



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра инженерной гидрологии

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(магистерская диссертация)

На тему **Максимальный сток рек
бассейна Днепра**

Исполнитель Меркулова Марина Анатольевна
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель кандидат географических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)

Сикан Александр Владимирович
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой

кандидат технических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)

Гайдукова Екатерина Владимировна
(фамилия, имя, отчество)

«03» марта 2025 г.

Санкт-Петербург
2025

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	4
1 ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ И ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ	6
1.1 Географическое положение	6
1.2 Геологическое строение	7
1.3 Почвы.....	8
1.4 Растительность.....	9
1.5 Климатические условия	11
1.6 Гидрографическая сеть	22
2 ОСОБЕННОСТИ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА РЕК БАССЕЙНА ДНЕПРА....	27
3 РАСЧЕТ ХАРАКТЕРИСТИК МАКСИМАЛЬНОГО ВЕСЕННЕГО СТОКА.....	32
3.1 Исходные данные	32
3.2 Приведение исходных рядов наблюдений к однородному периоду	36
3.3 Проверка временных рядов на однородность	39
3.4 Сглаживание и экстраполяция рядов максимальных расходов и слоев стока весеннего половодья в соответствии с первым климатическим сценарием	40
3.5 Сглаживание и экстраполяция рядов максимальных расходов и слоев стока весеннего половодья в соответствии с вторым климатическим сценарием	44
4 РАСЧЕТ МАКСИМАЛЬНЫХ РАСХОДОВ ВЕСЕННЕГО ПОЛОВОДЬЯ ПРИ ОТСУТСТВИИ ДАННЫХ ГИДРОМЕТРИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ (ПЕРВЫЙ КЛИМАТИЧЕСКИЙ СЦЕНАРИЙ).....	45
4.1 Оценка районного показателя степени редукции	45
4.2 Расчет коэффициента дружности весеннего половодья	50
4.3 Расчет переходных коэффициентов μ от обеспеченности 1% к другим обеспеченностям.....	53
4.4 Пространственное обобщение и картографирование полученных результатов ..	56
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	64
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	67
ПРИЛОЖЕНИЕ А – Сведения о температуре воздуха и осадках.....	69
ПРИЛОЖЕНИЕ Б – Эмпирические и аналитические кривые распределения слоя стока весеннего половодья (1944-2022 гг).....	85
ПРИЛОЖЕНИЕ В – Эмпирические и аналитические кривые распределения максимальных расходов весеннего половодья (1944-2022 гг)	104

ПРИЛОЖЕНИЕ Г – Результаты расчетов слоев стока и максимальных расходов весеннего половодья разной обеспеченности по первому климатическому сценарию (1944-2022 гг).....	123
ПРИЛОЖЕНИЕ Д – Результаты расчетов слоев стока и максимальных расходов весеннего половодья разной обеспеченности по второму климатическому сценарию (1971-2022 гг).....	125

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время многие гидрологические ряды являются неоднородными и нестационарными. Основная причина – изменение климата и возрастающая антропогенная нагрузка на водные объекты. В этих условиях для корректного выполнения гидрологических расчетов необходимо учитывать перечисленные факторы и использовать данные за весь период наблюдений, включая последние годы.

Существующие обобщения характеристик стока половодья Днепроовского района относятся к 1966 и 1971 году, когда были выпущены Ресурсы поверхностных вод СССР [18, 19]. Но обобщения там были сделаны по коротким рядам наблюдений и по многоводному периоду. В последние десятилетия происходит заметная трансформация стока, как в характерных значениях, так и во внутригодовом распределении. Анализ многолетней динамики стока в настоящий момент вызывает большой интерес с точки зрения практической значимости в гидрологических изысканиях. В данной работе рассмотрены вопросы пространственно-временной изменчивости слоя стока и максимальных расходов периода весеннего половодья.

Цель данной работы – представить рекомендации по расчету максимальных расходов весеннего половодья рек бассейна Днепра при различном объеме гидрометрической информации. В связи с этим решались следующие задачи:

- дать краткую физико-географическую и климатическую характеристику района исследований;
- оценить влияние изменения климата на максимальный сток;
- выполнить пространственно-временной анализ характеристик максимального стока рек бассейна Днепра;
- разработать методику расчета характеристик максимального стока весеннего половодья при отсутствии материалов наблюдений;

Работа состоит из четырех глав, введения и заключения.

В первой главе представлена краткая физико-географическая характеристика района исследований. Представлены сведения о рельефе, геологическом строении, почвенном покрове, растительности, климате и гидрографической сети.

Во второй главе рассмотрены особенности формирования речного стока в бассейне реки Днепр. Показаны основные источники питания. Дана характеристика внутригодового распределения стока.

В третьей главе выполнен расчет основных статистических характеристик максимального стока. Даны рекомендации по расчету максимальных расходов и слоев половодья при различном объеме гидрометрической информации.

В четвертой главе представлены результаты картографирования и анализ пространственной изменчивости основных гидрологических характеристик максимального стока.

В заключении представлены основные результаты проделанной работы.

Магистерская диссертация содержит 29 рисунков, 25 таблиц, 5 приложений и список использованных источников из 26 наименований. Общий объем работы 126 страниц.

1 ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ И ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ

1.1 Географическое положение

Территория описываемого района расположена в лесной и лесостепной зонах, куда полностью входит водосбор верхнего и частично среднего Днепра (русская часть бассейна). Данный район частично или полностью захватывает территории Смоленской, Брянской, Калужской, Орловской, Курской, Белгородской областей.

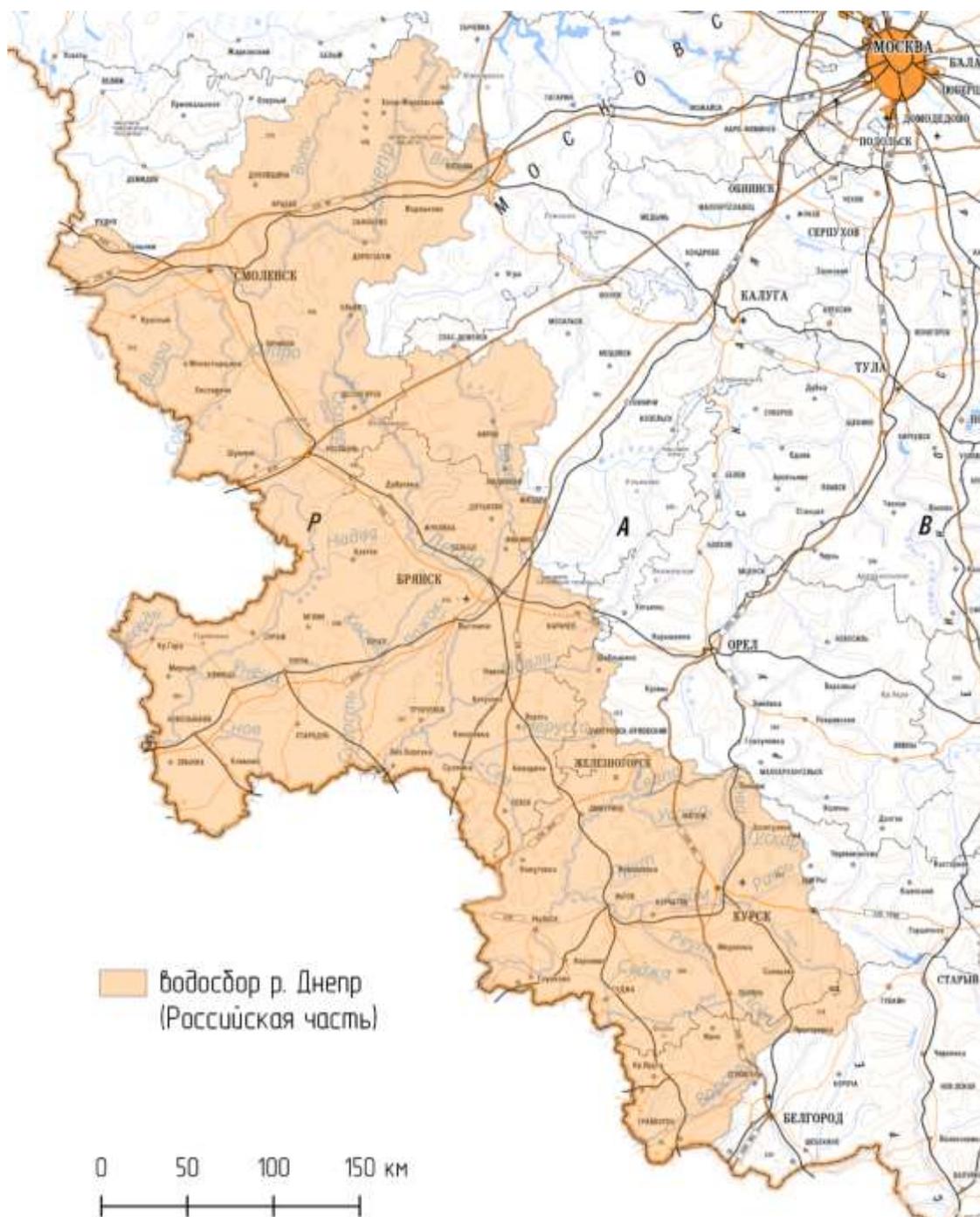


Рисунок 1.1 – Схема расположения водосбора р Днепр.

1.2 Геологическое строение

Наиболее древними породами, залегающими выше базиса эрозии в бассейне Днепра, являются породы докембрийского возраста, относимые к нижнему докембрию (нижнему архею), среднему докембрию (верхнему архею) и верхнему докембрию.

Левобережье Среднего Днепра занимает Приднепровская низменность, которая в восточном направлении постепенно переходит в юго-западный склон Среднерусской возвышенности (границу между ними можно условно провести по крайним западным выходам на дневную поверхность пород верхнемелового возраста). Отметки поверхности и глубины вреза речных долин Приднепровской низменности постепенно уменьшаются с северо-востока на юго-запад; в северо-восточной части, на склонах Среднерусской возвышенности, отметки поверхности водораздельных пространств составляют около 230 м, глубина вреза речных долин порядка 100 м; в осевой части низменности отметки поверхности уменьшаются до 160-170 м;

Сложное взаимодействие экзогенных и эндогенных процессов обусловили серьезные различия в рельефе и строении четвертичной толщи разных частей территории бассейна Днепра. Среди эндогенных факторов важнейшими были дифференцированные во времени и пространстве неотектонические движения, среди экзогенных процессов – резкие климатические изменения и развитие четвертичных материковых оледенений.

В бассейне Днепра широко распространены аккумулятивные равнины: аллювиальные, ледниковые, водно-ледниковые.

В долине Днепра и его притоков наблюдается разное количество террас, которые по возрасту и геологическому строению можно объединить в три комплекса -пойму (голоцен), полесскую террасу (верхнечетвертичного возраста) и нижне-среднечетвертичные террасы.

Пойменная терраса в большей или меньшей степени выражена в долинах всех рек, однако ее ширина и геологическое строение на разных участках существенно

различны, что зависит, в первую очередь, от направления и интенсивности голоценовых движений земной коры. На участках опусканий (абсолютных или относительных) пойменная терраса имеет большую ширину.

В долине Десны хорошо видна Чаплевская относительная деформация со сменой уклонов русла реки от 3,2 до 6,7 см/км, объясняемая сменой у с. Вишенек меловых отложений верхнемелового возраста песчано-глинистыми палеогеновыми породами.

В долине Сейма устанавливаются Кленальская, Путивльская и Каменская деформации. Образование первых двух деформаций связывается с продолжающим свою тектоническую активность в голоцене структурным уступом, который обусловил резкий перегиб профиля ниже с. Клепал (с изменением уклонов на смежных отрезках профиля от 1,2 до 22,8 см/км) и в районе г. Путивля.

На фоне относительно вогнутого нижнего участка продольного профиля Сейма, в районе развития однородных палеогеновых песчано-глинистых пород, выделяются Желдакская и Мельненская относительные деформации предположительно тектонического способа образования. Резкий перегиб профиля ниже с. Мельни с изменением уклонов от 2,5 до 33,3 см/км вероятно связан с линейным структурным нарушением осадочного чехла или даже кристаллического фундамента, что основывается на аналогии мезоформы профиля в этом районе с деформациями в местах, где влияние линейных нарушений на их образование не вызывает сомнения.

Краевая мобильная часть склона Воронежского кристаллического массива менее четко выражена в характере и форме продольных профилей Десны и Сейма.

Для южной части изучаемой территории (бассейн рек Десна и Сейм) характерно наличие мелового карста. Однако распространение поверхностных карстовых форм очень слабое и носит локальный характер.

1.3 Почвы

Почвенный покров сменяется с севера на юг от дерново-подзолистых до черноземов типичных.

Почвенный покров Верхнего Днепра представлен дерново-подзолистыми, местами заболоченными почвами в северной части бассейна и серыми лесными в средней части. Преобладающий механический состав – суглинки. В долинах рек, особенно в пойменных участках, распространены аллювиальные почвы. Среднее содержание перегноя (гумуса) составляет 4-5% в дерново-подзолистой почве, 7-8% в оподзоленных и выщелоченных черноземах. Причем в дерново-подзолистых почвах в слое 0-20 см сосредоточено больше половины имеющегося в почвенном профиле гумуса. Почвы отличаются сравнительно высоким потенциальным плодородием и на большей части вполне возможно ведение земледелия и продуктивного животноводства. В последние 20 лет XX века площадь пахотных угодий существенно сократилась. Зброшенныe, менее востребованные земли медленно деградируют. Уже в первые три года в них уменьшается содержание подвижных форм фосфора и калия в 2-3 раза, что сопровождается сильным разрушением наиболее ценной составляющей почвы – поглощающего комплекса. Степень насыщенности почв основания уменьшается до 30-40%.

1.4 Растительность

Растительный покров бассейна Днепра сменяется с севера на юг от зоны широколиственных лесов до лесостепей.

Характер и состояние растительного покрова имеют весьма важное значение для предупреждения развития процессов эрозии. Растительность своими корнями скрепляет почву, создает шероховатую поверхность, механически препятствуя увеличению скорости стекающей воды, и этим самым создает большую водопроницаемость, способствуя переводу части поверхностного стока в подпочвенный. Работами Я. И. Вейнберга, В. Р. Вильямса, А. И. Воейкова, Г. Н. Высоцкого, В. В. Докучаева, И. Касаткина и других отечественных ученых доказано, что водоохранная, водорегулирующая и почвозащитная роль растительных сообществ зависит от жизненных форм растений, слагающих эти сообщества,

структуры их, проективного покрытия, характера развития надземных и подземных частей и степени хозяйственного влияния.

