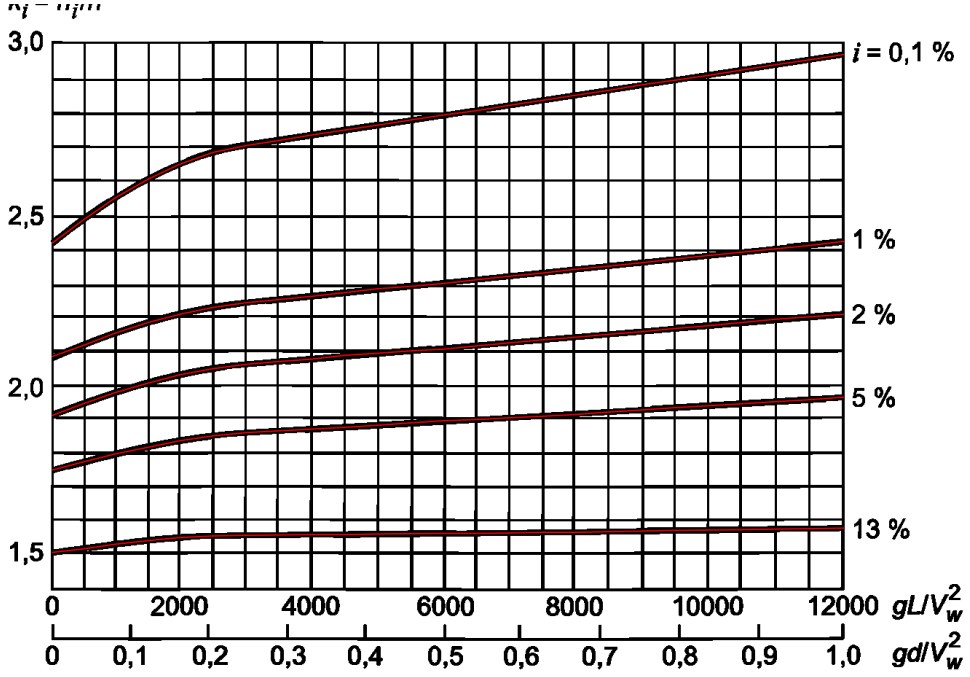


Рисунок Б.2 — Оцифровка рисунка А.2 поверх скана

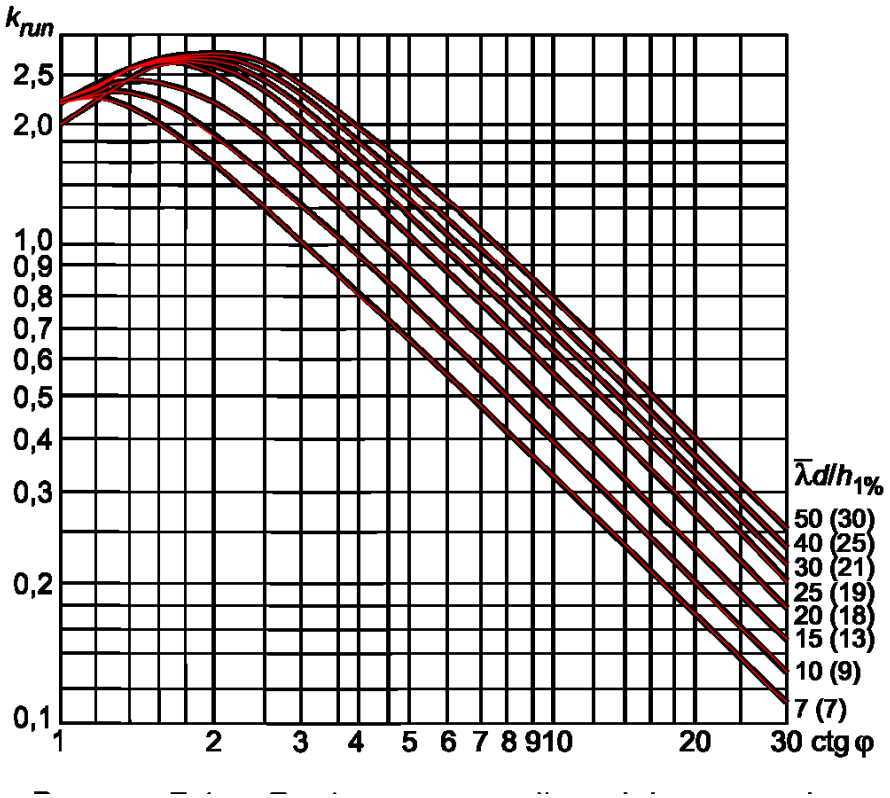


Рисунок Б.3 — Оцифровка рисунка Д.1 поверх скана

Приложение В. Отличия от исходной таблицы Excel

Пример для сравнения: V = 20 м/с, L = 100 км, d = 30 м.

Что	Excel	Программа (графики СП 38)
h̄ по рис. А.1	формула SMB с Cmax = 0,283 — предел для значительной, а не средней высоты; 3,06 м	оцифрованный рис. А.1; 2,13 м
T̄ и λср	формула SMB, не согласована с рис. А.1; T̄ =	шкала gT/V рис. А.1; T̄ = 6,25 с, λср = 61 м

Что	Excel	Программа (графики СП 38)
	1,89 с	
k_i по рис. А.2	узлы расходятся с рисунком: k 13 % при 12000 — 2,00	оцифровка: 1,57; в мелководье — меньшее по gL/V^2 и gd/V^2
h 1 %	7,21 м	4,75 м
L_u и продолжительность ветра	не учитываются	табл. А.1 и шкала gt/V рис. А.1
λ/h для наката	вводится вручную	λср/h 1 % из расчёта волн (или вручную)
k_run (рис. Д.1)	узлы при ctg ≥ 2, у ctg 2–3 ±0,15; ctg 2, λ/h = 7 — 1,95	оцифровка при ctg 1–30; ctg 2, λ/h = 7 — 1,60; значения в скобках при d < 2·h 1 %
k_i наката	нет (только 1 %)	табл. Д.3
Нагон	$\Delta h = k_w \cdot V^2 \cdot L \cdot \cos\alpha/(g \cdot d)$	формула (Б.1а) с 0,5·Δh (отключается галочкой)
Густота кустарника	таблица ВСН с 9 опечатками (например, d = 1 см, N = 5: 0,01 вместо 0,039)	формула $P = N \cdot \pi \cdot d^2/4$

Примечание. *Режим «Аппроксимация из Excel» на вкладке «3. Волны» воспроизводит исходную таблицу до четвёртого знака — им можно сверить старые расчёты.*

Приложение Г. История версий

Версия	Дата	Изменения
1.0	08.11.2026	первая версия: все вкладки исходной таблицы Excel, оцифровка рис. А.1, А.2, Д.1, импорт шаблона, выгрузка Excel и Word, проект *.shurv
1.1	09.11.2026	оцифровка рис. А.1 и Д.1 исправлена по ручной разметке: зоны слияния кривых А.1, «горб» Д.1 при ctg 1–2 (кривая от k_run = 2,0 — λ/h = 20), нисходящие ветви Д.1
1.2	09.11.2026	исправлена строка состояния: она вытеснялась вкладками за край окна, и сообщения об ошибках не были видны
1.3	09.11.2026	собственная иконка программы — гребень волны в стилистике Шур

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