По степени гидрологического значения все жизненные формы растений условно разделяют на три группы. К первой группе относятся фанерофиты (деревья и кустарники), оказывающие в этом отношении наибольшее влияние. Ко второй группе относятся хамефиты (стелющиеся кустарнички и полукустарнички), гемикриптофиты и криптофиты (травянистые многолетники), имеющие несколько меньшее значение. При этом многолетники с мощно развитой корневищной или корнеотпрысковой корневой системой имеют большее гидрологическое значение, чем со стержневой корневой системой. К третьей группе относятся терофиты (яровые однолетники), которые имеют наименьшее значение.

Деревья и кустарники, относящиеся к первой группе, имеют хорошо развитую корневую систему и в соответствующих условиях, как правило, образуют лесные фитоценозы со сложной (многоярусной) структурой. Леса, как известно, имеют весьма существенное значение в формировании характера водного режима рек. В сильно облесенном бассейне реки весеннее половодье не отличается большой интенсивностью, вследствие чего вода в реке поднимается медленно. По данным М. Ф. Срибного в среднем на каждые 10% лесистости паводок снижается на 5-10%. Лес является фактором, трансформирующим сток, резко уменьшая поверхностный и сильно увеличивая подземный.

Существенное влияние оказывают леса и на величину осадков. По данным В. В. Рахманова с ростом лесистости на каждые 10% количество осадков увеличивается на 12 мм. Соответственно с увеличением лесистости увеличивается годовой сток рек. На годовой сток влияет не только степень облесенности, но и зональное размещение лесов. Так, по данным П. В. Васильева коэффициент стока при лесистости местности, равной 10%, будет: в хвойно-широколиственной зоне - 0,4, в лесостепной - 0,25, а при лесистости, равной 40%, соответственно, 1,8, 0,9.

Гидрологическая роль растительности во многом зависит от степени оказываемого на нее хозяйственного воздействия. Чрезмерный выпас скота в лесах, произрастающих на суглинистых почвах, приводит к снижению водопроницаемости

почвы в 7 раз, уничтожению лесной подстилки и появлению поверхностного стока. В травянистых ценозах чрезмерный продолжительный выпас скота вызывает разрушение дернины, в результате чего тяжелые почвы смываются, а песчаные превращаются в сыпучие пески.

Растительность бассейна Днепра характеризуется рядом своеобразных черт, зависящих, главным образом, от физико-географических особенностей бассейна. С севера на юг бассейн расположен последовательно в широколиственно-лесной и лесостепной зонах.

1.5 Климатические условия

Основные черты климата описываемой территории формируются под влиянием общих и местных климатообразующих факторов. Главным из них является приток тепла от солнца, который в основном зависит от географической широты места, увеличиваясь с севера на юг. Весьма важным фактором является также атмосферная циркуляция. Рассматриваемая территория находится под воздействием воздушных масс, пришедших с Атлантики, Арктического бассейна или сформировавшихся над обширными континентальными территориями Евразии.

Характер и интенсивность основных климатообразующих факторов существенно различается по сезонам года.

Зимний сезон, как и все холодное полугодие, характеризуется преобладающей ролью циркуляционного фактора. Значение радиационного фактора уменьшается вследствие относительно малой высоты солнца над горизонтом, небольшой продолжительности дня, значительной облачности. Зимой очень развита циклоническая деятельность; большинство циклонов перемещается на описываемую территорию именно в этот сезон года.

Переход к холодному периоду связан с началом вторжения арктического воздуха, обуславливающего резкие и значительные похолодания, первые морозы и снег. Повторяемость и интенсивность этих вторжений постепенно увеличивается, достигая максимума зимой.

В холодный период года наиболее часто над описываемой территорией располагается центральная часть отрогов повышенного давления.

Отличительной особенностью зимы в южных районах бассейна являются частые оттепели, вызванные перемещением циклонических образований с Атлантики. В большинстве случаев в это время на юге территории почти полностью сходит снежный покров, в северной части он тает и уплотняется. Температура воздуха повышается. Прохождение западных и северо-западных циклонов и ложбин также сопровождается кратковременными потеплениями, интенсивными снегопадами, сильными ветрами и метелями. Связанные с ними осадки выпадают главным образом в северной части территории.

Переход к весеннему сезону характеризуется повышением роли радиационного фактора и усилением влияния подстилающей поверхности. В апреле и мае еще наблюдаются возвраты холода, вызванные вторжением арктического воздуха. Они обуславливают резкие похолодания и заморозки.

Летом вторжения арктического воздуха почти полностью прекращаются. Поступающий в них атлантический воздух по пути трансформируется и приходит уже значительно прогретым и иссушенным. Поэтому летом над территорией преобладает антициклональная погода с большим количеством ясных и солнечных дней. Это способствует дальнейшей трансформации и прогреву воздуха. В целом погодные условия летнего сезона отличаются значительным повышением температуры за счет прогрева земной поверхности, большой повторяемостью ясных дней, редкими туманами, увеличением количества осадков и активной грозовой деятельностью. По многолетним данным, летние процессы продолжаются до середины августа, затем характер циркуляции резко меняется. В это время стоит преимущественно сухая теплая погода без осадков.

В целом погодные условия летнего сезона отличаются значительным повышением температуры за счет прогрева земной поверхности, большой повторяемостью ясных дней, редкими туманами, увеличением количества осадков и активной грозовой деятельностью. По многолетним данным, летние процессы

продолжаются до середины августа, затем характер циркуляции резко меняется. В это время стоит преимущественно сухая теплая погода без осадков.

В течение осеннего сезона начинает развиваться сибирский антициклон. В его систему входят антициклоны, перемещающиеся с запада. Кроме того, осенью уже частично создаются благоприятные условия для стационарирования антициклонов. В связи с этим увеличивается повторяемость адвективных туманов, внутримассовых гололедов, часто наблюдается пасмурная погода с морозящими осадками, характерная для данных процессов. Одновременно, во вторую половину осени, вследствие увеличения контрастов температуры между сушей и морем, усиливается циклоническая деятельность. Растет повторяемость южных и западных циклонов.

В целом по исследуемой части бассейна реки Днепр с севера на юг увеличивается температура воздуха и уменьшается количество осадков (таблицы 1.1, 1.2).

Таблица 1.1 – Средняя месячная и годовая температура воздуха (НПС «Климат России»)

МС/Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	год
Смоленск	-7,9	-7,5	-2,8	5,1	12,3	15,8	17,5	16,2	10,8	4,9	-0,7	-5,6	4,8
Брянск	-7,6	-7,2	-2,1	6,4	13,4	17,0	18,6	17,4	11,8	5,7	-0,3	-5,0	5,7
Курск	-8,3	-7,7	-2,7	6,3	13,9	17,6	19,4	18,3	12,7	6,1	-0,7	-5,7	5,8
Белгород	-7,0	-6,5	-1,4	7,8	14,9	18,5	20,3	19,3	13,5	6,9	0,4	-4,4	6,9

Таблица 1.2 – Месячное и годовое количество осадков (НПС «Климат России»)

МС/Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	год
Смоленск	48	41	43	42	61	83	91	78	66	63	59	54	729
Брянск	44	36	37	42	61	79	86	64	57	53	50	51	660
Курск	47	38	41	42	55	69	77	50	59	53	48	51	630
Белгород	47	37	35	39	50	63	68	43	48	45	46	47	566

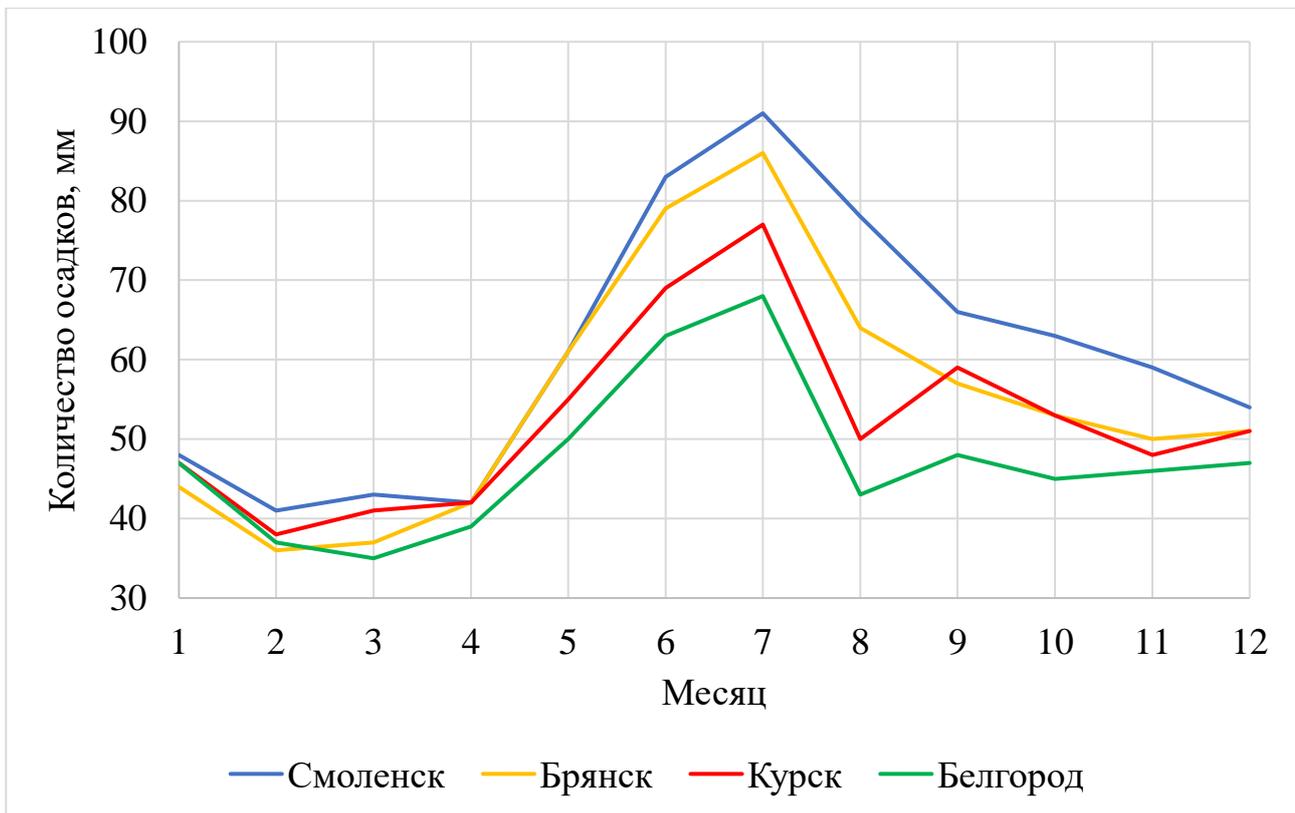
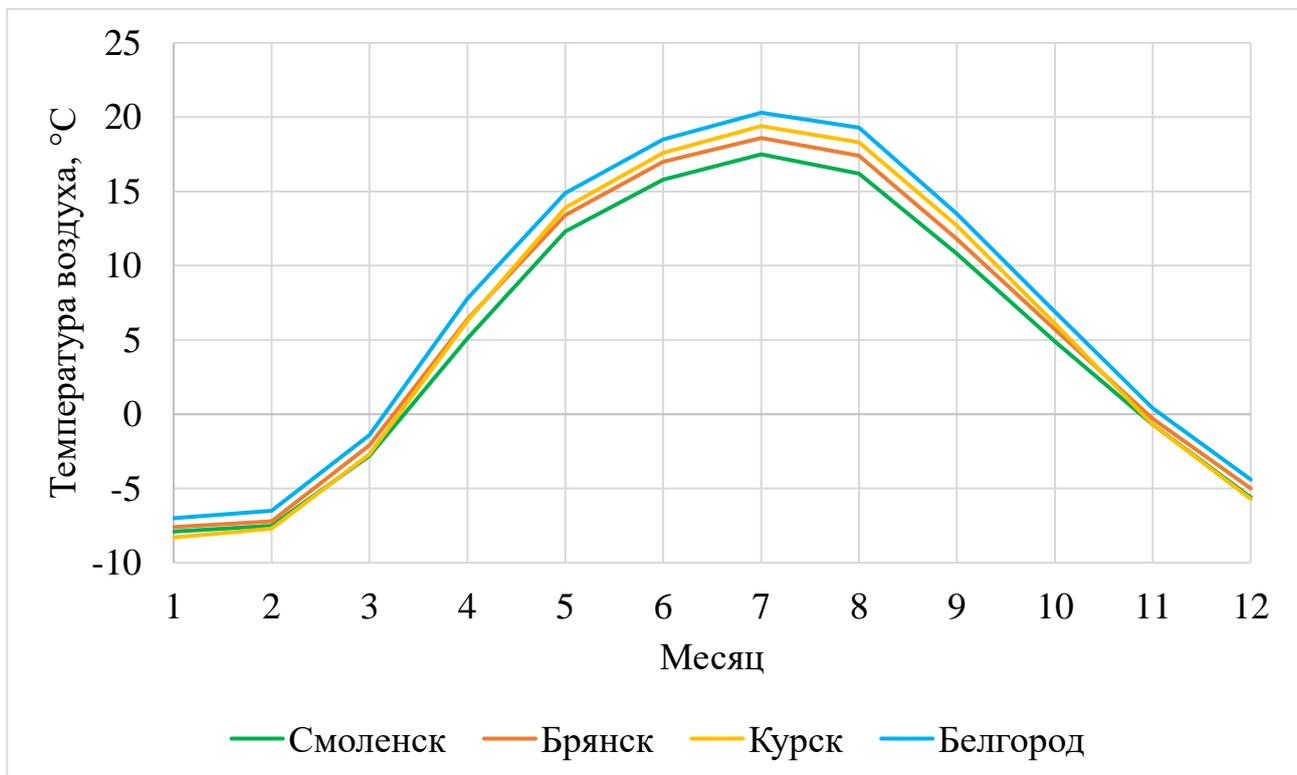


Рисунок 1.2 – Совмещенный график годовых сумм осадков.



1.3 – Совмещенный график среднегодовых температур воздуха.

В последние десятилетия наблюдается изменение климата на исследуемой территории в сторону потепления. Согласно исследованиям [16], средняя годовая

температура в Черноземье за последние 30 лет сместилась почти на 1° широты, то есть более 100 км севернее от среднемноголетних значений. Потепление климата за исследуемый период сказалось и на продолжительности сезонов года. В сравнении с многолетними данными за исследуемый период сократилась зима – почти на 10-12 дней. Продолжительность летнего периода осталась практически такой же, а весенний период увеличился почти на неделю за счет сокращения зимы. На 3-5 дней увеличилась также продолжительность осени. За период исследования средняя годовая сумма осадков превышала многолетние значения на 20-40 мм, что колеблется в пределах 5-8% от общей величины. Летом по всей территории выпадает 65-70% годовой суммы. Месячные суммы осадков характеризуются меньшей изменчивостью по сравнению с данными за XX век. В конце XX – начале XXI веков отмечается незначимый отрицательный тренд в изменении осадков.

Анализ многолетнего хода среднегодовых температур и сумм осадков по ключевым метеостанциям района исследования показал, что наблюдается устойчивый тренд на повышение температуры воздуха. Для анализа стока весеннего половодья особое внимание заслуживает многолетняя динамика температуры воздуха зимних месяцев.

Хронологические графики среднегодовых температур воздуха и годовых сумм осадков представлены на рисунках 1.4-1.7.

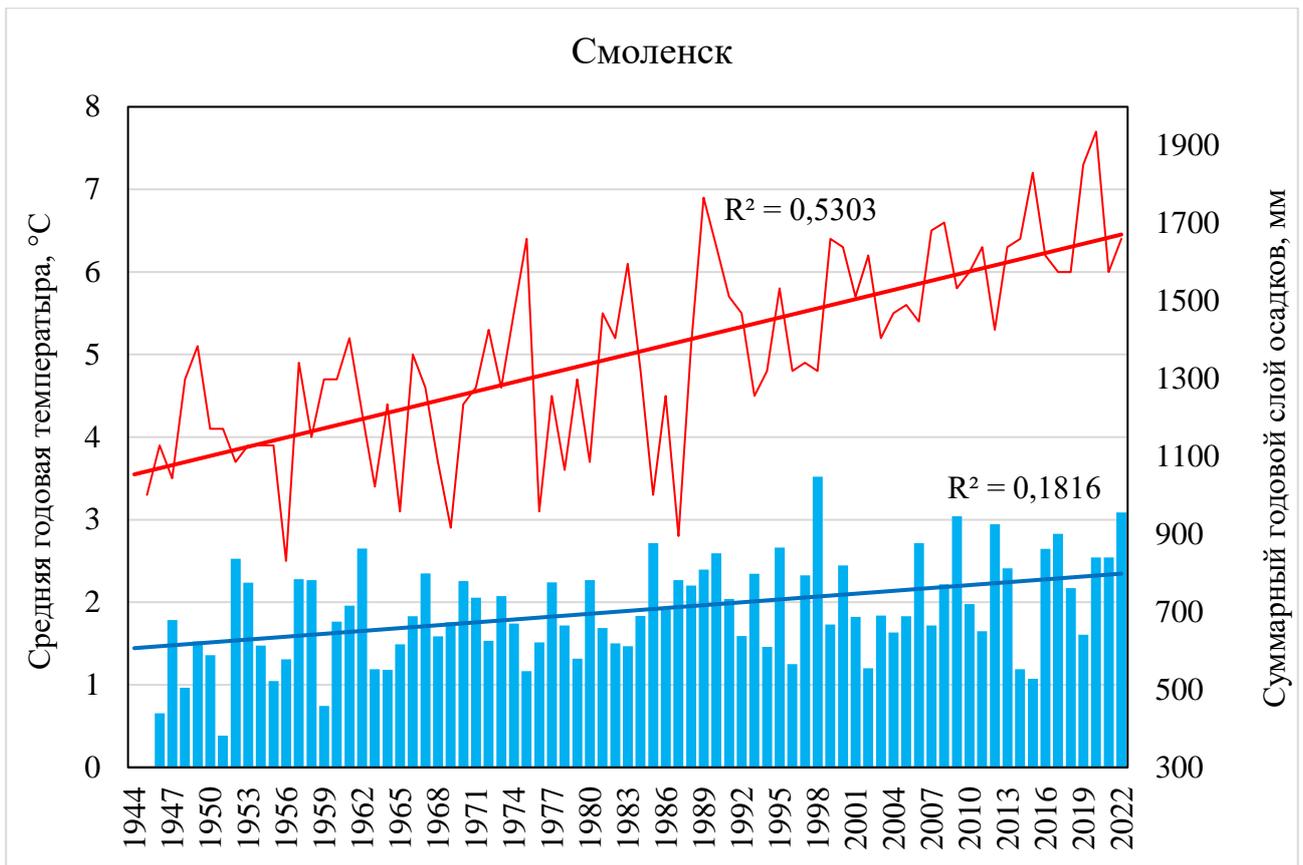


Рисунок 1.4 – Хронологический график среднегодовых температур и годовых сумм осадков по МС Смоленск за 1944-2022 гг.

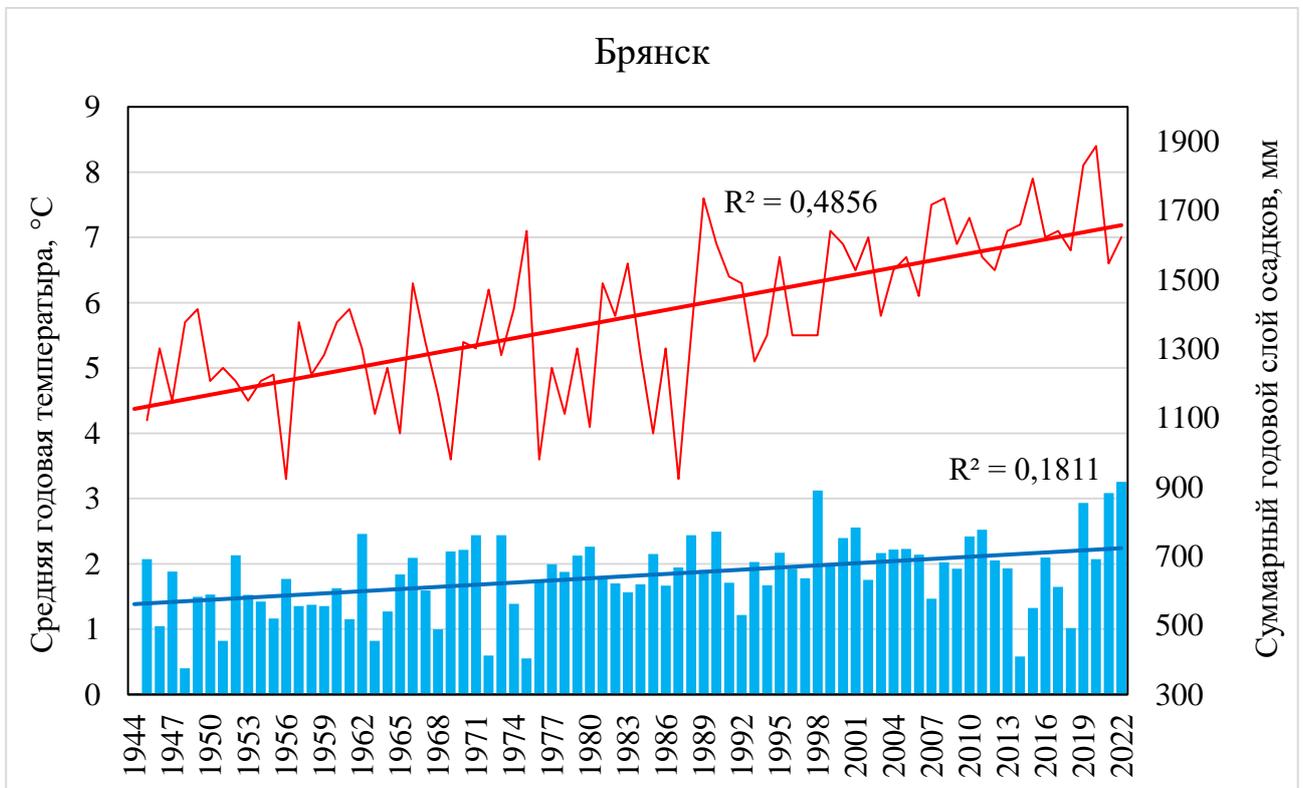


Рисунок 1.5 – Хронологический график среднегодовых температур и годовых сумм осадков по МС Брянск за 1944-2022 гг.

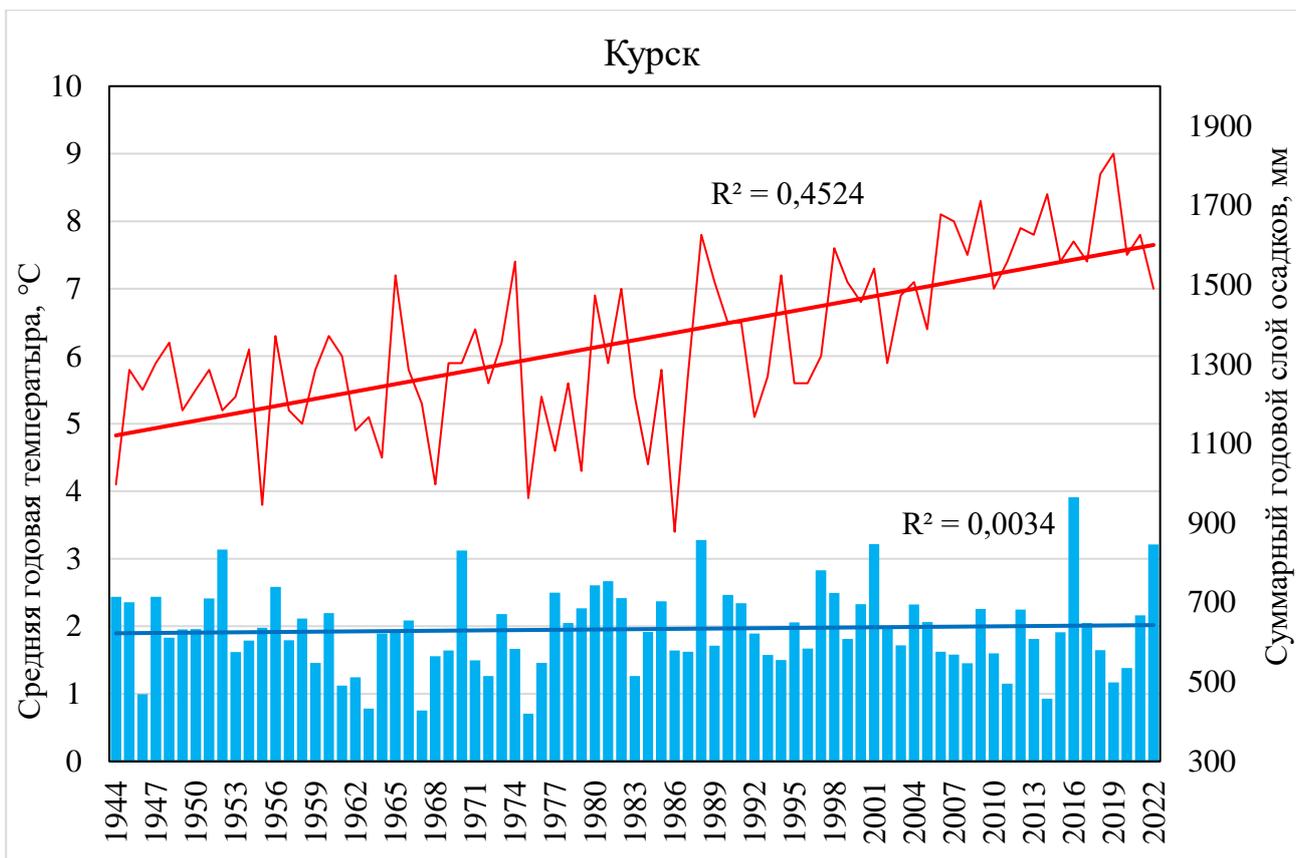


Рисунок 1.6 – Хронологический график среднегодовых температур и годовых сумм осадков по МС Курск за 1944-2022 гг.

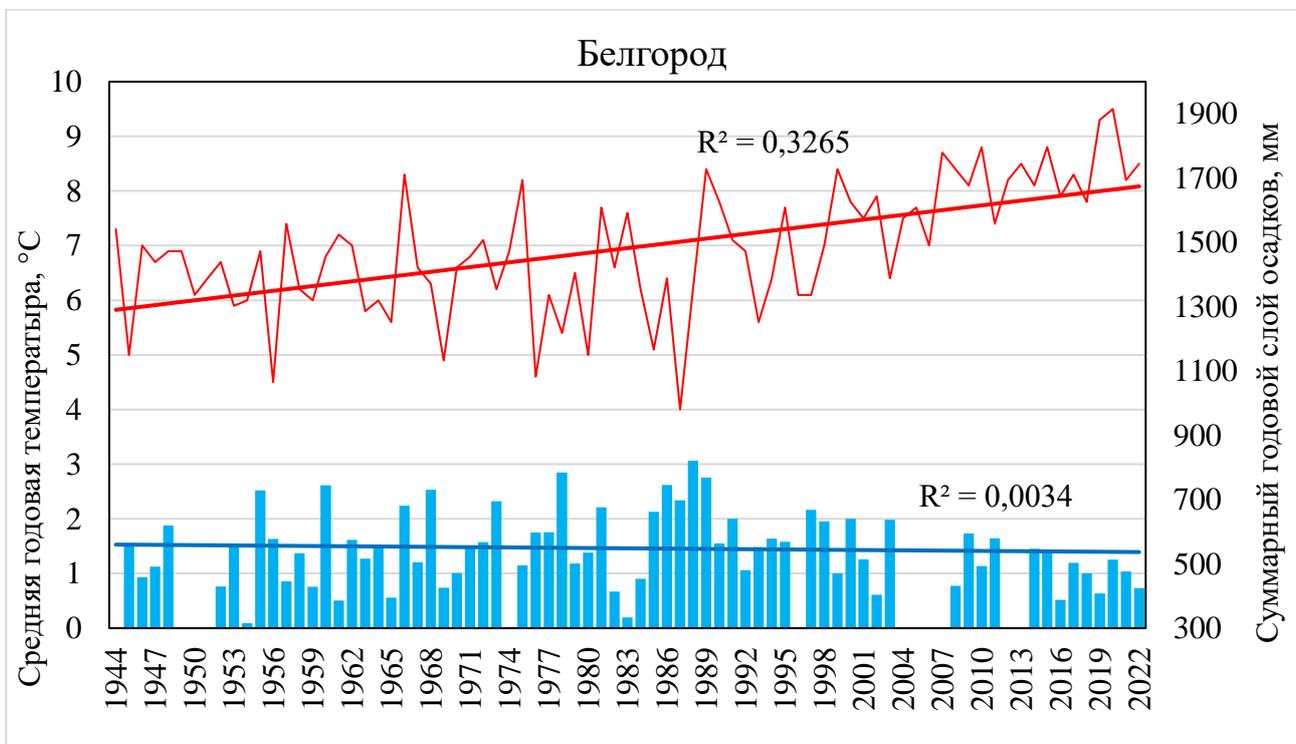


Рисунок 1.7 – Хронологический график среднегодовых температур и годовых сумм осадков по МС Белгород за 1944-2022 гг.

Результаты проверки рядов на однородность среднегодовых температур воздуха по метеостанциям приведены в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Результаты проверки на однородность рядов среднегодовой температуры воздуха за период 1944-2022 гг.

Метеостанция	t^*	$t_{5\%}$	гипотеза об однородности опровергается	F^*	$F_{5\%}$	гипотеза об однородности опровергается
Смоленск	6,58	1,99	+	1,31	1,72	-
Брянск	6,24	1,99	+	1,54	1,72	-
Курск	5,93	1,99	+	1,86	1,71	+
Белгород	4,40	1,99	+	1,74	1,71	+

Все рассмотренные ряды среднегодовых температур являются неоднородными по матожиданию. По дисперсии ряды температур в северной части изучаемой территории являются однородными, в южной – неоднородными.

Результаты оценки значимости линейного трендов в рядах среднегодовых температур воздуха приведены в таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Оценка значимости линейных трендов в ряде среднегодовых температур воздуха за период 1944-2022 гг.

Метеостанция	параметры тренда				Значимость тренда
	R	σ_R	$t_{5\%}$	R/σ_R	
Смоленск	0,73	0,079	1,99	9,26	+
Брянск	0,70	0,082	1,99	8,47	+
Курск	0,67	0,084	1,99	7,98	+
Белгород	0,57	0,094	1,99	6,11	+

По всем метеостанциям наблюдается значимый тренд на повышение среднегодовых температур.

Также были проанализированы данные о суммах осадков. Результаты проверки на однородность рядов годовых сумм осадков по метеостанциям приведены в таблице 1.5.

Таблица 1.5 – Результаты проверки на однородность рядов годовых сумм осадков за период 1944-2022 гг.

Метеостанция	t^*	$t_{5\%}$	гипотеза об однородности опровергается	F^*	$F_{5\%}$	гипотеза об однородности опровергается
Смоленск	3,93	1,99	+	1,21	1,73	-
Брянск	3,68	1,99	+	1,03	1,72	-
Курск	0,95	1,99	-	1,08	1,71	-
Белгород	0,68	2,00	-	1,21	1,73	-

Годовые суммы осадков для всех четырех метеостанций являются однородными по критерию Фишера. По критерию Стьюдента годовые суммы осадков северной половины территории являются неоднородными: с севера на юг тренд к значимому повышению сумм осадков в Смоленской и Брянской областях сменяется на тренд к небольшому их понижению в Белгородской области.

Результаты оценки значимости линейного трендов в рядах годовых сумм осадков приведены в таблице 1.6.

Таблица 1.6 – Оценка значимости линейных трендов в ряде годовых сумм осадков за период 1944-2022 гг.

Метеостанция	параметры тренда				Значимость тренда
	R	σ_R	$t_{5\%}$	R/σ_R	
Смоленск	0,43	0,104	1,99	4,08	+
Брянск	0,43	0,104	1,99	4,10	+
Курск	0,06	0,114	1,99	0,51	-
Белгород	0,06	0,124	1,99	0,47	-

Оценка значимости трендов многолетнего ряда годовых сумм осадков показала наличие значимых положительных трендов в Смоленской и Брянской областях.

Таким образом, за рассматриваемый период (1944-2022 гг) увеличивается неравномерность обеспеченностью территории бассейна Днепра осадками с севера на юг.

Климатическим изменениям подвергается и внутригодовой ход температуры воздуха. Особенную значимость при этом имеет постепенное увеличение средних температур за зимние месяцы (а также март), так как именно в этот период происходит накопление запасов влаги в снеге и снежной корке, в наибольшей мере

определяющих сток весеннего половодья. В качестве примера эта тенденция проиллюстрирована на рисунках 1.8, 1.9.

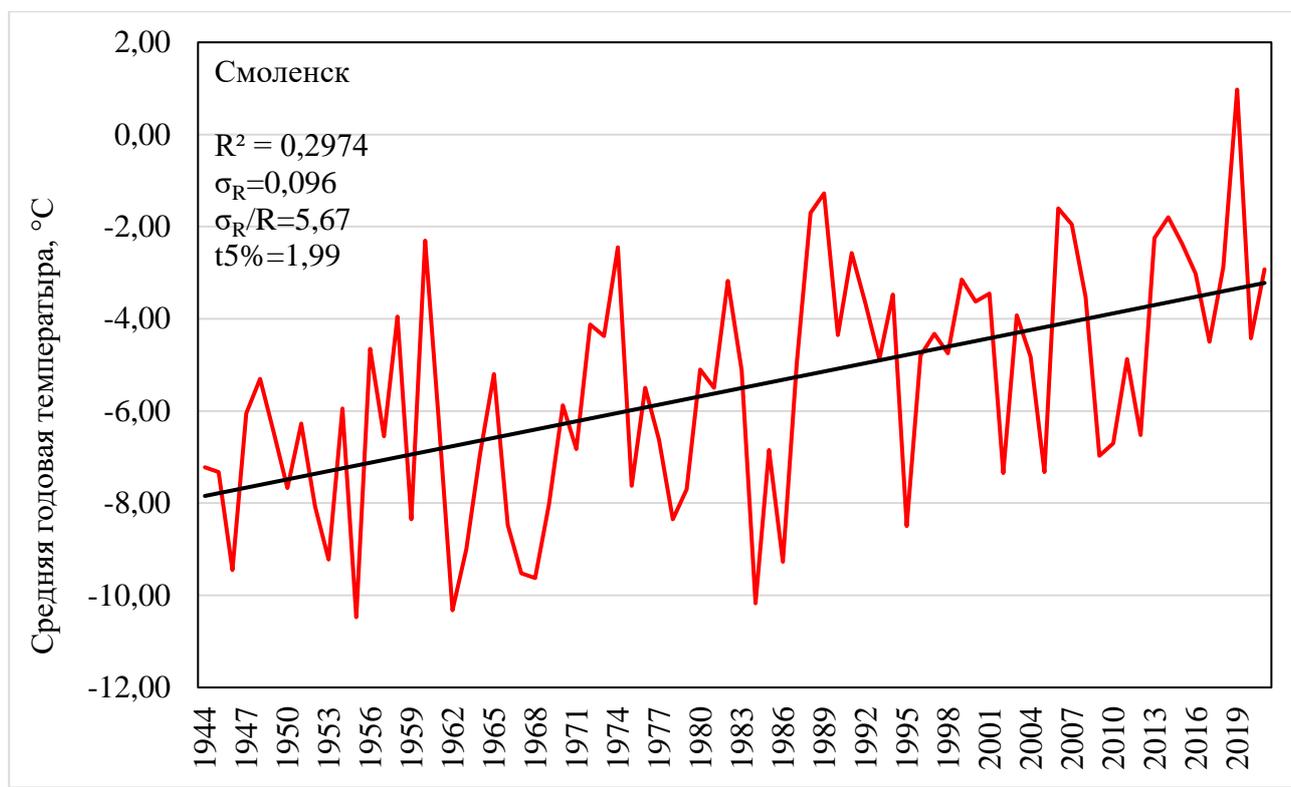


Рисунок 1.8 – Хронологический график средних температур за декабрь-март по МС Смоленск за 1944-2022 гг.

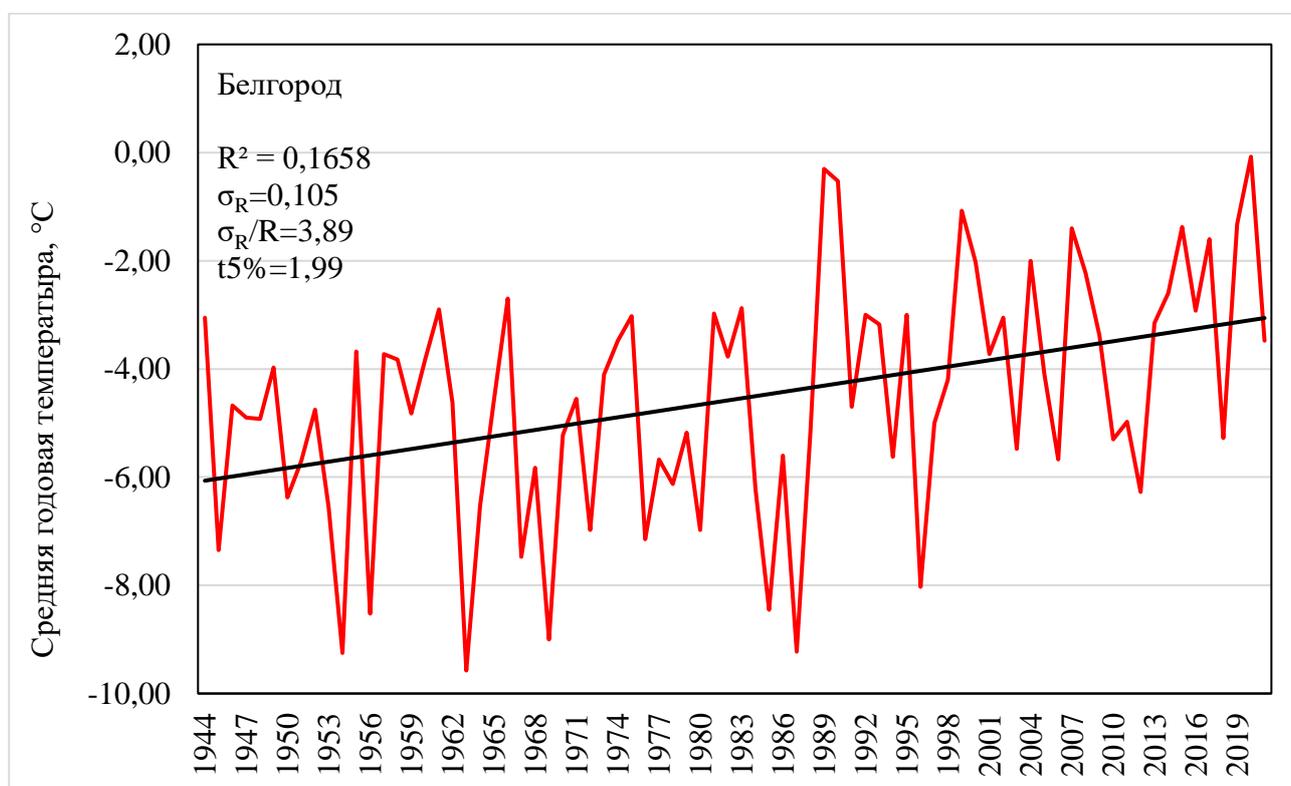


Рисунок 1.9 – Хронологический график средних температур за декабрь-март по МС Белгород за 1944-2022 гг.

В связи с ростом температур зимних месяцев участилось количество зимних оттепелей, в течение которых снежный покров тает, пополняя запасы подземных вод, и уменьшается глубина промерзания почв (часто до полного отсутствия промерзания к началу весеннего половодья). Это приводит к изменению внутригодового распределения стока в сторону увеличения расходов воды периода зимней межени и уменьшения стока весеннего половодья, что в свою очередь отражается на динамике слоев стока и максимальных расходов воды половодья.

Анализ интегральных кривых многолетнего ряда среднегодовой температуры воздуха показал, что переломными точками в направлении тренда являются 1974 и 1999 гг. Для примера на рисунке 1.10 представлена интегральная кривая по метеостанции г. Белгорода. Данные положения коррелируют с изменениями в динамике максимального стока исследуемой территории.

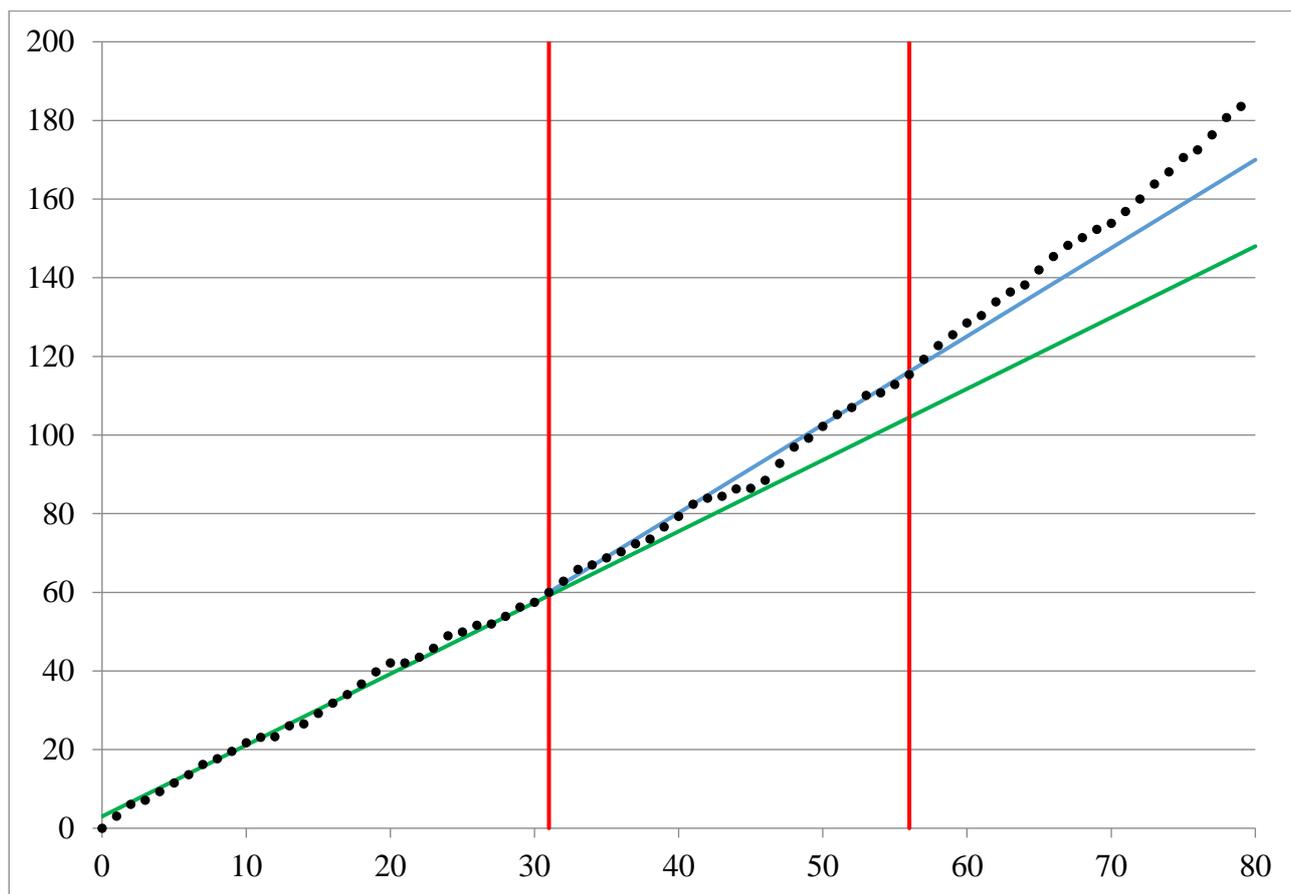


Рисунок 1.10 – Интегральная кривая среднегодовых температур воздуха по МС Белгород.

В связи с тем, что водность рек изучаемого района находится в тесной связи с климатическими изменениями, для дальнейшей работы по определению основных

гидрологических характеристик весеннего половодья были приняты два климатических сценария:

Сценарий 1. Климат изменяется циклично, циклы потепления и похолодания будут повторяться. В данном климатическом сценарии принимается гипотеза о том, что климат не изменяется однонаправленно в сторону повышения температур воздуха, а за повышением может последовать и период понижения, аналогичный 1944-1974 гг. То есть, согласно данному сценарию, факторы повышения водности весеннего периода в будущем могут усиливать свое влияние.

Сценарий 2. Климат стабильно изменяется в сторону потепления или остается неизменным на прогнозный период. Не ожидается существенного похолодания, увеличения количества осадков, увеличения характеристик осеннего увлажнения почв, увеличения в накоплении запасов влаги в снеге и снежной корке, в глубине промерзания почв. То есть предпосылки к повышению водности весеннего периода под влиянием климатических факторов отсутствуют.

1.6 Гидрографическая сеть

Основные черты гидрографической сети в исследуемом районе обусловлены комплексом физико-географических факторов, среди которых первостепенную роль играют рельеф, климатические условия, геологическое строение и гидрогеологические особенности территории.

Реки рассматриваемой территории стекают со Среднерусской возвышенности и ее отрогов. Изучаемая территория бассейна реки Днепр относится к левобережной части бассейна Днепра. Основное направление течения – с северо-востока на юго-запад.

Днепр берёт начало в небольшом болоте Мшара на окраине болотистой местности, урочища Аксенинский мох, в лесном массиве Оковский лес на южном склоне Валдайской возвышенности, у села Бочарово Сычёвского района Смоленской области России. Со склонов Валдайской возвышенности стекают также Волга,

Западная Двина, Ловать, Сясь и Молога. Впадает Днепр в Днепро-Бугский лиман Чёрного моря.

Наиболее крупные притоки первого порядка р. Днепр на изучаемом участке бассейна: р. Вязьма, р. Вопь, р. Десна, р. Сож, р. Псел, р. Ворскла.

Крупные притоки второго порядка: р. Ипуть, р. Судость, р. Сейм, р. Болва, р. Нерусса, р. Навля.

Наибольшую часть территории занимает бассейн реки Десна с притоками разного порядка.

Густота речной сети заметно снижается с севера на юг: от 0,54 до 0,23 км/км².

Река Днепр на исследуемом участке протекает по зоне смешанных и широколиственных лесов. Имеет спокойное медленное течение, извилистое русло, образует рукава, перекаты, острова, протоки и отмели. Ширина реки о г. Смоленска достигает 80 м. Тип руслового процесса – свободное меандрирование. На территории г. Смоленска русло слабоизвилистое.



Рисунок 1.11 – Гидрологический пост р. Днепр – г. Смоленск.

Река Десна – левый приток реки Днепр, самый длинный из его притоков. Ее исток расположен в пределах Смоленской возвышенности, в торфяном болоте Голубев Мох. Протекает через Смоленскую и Брянскую область. Большинство рек рассматриваемой территории являются притоками Десны разного порядка. В верхнем течении берега реки низинные и болотистые, ниже Брянска правый берег повышается. В Смоленской области самым крупным и значимым водным объектом на Десне является Десногорское водохранилище, созданное для нужд Смоленской АЭС, находящейся в Десногорске.

Река Сож – второй по величине и водности левый приток Днепра. Берет начало на Смоленско-Московской возвышенности в 12 км к югу от Смоленска. Наличие хорошо выраженных в рельефе и прослеживаемых на значительном протяжении трех сквозных террас (двух надпойменных и поймы) составляет характерную особенность долины реки Сож. Долина хорошо выраженная, трапецеидальная, врезана на глубину 20-30 м.

Река Ипуть - левый приток реки Сож. Берет начало на территории Белоруссии. Самый протяжённый участок проходит по Брянской области. Берега большей частью низменные. Речная долина трапецеидальная, ширина в истоковой части 1-1,5 км, ниже 2,5-3,5 км. от города Сураж до устья 4-8 км. Русло реки слабо разветвлённое, местами очень извилистое. Берега крутые и обрывистые. Левый берег в целом более пологий и низкий. Пойма двусторонняя, местами чередуется по берегам, ширина на наибольшем протяжении составляет 20-50 м. На склонах долины развиты первая надпойменная терраса высотой 5-10 метров и вторая терраса высотой 16-22 метра. На участках поверхности поймы и обеих террас имеются торфяные болота.

Река Сейм – левый приток Десны, самый длинный из ее притоков. До впадения правого притока реки Рать Сейм течёт в северо-западном направлении. Далее он течёт на запад до устья Свапы. Здесь Сейм принимает юго-западное направление, огибает большой излучиной Дмитриевско-Рыльскую гряду с юга и на расстоянии 222 км от своего устья уходит за пределы Курской области России на территорию Сумской области Украины.

Ширина русла реки в межень в верхнем течении – 10-30 метров, среднем – 40-80 метров и нижнем течении – 80-100 метров. Глубина реки варьирует в пределах 2-3 метров, уменьшаясь до 0,5-1,0 метра на перекатах и увеличиваясь до 4-6 метров на плёсовых участках и в низовьях, иногда до 10-15 метров в ямах, где обычно собирается и зимует рыба. Встречаются участки, которые летом можно пересечь вброд. Дно не стойкое, в верхнем течении – суглинистое, ниже – супесчаное и песчаное. Русло Сейма устойчивое, извилистое. Река сильно меандрирует, образуя многочисленные излучины, петли, крутые повороты.



Рисунок 1.12 – Гидрологический пост р. Сейм – с. Зуевка.

Река Псел – левый приток Днепра. Исток реки находится в России на границе Курской и Белгородской областей возле хутора Пригорки (Прохоровский район Белгородской области), на западных склонах Среднерусской возвышенности.

Долина реки узкая, глубокая, с крутыми склонами. Долина заторфована. Пойма асимметричная: правый склон крутой, левый – пологий. Расчленена старицами и протоками, местами заболочена. Русло сильно извилистое, шириной на исследуемой части реки – 20-50 м. Глубина реки до 2-3 метров, много сомовых ям. В верхнем и среднем течении часто встречаются мелководные участки. Дно песчаное, на разливах илистое.



Рисунок 1.13 – Гидрологический пост р. Псел – г. Обоянь.

Река Ворскла – левый приток Днепра. Исток реки находится на западных склонах Среднерусской возвышенности возле села Покровка. Протекает по территории Белгородской области. Левый берег пологий, правый – высокий и обрывистый, имеют значительную крутизну склонов долин. Левобережная часть бассейна реки значительно больше правобережной. Ширина реки на исследуемой части течения – в пределах 10-15 м. Русло извилистое, меандрирующее.

2 ОСОБЕННОСТИ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА РЕК БАССЕЙНА ДНЕПРА

Водный режим определяется климатическими, гидрогеологическими, орографическими и гидрографическими особенностями территории и характеризуется достаточно выраженным весенним половодьем и летне-осенне-зимней меженью, нарушаемой дождевыми паводками и оттепелями.

Характер водного режима рек в большей степени определяется особенностями половодья, его продолжительностью и долевым участием талых вод в годовом стоке, что в свою очередь обуславливается типом питания рек.

Реки района имеют смешанное питание, причем в северной части территории роль талого стока в формировании годового стока значительно больше, чем в южной. Долевое участие дождевых вод в годовом стоке в южной части территории по сравнению с северной заметно увеличивается.

Соотношение снегового и дождевого питания меняется в различные по водности годы. Сток весеннего половодья в многоводные годы составляет 70- 80% годового стока, в средние по водности годы – 50-70%, а в маловодные – 30-50%.

Начало половодья на малых и средних реках относится к середине марта. Заканчивается половодье в третьей декаде апреля, иногда в первой декаде мая. Продолжительность половодья 1,5-2 месяца. Пик половодья обычно наблюдается в конце марта – начале апреля. Район характеризуется высоким весенним половодьем, проходящим двумя-тремя пиками, обусловленными неравномерностью таяния снега и накладывающимися дождями. Высший уровень на больших реках проходит в первой половине апреля, на малых – в третьей декаде марта.

Таблица 2.1 – Сроки прохождения весеннего половодья (1944-2022 гг.)

Гидрологический пост	Средняя дата			Продолжи- тельность половодья, сутки	Сток за половодье, % от годового
	начала половодья	наибольшего срочного расхода	окончания половодья		
1	2	3	4	5	6
79001. р.Днепр - д.Болшево. Площадь водосбора 247 км ²	24.03	11.04	06.05	44	55
79011. р.Днепр - г.Смоленск. Площадь водосбора 14100 км ²	23.03	19.04	23.05	61	56
79051. р.Вязьма - д.Старая. Площадь водосбора 580 км ²	24.03	07.04	06.05	44	49
79324. р.Ипуть - с.Ущерпье. Площадь водосбора 8210 км ²	17.03	10.04	21.05	65	54
79335. р.Унеча - с.Лопатни. Площадь водосбора 1180 км ²	13.03	28.03	29.04	48	41
80113. р.Десна - с.Голубея. Площадь водосбора 4770 км ²	16.03	07.04	11.05	57	48
80148. р.Болва - д.Псурь. Площадь водосбора 3210 км ²	16.03	03.04	05.05	51	45
80174. р.Коста - д.Глазово. Площадь водосбора 150 км ²	13.03	26.03	24.04	43	56
80196. р.Сейм - с.Зуевка. Площадь водосбора 2320 км ²	13.03	24.03	28.04	46	46
80204. р.Сейм - г.Рыльск. Площадь водосбора 18100 км ²	15.03	04.04	17.05	64	47
80220. р.Гускарь - с.Свобода. Площадь водосбора 1690 км ²	13.03	25.03	24.04	43	39
80224. р.Снова - д.Щурово. Площадь водосбора 781 км ²	14.03	27.03	22.04	40	43
80405. р.Псел - г.Обоянь. Площадь водосбора 1100 км ²	10.03	23.03	22.04	44	40
80442. р.Ворскла - с.Козинка. Площадь водосбора 1870 км ²	14.03	24.03	25.04	42	45
В среднем по бассейну	16.03	02.04	04.05	49	47

В период летне-осенней межени наблюдаются небольшие дождевые паводки, продолжительностью в среднем 21 день. В период зимней межени во время оттепелей наблюдаются зимние паводки.

Таблица 2.2 – Продолжительность паводков (наибольших в году) (1944-2022 гг.)

Река-пост	Средняя продолжительность паводка, сутки (часы)		
	подъема	спада	общая
79001. р.Днепр - д.Болшево	5	9	16
79011. р.Днепр - г.Смоленск	16	15	32
79051. р.Вязьма - д.Старая	7	13	22
79324. р.Ипуть - с.Ущерпье	17	18	38
79335. р.Унеча - с.Лопатни	8	13	24
80113. р.Десна - с.Голубея	11	10	24
80148. р.Болва - д.Псурь	7	8	17
80174. р.Коста - д.Глазово	4	7	14
80196. р.Сейм - с.Зуевка	6	10	17
80220. р.Тускарь - с.Свобода	5	9	16
80224. р.Снова - д.Щурово	5	8	14
80405. р.Псел - г.Обоянь	6	8	16
80442. р.Ворскла - с.Козинка	9	12	25
В среднем по бассейну	8	11	21

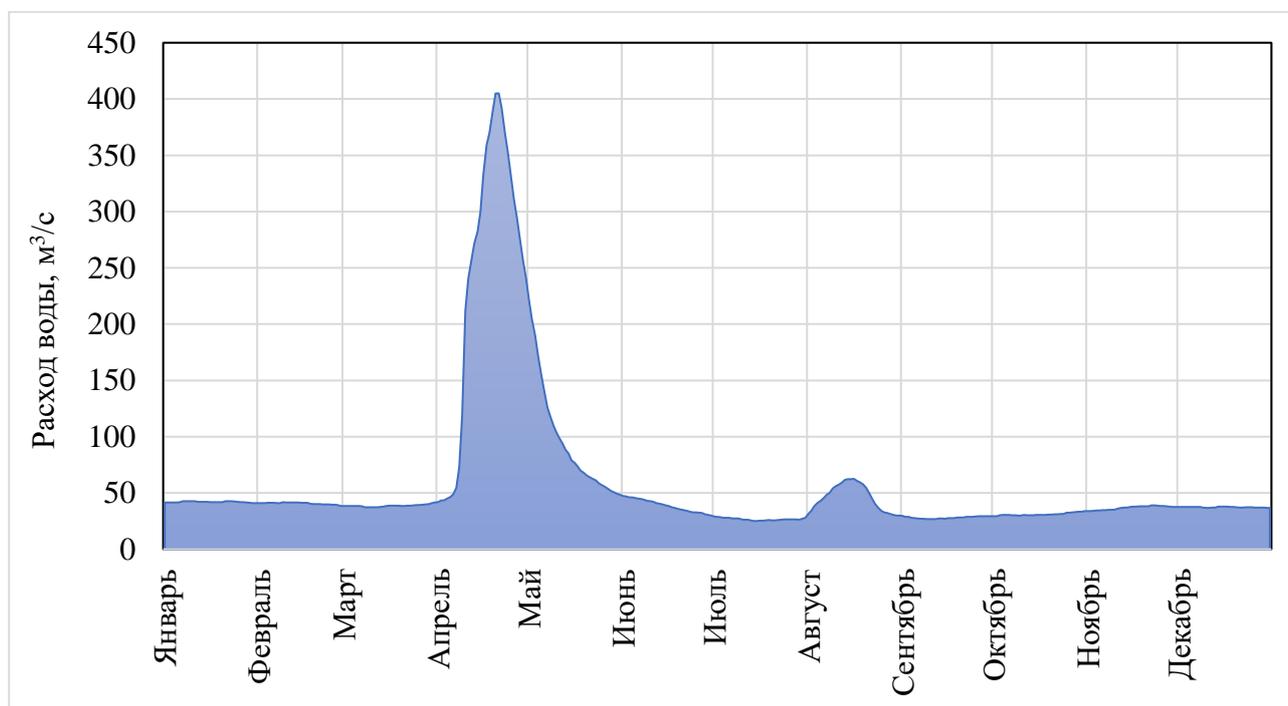


Рисунок 2.1 – Гидрограф многоводного года ГП р. Сейм – г. Рыльск (2018 год).

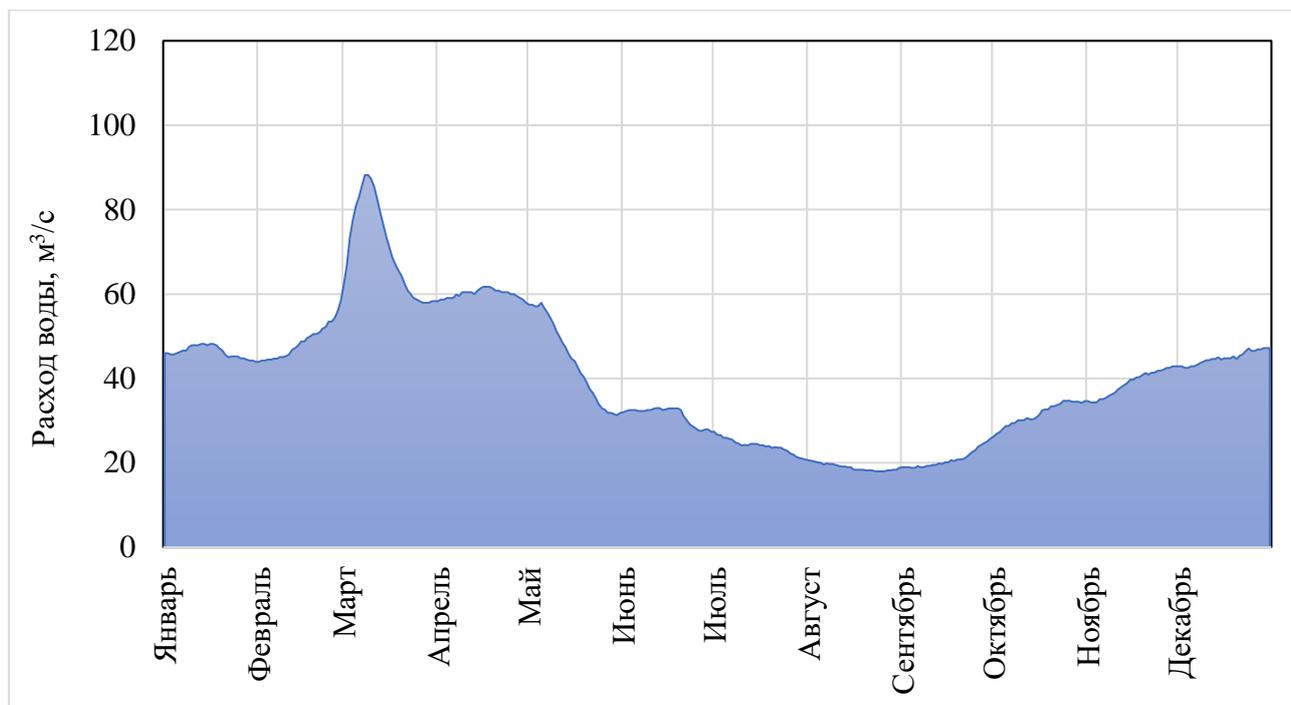


Рисунок 2.2 – Гидрограф маловодного года ГП р. Сейм – г. Рыльск (2014 год).

На большинстве гидрологических постов зимой устанавливается полный ледостав. Средняя дата начала ледостава приходится на первую декаду декабря. Осенний ледоход случается крайне редко. Весенний ледоход чаще всего наблюдается в третьей декаде марта. В связи с общим потеплением климата и частыми зимними оттепелями в последние годы на многих постах устойчивый ледостав не устанавливается.

Таблица 2.3 – Ледовый режим (1944-2022 гг.)

Гидрологический пост	Средняя дата				
	начала осенних ледовых явлений	начала осеннего ледохода (шугохода)	начала ледостава	начала весеннего ледохода (шугохода)	окончания ледовых явлений
79001. р.Днепр - д.Болшево	12.11	нб(58%)	03.12	04.04(88%)	08.04
79011. р.Днепр - г.Смоленск	18.11	21.11(78%)	20.12	28.03(87%)	04.04
79324. р.Ипуть - с.Ущерпье	19.11	нб(75%)	07.12	27.03(82%)	30.03
79335. р.Унеча - с.Лопатни	24.11	28.11(93%)	16.12(97%)	17.03(81%)	23.03
80113. р.Десна - с.Голубея	21.11	23.11(90%)	09.12(99%)	27.03(76%)	27.03
80148. р.Болва - д.Псурь	18.11	нб(78%)	07.12	29.03(79%)	29.03
80174. р.Коста - д.Глазово	22.11	нб(94%)	20.12(82%)	24.03(64%)	23.03

Гидрологический пост	Средняя дата				
	начала осенних ледовых явлений	начала осеннего ледохода (шугохода)	начала ледостава	начала весеннего ледохода (шугохода)	окончания ледовых явлений
80196. р.Сейм - с.Зуевка	12.11	нб(98%)	28.11	28.03(62%)	29.03
80204. р.Сейм - г.Рыльск	25.11	нб(65%)	12.12	26.03(93%)	30.03
80220. р.Тускарь - с.Свобода	17.11	нб(96%)	28.11	31.03(57%)	31.03
80224. р.Снова - д.Щурово	15.11	нб(100%)	28.11	31.03(55%)	29.03
80405. р.Псел - г.Обоянь	15.11	нб(99%)	10.12(99%)	нб(60%)	26.03
80442. р.Ворскла - с.Козинка	24.11	нб(59%)	11.12(98%)	22.03(66%)	24.03
В среднем по бассейну	19.11		08.12		29.03

В связи с изменениями климата меняется и гидрологический режим территории. Рост температур способствует частой повторяемости зимних оттепелей, в течение которых снежный покров сходит иногда полностью. Это приводит к изменению внутригодового распределения стока в сторону увеличения расходов воды периода зимней межени и уменьшения стока весеннего половодья. Таким образом сток зимнего периода и периода половодья постепенно выравнивается, а в летние месяцы реки сильно мелеют, зарастают и заиливаются.

3 РАСЧЕТ ХАРАКТЕРИСТИК МАКСИМАЛЬНОГО ВЕСЕННЕГО СТОКА

3.1 Исходные данные

Для расчета характеристик максимального стока были приняты ряды максимальных расходов воды и слоев стока периода весеннего половодья по гидрологическим постам бассейна Днепра. Всего для анализа было принято 37 постов, 7 из которых закрыты. Количество постов определялось возможностью их восстановления и приведения к однородному ряду. Так как в 1941-1943 гг. на большинстве постов были перерывы в наблюдениях, для определения статистических характеристик принят общий период наблюдений с 1944 года. Пропуски в наблюдениях за период 1944-2022 гг. были восстановлены по аналогам с помощью уравнения регрессии.

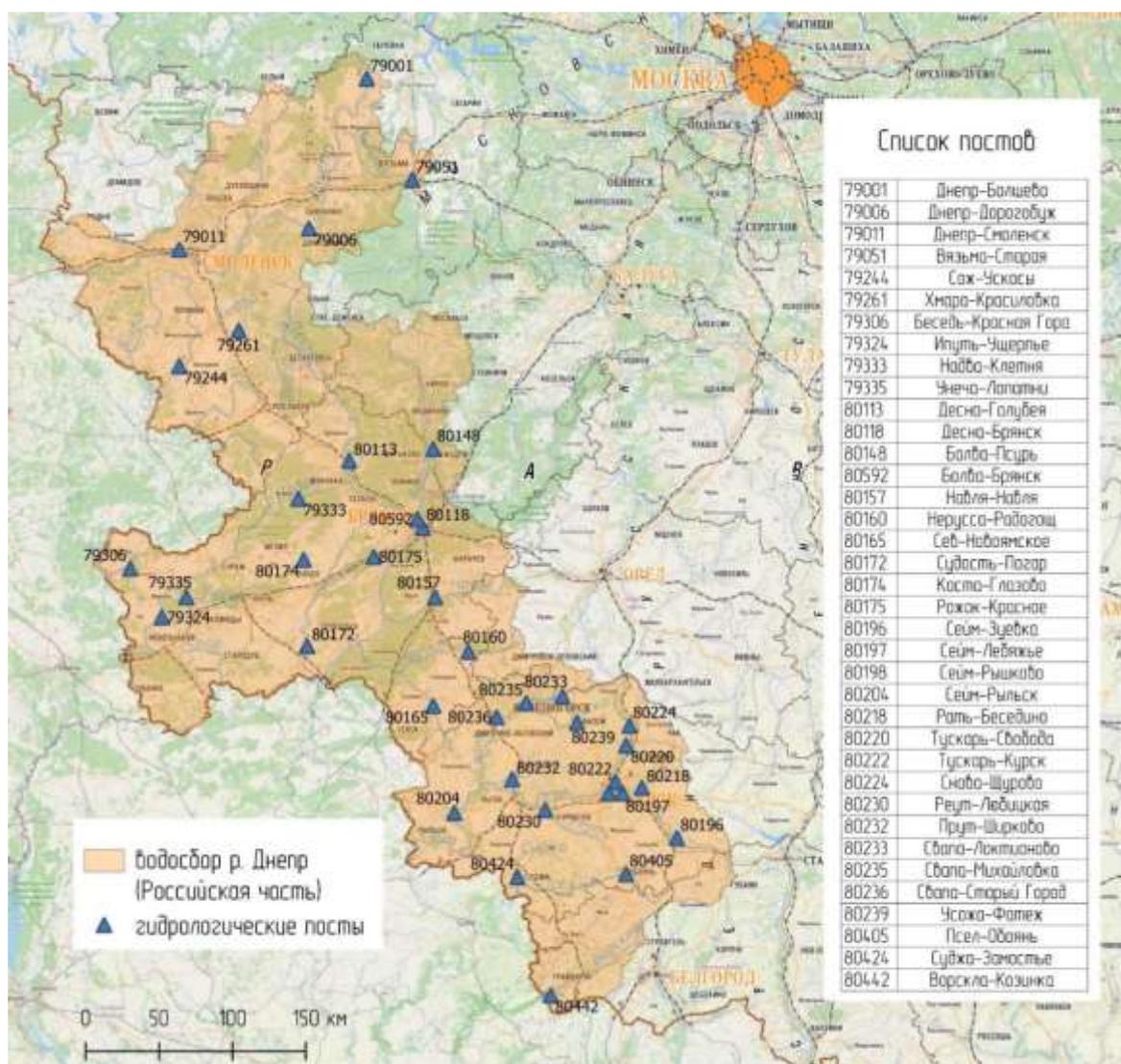


Рисунок 3.1 – Территория бассейна р. Днепр (российская часть).

Таблица 3.1 – Список постов бассейна р. Днепр (российская часть)

№	Водный объект	Пост	Код поста	Расстояние от устья, км	Площадь водосбора, кв.км.	Период действия, число, месяц, год		Принадлежность поста
						открыт	закрыт	
1	р.Днепр	д.Болшево	79001	2115	247	01.08.1932	Действ.	Центральное УГМС
2	р.Днепр	г.Дорогобуж	79006	1931	6390	29.05.1877	Действ.	Центральное УГМС
3	р.Днепр	г.Смоленск	79011	1735	14100	10.11.1976	Действ.	Центральное УГМС
4	р.Вязьма	д.Старая	79051	99.0	580	01.11.1933	Действ.	Центральное УГМС
5	р.Сож	с.Ускосы	79244	513	2600	14.10.1934	Действ.	Центральное УГМС
6	р.Хмара	с.Красилровка	79261	43.0	534	05.09.1949	Действ.	Центральное УГМС
7	р.Беседь	пгт Красная Гора	79306	98.0	4080	22.08.1930	01.01.1998	Центральное УГМС
8	р.Ипуть	с.Ущерпье	79324	133	8210	24.07.1930	Действ.	Центрально-Чернозем.УГМС
9	р.Надва	пгт Клетня	79333	47.0	233	18.09.1958	01.01.1992	Центрально-Чернозем.УГМС
10	р.Унеча	с.Лопатни	79335	24.0	1180	12.09.1925	Действ.	Центрально-Чернозем.УГМС
11	р.Десна	с.Голубея	80113	896	4770	27.03.1878	Действ.	Центрально-Чернозем.УГМС
12	р.Десна	г.Брянск	80118	784	13700	15.10.1894	Действ.	Центрально-Чернозем.УГМС
13	р.Болва	д.Псурь	80148	77.0	3210	18.08.1929	Действ.	Центрально-Чернозем.УГМС
14	р.Болва	г.Брянск	80592	1.00	4340	06.07.1978	Действ.	Центрально-Чернозем.УГМС
15	р.Навля	пгт Навля	80157	54.0	1560	28.05.1948	Действ.	Центрально-Чернозем.УГМС
16	р.Нерусса	с.Радогощ	80160	114	1020	15.03.1935	Действ.	Центрально-Чернозем.УГМС
17	р.Сев	с.Новоямское	80165	46.0	1150	14.07.1949	Действ.	Центрально-Чернозем.УГМС
18	р.Судость	пгт Погар	80172	52.0	5180	02.11.1943	Действ.	Центрально-Чернозем.УГМС
19	р.Коста	д.Глазово	80174	33.0	150	19.06.1945	Действ.	Центрально-Чернозем.УГМС
20	р.Рожок	с.Красное	80175	58.0	60	06.02.1955	31.12.1987	Центрально-Чернозем.УГМС
21	р.Сейм	с.Зуевка	80196	668	2320	01.10.1932	Действ.	Центрально-Чернозем.УГМС
22	р.Сейм	с.Лебяжье	80197	595	4870	01.10.1936	Действ.	Центрально-Чернозем.УГМС
23	р.Сейм	пос.Рышково	80198	578	7460	03.07.1927	Действ.	Центрально-Чернозем.УГМС
24	р.Сейм	г.Рыльск	80204	359	18100	01.01.1935	Действ.	Центрально-Чернозем.УГМС
25	р.Рать	с.Беседино	80218	5.80	630	15.10.1947	Действ.	Центрально-Чернозем.УГМС
26	р.Тускарь	с.Свобода	80220	51.0	1690	15.08.1958	Действ.	Центрально-Чернозем.УГМС
27	р.Тускарь	г.Курск	80222	8.50	2380	20.01.1925	Действ.	Центрально-Чернозем.УГМС
28	р.Снова	д.Щурово	80224	17.0	781	19.09.1947	Действ.	Центрально-Чернозем.УГМС
29	р.Реут	д.Любицкая	80230	17.0	960	14.10.1932	Действ.	Центрально-Чернозем.УГМС
30	р.Прут	д.Ширково	80232	1.60	530	11.10.1932	01.01.1992	Центрально-Чернозем.УГМС

№	Водный объект	Пост	Код поста	Расстояние от устья, км	Площадь водосбора, кв.км.	Период действия, число, месяц, год		Принадлежность поста
						открыт	закрыт	
31	р.Свапа	д.Локтионово	80233	161	419	26.08.1950	31.12.1982	Центрально-Чернозем.УГМС
32	р.Свапа	с.Михайловка	80235	12.3	2800	01.08.1959	01.01.1999	Центрально-Чернозем.УГМС
33	р.Свапа	с.Старый город	80236	75.0	3690	16.09.1927	Действ.	Центрально-Чернозем.УГМС
34	р.Псел	г.Обоянь	80405	660	1100	01.03.1943	Действ.	Центрально-Чернозем.УГМС
35	р.Усожа	г.Фатеж	80239	5.90	364	06.10.1947	01.01.1998	Центрально-Чернозем.УГМС
36	р.Суджа	сл.Замостье	80424	6.40	972	01.07.1929	Действ.	Центрально-Чернозем.УГМС
37	р.Ворскла	с.Козинка	80442	348	1870	22.08.1914	Действ.	Центрально-Чернозем.УГМС

Таблица 3.2 – Распределение постов по продолжительности рядов наблюдений

Вид стока	Продолжительность рядов, n			
	$n \leq 40$	$41 < n \leq 70$	$n > 71$	всего рядов
Максимальные расходы весеннего половодья	6	6	25	37
Слой стока за половодье	5	8	24	37

Таблица 3.3 – Распределение постов по градациям площадей водосборов

Диапазон площадей водосборов, F км ²							всего рядов
60 - 500	500 - 1000	1000 - 2000	2000 - 5000	5000 – 10 000	$\geq 10 000$		
6	7	7	10	4	3	37	

Таблица 3.4 – Основные гидрографические характеристики водосборов

Река	Пост	Код поста	Расстояние от истока	Расстояние от устья, км	Площадь водосбора, кв.км.	Озерность, %	Лесистость, %	Заболоченность, %
р.Днепр	д.Болшево	79001	30	2115	247	<1	56	4
р.Днепр	г.Дорогобуж	79006	253	1931	6390	<1	41	3
р.Днепр	г.Смоленск	79011	454	1735	14100	<1	36	5
р.Вязьма	д.Старая	79051	48	99.0	580	<1	31	6
р.Сож	с.Ускосы	79244	135	513	2600	<1	8	7
р.Хмара	с.Красилровка	79261	39	43.0	534	<1	20	9

Река	Пост	Код поста	Расстояние от истока	Расстояние от устья, км	Площадь водосбора, кв.км.	Озерность, %	Лесистость, %	Заболоченность, %
р.Беседь	пгт Красная Гора	79306	163	98.0	4080	<1	20	8
р.Ипуть	с.Ущерпье	79324	304	133	8210	<1	29	7
р.Надва	пгт Клетня	79333	25	47.0	233	<1	62	2
р.Унеча	с.Лопатни	79335	68	24.0	1180	<1	33	9
р.Десна	с.Голубея	80113	231	896	4770	<1	27	1
р.Десна	г.Брянск	80118	349	784	13700	<1	40	1
р.Болва	д.Псурь	80148	136	77.0	3210	<1	44	1
р.Болва	г.Брянск	80592	212	1.00	4340	<1	42	<1
р.Навля	пгт Навля	80157	73	54.0	1560	<1	15	3
р.Нерусса	с.Радогощ	80160	47	114	1020	<1	23	<1
р.Сев	с.Новоямское	80165	45	46.0	1150	<1	13	3
р.Судость	пгт Погар	80172	156	52.0	5180	<1	16	6
р.Коста	д.Глазово	80174	11	33.0	150	<1	<1	4
р.Рожок	с.Красное	80175	12	58.0	60.0	0	8	<1
р.Сейм	с.Зуевка	80196	89	668	2320	<1	2	<1
р.Сейм	с.Лебяжье	80197	161	595	4870	<1	4	<1
р.Сейм	пос.Рышково	80198	178	578	7460	<1	5	<1
р.Сейм	г.Рыльск	80204	386	359	18100	<1	8	1
р.Рать	с.Беседино	80218	46	5.80	630	<1	6	0
р.Тускарь	с.Свобода	80220	57	51.0	1690	<1	4	<1
р.Тускарь	г.Курск	80222	104	8.50	2380	<1	5	<1
р.Снова	д.Щурово	80224	59	17.0	781	<1	4	<1
р.Реут	д.Любицкая	80230	75	17.0	960	<1	6	<1
р.Прут	д.Ширково	80232	43	1.60	530	3	14	<1
р.Свапа	д.Локтионово	80233	36	161	419	<1	6	<1
р.Свапа	с.Михайловка	80235	75	12.3	2800	<1	8	1
р.Свапа	с.Старый Город	80236	122	75.0	3690	<1	11	2

Река	Пост	Код поста	Расстояние от истока	Расстояние от устья, км	Площадь водосбора, кв.км.	Озерность, %	Лесистость, %	Заболоченность, %
р.Псел	г.Обоянь	80405	57	660	1100	<1	7	<1
р.Усожа	г.Фатеж	80239	36	5.90	364	<1	4	<1
р.Суджа	сл.Замостье	80424	60	6.40	972	<1	5	1
р.Ворскла	с.Козинка	80442	116	348	1870	<1	7	<1

3.2 Приведение исходных рядов наблюдений к однородному периоду

На данном этапе ряды слоев стока и максимальных расходов воды по закрытым постам, а также постам с пропусками наблюдений, были восстановлены и приведены к единому многолетнему периоду с 1944 по 2022 год. Приведение к многолетнему периоду осуществлялось с применением аналогов. Всего получилось таким образом подготовить 37 рядов продолжительностью каждого 79 лет.

Для оценки коэффициентов парной корреляции между расчетными рядами наблюдений на постах была построена матрица корреляций. Выбор аналогов основывался на величине коэффициента корреляции и продолжительности периода совместных наблюдений. Пример уравнения регрессии приведен на рисунке 3.2.

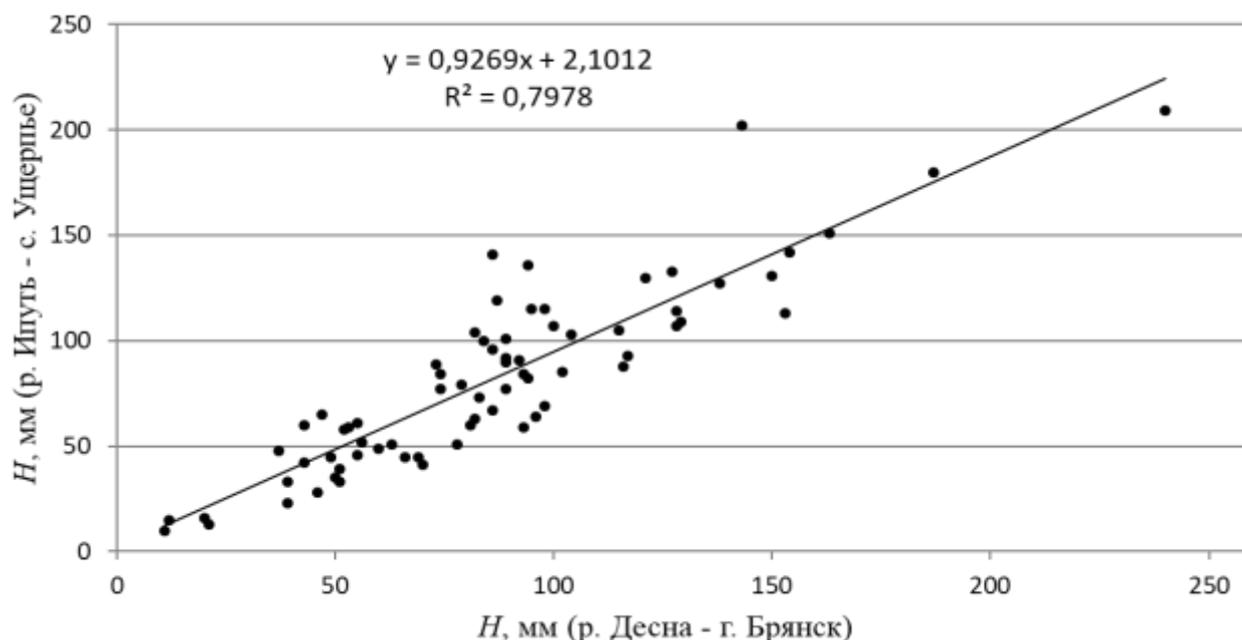


Рисунок 3.2 – Уравнение регрессии для восстановления ряда по аналогу.

Согласно п. 6.7 СП 33-101-2003 при восстановлении ряда уравнение регрессии является надежным, если выполняется следующие условия:

$$n \geq 6, \quad |R| \geq 0.7, \quad \frac{R}{\sigma_R} \geq 2, \quad \frac{a}{\sigma_a} \geq 2,$$

где σ_R - погрешность коэффициента корреляции; a - коэффициент регрессии; σ_a - погрешность коэффициента регрессии.

В таблице 3.5 приведены результаты расчета коэффициентов уравнения регрессии по условиям п. 6.7 СП 33-101-2003 для расчетных створов. Полученные значения демонстрируют высокую надежность.

Таблица 3.5 – Параметры уравнений регрессии слоев стока весеннего половодья

Код поста	аналог	период совместных наблюдений	коэффициент корреляции рядов	$\frac{R}{\sigma_R}$	$\frac{a}{\sigma_a}$
79001	79006	73	0,83	22,1	12,1
79011	79006	73	0,91	43,8	18,2
79261	79244	71	0,90	40,0	17,2
79306	80118	39	0,88	24,2	11,3
79324	80118	71	0,89	37,0	16,5
79333	80118	33	0,88	22,8	10,5
79335	80118	62	0,87	27,6	13,6
80113	80118	76	0,90	40,4	17,6
80148	80118	76	0,86	29,4	14,7
80592	80118	39	0,90	28,3	12,3
80157	80236	72	0,85	26,6	13,7
80160	80204	60	0,94	57,1	20,1
80165	80204	68	0,84	23,6	12,7
80172	80118	76	0,88	32,8	15,7
80174	80118	71	0,85	26,2	13,6
80175	80236	32	0,81	12,8	8,4
80197	80196	71	0,97	119,9	30,9
80198	80196	76	0,96	94,1	27,7
80218	80204	73	0,95	85,8	26,6
80220	80222	61	0,99	410,3	55,6
80224	80222	72	0,94	63,8	22,3
80230	80198	74	0,90	38,6	17,1
80232	80236	47	0,90	33,4	14,2
80233	80236	32	0,94	47,8	15,6
80235	80236	39	0,98	172,5	31,9

Код поста	аналог	период совместных наблюдений	коэффициент корреляции рядов	$\frac{R}{\sigma_R}$	$\frac{a}{\sigma_a}$
80405	80196	70	0,92	49,9	19,4
80239	80236	50	0,92	39,6	15,8
80424	80204	70	0,92	50,9	19,8
80442	80196	75	0,87	30,0	14,7

Таблица 3.6 – Параметры уравнений регрессии максимальных расходов весеннего половодья

Код поста	аналог	период совместных наблюдений	коэффициент корреляции рядов	$\frac{R}{\sigma_R}$	$\frac{a}{\sigma_a}$
79001	79006	73	0,75	13,5	11,1
79011	79006	75	0,86	27,5	14,1
79261	79244	72	0,85	25,2	13,3
79306	79244	39	0,85	18,8	10,3
79324	80113	73	0,89	35,3	16,2
79333	80113	33	0,80	12,6	7,43
79335	80113	64	0,79	16,6	10,1
80113	80118	78	0,90	41,5	18,0
80148	80118	78	0,88	35,5	16,1
80592	80118	40	0,93	40,3	15,1
80157	80160	74	0,87	30,9	15,1
80160	80204	60	0,87	26,7	13,2
80165	80160	70	0,89	34,3	15,8
80172	80118	78	0,82	22,1	23,5
80174	80118	73	0,79	17,7	19,9
80175	80172	33	0,78	11,1	11,2
80197	80196	73	0,98	17,4	25,2
80198	80196	78	0,94	75,0	9,72
80218	80196	75	0,86	27,8	42,8
80220	80196	64	0,76	14,0	9,14
80224	80222	72	0,85	26,2	13,6
80230	80198	74	0,87	30,7	15,0
80232	80218	47	0,89	29,0	13,1
80233	80222	32	0,89	23,4	10,5
80235	80196	39	0,82	15,1	8,59
80405	80196	72	0,96	105	28,9
80239	80222	50	0,83	18,5	10,2
80424	80196	72	0,84	23,7	12,8
80442	80196	77	0,80	19,4	11,5

3.3 Проверка временных рядов на однородность

На следующем этапе полученные ряды были проверены на стационарность (по критериям Фишера и Стьюдента). Анализ исходных данных показал, что ряды нестационарны по обоим критериям. На рисунке 3.3 приведен пример по посту Сейм-Рышково.

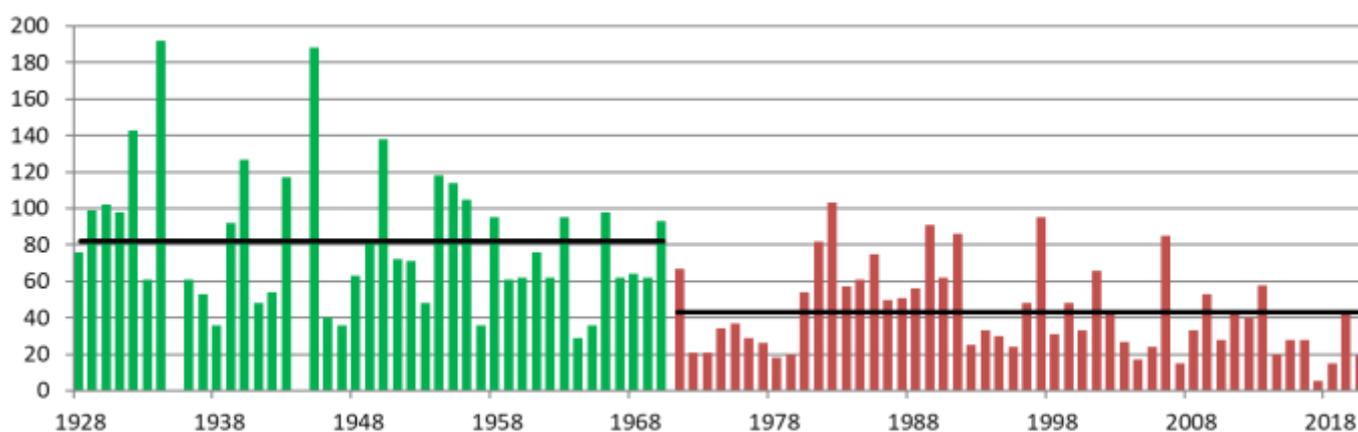


Рисунок 3.3 – Хронологический ряд слоя стока весеннего половодья по гидрологическому посту р. Сейм – пос. Рышково.

Далее были построены совмещенные разностно-интегральные кривые слоев стока по постам.

Их анализ показал, что колебания стока по изученной территории происходят синхронно. Это позволяет принять особенности колебания стока по гидрологическим постам с наиболее продолжительными рядами наблюдений в качестве районных, характерных для всего бассейна.

Результат анализа динамики слоя стока и максимальных расходов весеннего половодья по наиболее продолжительным рядам наблюдений показал, что с 1971 года наблюдается устойчивый тренд к снижению слоя стока, максимальных расходов, а также дисперсии и вариации рядов.

По слоям стока весеннего половодья выделяются два квазистационарных периода – 1944-1970, 1971-2022 (многоводный и маловодный). Однако в рядах максимальных расходов в период 1971-2022 по южным постам также выявлена

неоднородность ряда. Ряды максимальных расходов в южной части бассейна делятся на три стационарных периода: 1944-1970, 1971-1999, 2000-2022.

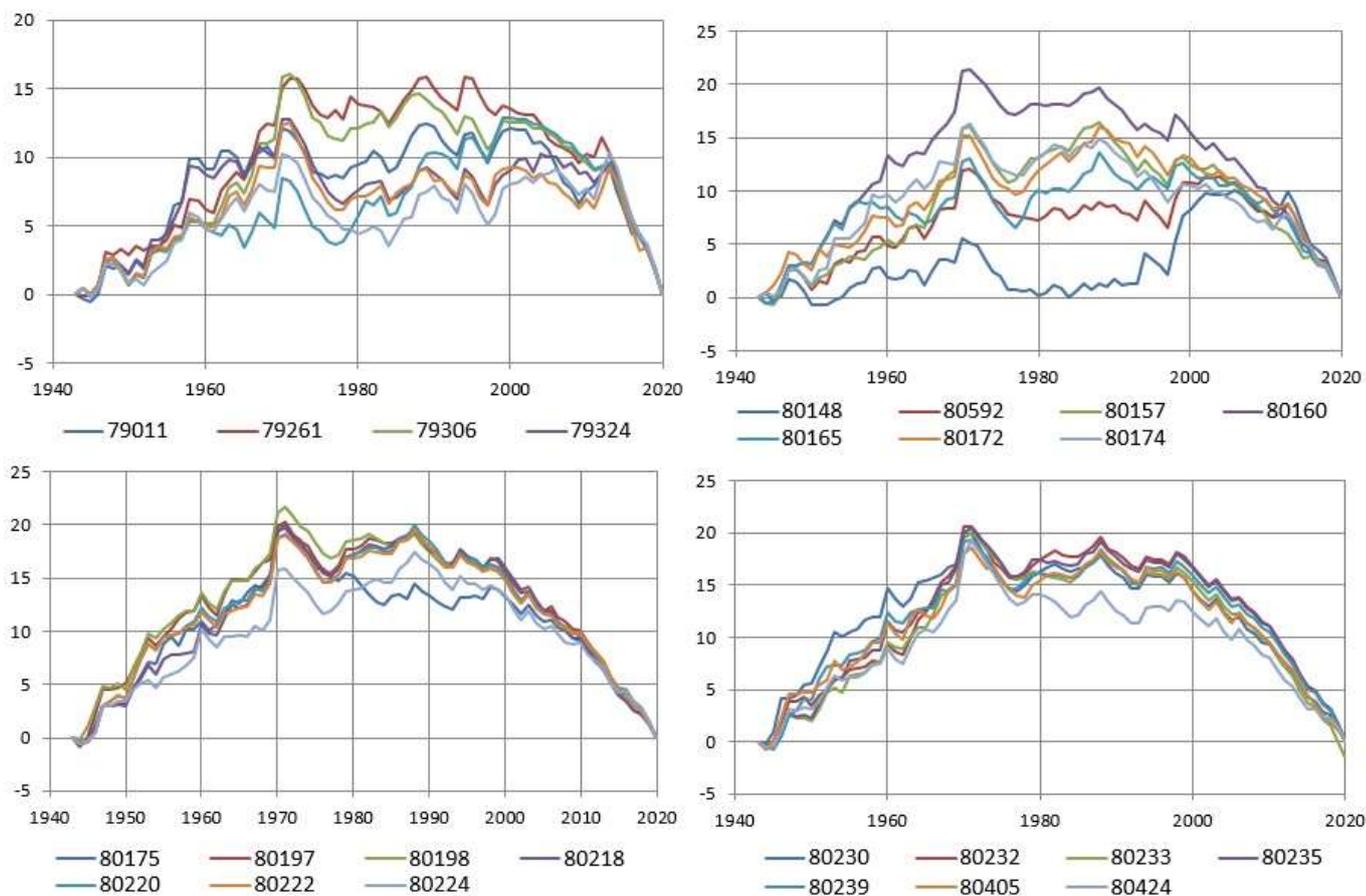


Рисунок 3.4 – Совмещенные разностно-интегральные кривые слоя стока весеннего половодья.

3.4 Сглаживание и экстраполяция рядов максимальных расходов и слоев стока весеннего половодья в соответствии с первым климатическим сценарием

На данном этапе было принято два климатических сценария, описанных в п. 1.5. Построение аналитических кривых было проведено отдельно для разных климатических сценариев.

Поскольку к неоднородным рядам нельзя применять известные аналитические функции распределения ежегодных вероятностей превышения, в соответствии с п. 5.12 и 5.29 СП 33-101-2003 были построены усеченные гамма-распределения с усечением по медианному значению. Также для анализа наиболее оптимального способа аппроксимации эмпирической кривой были построены составные кривые

распределения Крицкого-Менкеля по двум однородным совокупностям 1944-1970, 1971-2022 (рисунок 3.5). Однако результаты проведенной работы показали, что наиболее точно эмпирические значения описываются усеченным гамма-распределением.

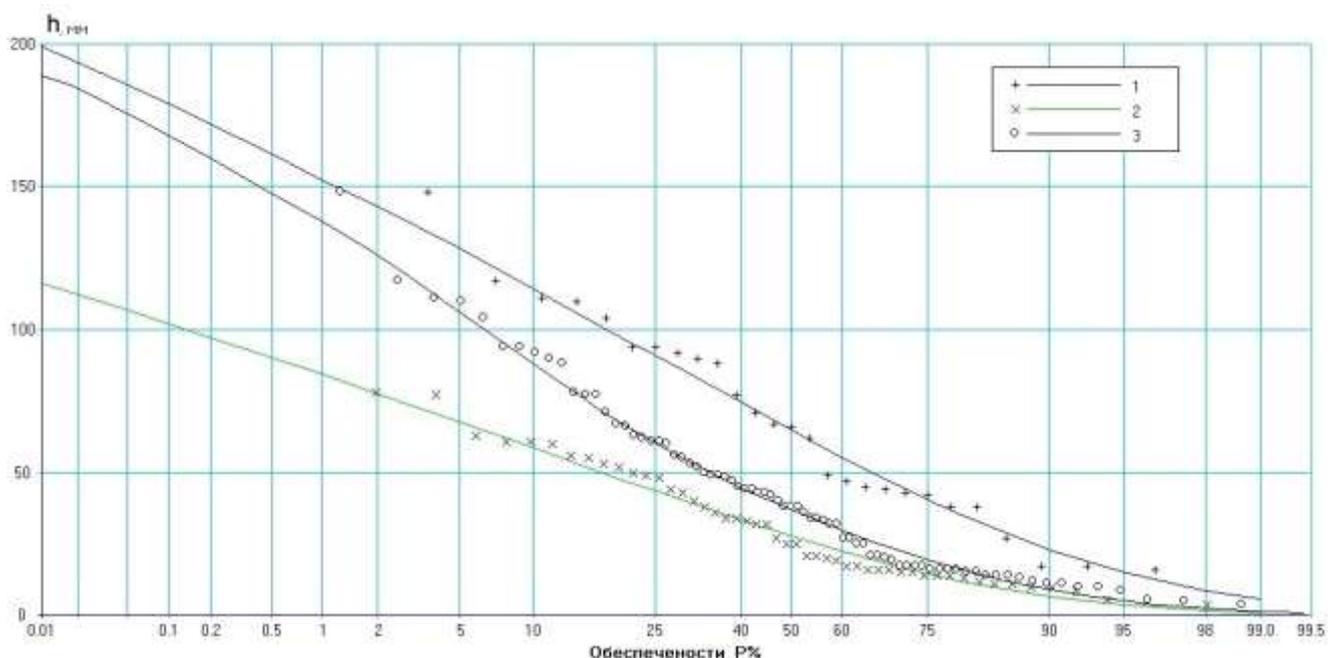


Рисунок 3.5 – Составная кривая обеспеченности слоя стока весеннего половодья по посту р. Сейм – с. Зуевка (1 – 1944-1970, 2 – 1971-2022, 3 – составная).

Результаты обработки временных рядов по слою стока весеннего половодья представлены в таблице 3.7. Результаты обработки временных рядов по максимальным расходам весеннего половодья представлены в таблице 3.8.

Усеченные кривые Крицкого-Менкеля по слоям стока и максимальным расходам весеннего половодья представлены в Приложениях Б и В.

Максимальные расходы и слои стока периода весеннего половодья по первому климатическому сценарию приведены в Приложении Г.

Таблица 3.7 – Слой стока весеннего половодья

код поста	река-пост	Слой стока весеннего половодья, мм			Cv			Cs/Cv		
		1944-1970	1971-2022	средне-взвеш. 1944-2022	1944-1970	1971-2022	средне-взвеш. 1944-	1944-1970	1971-2022	средне-взвеш. 1944-2022
79001	Днепр-Болшево	150	155	153	0,40	0,39	0,39	1,22	-0,02	0,40
79006	Днепр-Дорогобуж	125	116	119	0,36	0,39	0,38	1,70	0,35	0,81
79011	Днепр-Смоленск	132	98	110	0,34	0,36	0,35	2,15	0,12	0,81
79051	Вязьма-Старая	126	86	100	0,38	0,43	0,41	2,39	0,30	1,01
79244	Сож-Ускосы	112	71	85	0,35	0,43	0,40	2,29	0,93	1,39
79261	Хмара-Красиловка	119	83	95	0,34	0,45	0,41	2,78	1,69	2,06
79306	Беседь-Кр-Гора	96	60	72	0,46	0,51	0,49	3,45	0,40	1,44
79324	Ипуть-Ущерпье	110	74	86	0,43	0,52	0,49	1,68	0,84	1,13
79333	Надва-Клетня	103	81	89	0,47	0,51	0,50	2,50	0,94	1,47
79335	Унеча-Лопатни	76	55	62	0,39	0,51	0,47	1,67	0,73	1,05
80113	Десна-Голубея	113	83	93	0,36	0,50	0,45	1,63	0,96	1,19
80118	Десна-Брянск	99	79	86	0,41	0,47	0,45	2,62	1,35	1,78
80148	Болва-Псурь	86	75	79	0,34	0,48	0,43	0,73	2,00	1,57
80592	Болва-Брянск	121	88	99	0,43	0,49	0,47	2,57	1,79	2,06
80157	Навля-Навля	87	56	67	0,42	0,50	0,47	4,06	2,02	2,72
80160	Нерусса-Радогощ	92	45	61	0,41	0,60	0,54	2,44	2,36	2,39
80165	Сев-Новоямское	71	49	57	0,42	0,53	0,49	2,68	1,40	1,84
80172	Судость-Погар	75	48	57	0,45	0,54	0,51	2,27	0,70	1,24
80174	Коста-Глазово	118	71	87	0,50	0,55	0,53	1,89	0,42	0,92
80175	Рожок-Красное	98	52	68	0,46	0,51	0,49	3,09	0,73	1,54
80196	Сейм-Зуевка	68	31	44	0,52	0,65	0,61	0,81	1,02	0,95
80197	Сейм-Лебязье	75	38	51	0,44	0,58	0,53	0,53	1,27	1,02
80198	Сейм-Рышково	82	43	56	0,46	0,58	0,54	1,66	1,50	1,55
80204	Сейм-Рыльск	80	43	56	0,39	0,52	0,48	1,88	1,59	1,69
80218	Рать-Беседино	71	36	48	0,49	0,60	0,56	2,35	1,37	1,70
80220	Тускарь-Свобода	79	44	56	0,44	0,57	0,53	2,90	1,29	1,84
80222	Тускарь-Курск	84	43	57	0,46	0,56	0,53	3,05	1,36	1,94
80224	Снова-Щурово	79	48	59	0,51	0,54	0,53	3,59	1,05	1,92
80230	Реут-Любицкая	76	37	50	0,46	0,57	0,53	1,91	0,93	1,26
80232	Прут-Ширково	82	45	58	0,37	0,48	0,44	2,50	0,99	1,51
80233	Свапа-Локтионово	88	46	60	0,46	0,58	0,54	3,40	1,47	2,13
80235	Свапа-Михайловка	85	45	59	0,42	0,57	0,52	1,93	1,25	1,48
80236	Свапа-Ст. Город	92	47	62	0,40	0,56	0,51	1,70	1,27	1,42
80239	Усожа-Фатеж	81	44	57	0,44	0,56	0,52	3,87	1,35	2,21
80405	Псел-Обоянь	72	39	50	0,47	0,62	0,57	0,85	1,38	1,20
80424	Суджа-Замостье	69	37	48	0,49	0,65	0,60	3,97	1,38	2,27
80442	Ворскла-Козинка	65	34	45	0,54	0,60	0,58	0,51	0,85	0,73

Таблица 3.8 – Максимальные расходы весеннего половодья

код поста	река-пост	Максимальный расход весеннего половодья, м ³ /с			Cv			Cs/Cv		
		1944-1970	1971-2022	средне-взвеш. 1944-2022	1944-1970	1971-2022	средне-взвеш. 1944-2022	1944-1970	1971-2022	средне-взвеш. 1944-2022
79001	Днепр-Болшево	43,3	36,4	38,7	0,41	0,51	0,49	2,45	1,69	2,00
79006	Днепр-Дорогобуж	766	450	558	0,36	0,60	0,53	1,63	1,83	1,80
79011	Днепр-Смоленск	773	433	549	0,38	0,37	0,38	3,16	1,05	1,86
79051	Вязьма-Старая	96,2	41,7	60,4	0,31	0,53	0,46	0,15	0,83	1,01
79244	Сож-Ускосы	443	148	249	0,46	0,62	0,57	0,63	1,61	1,30
79261	Хмара-Красиловка	145	56,1	86,5	0,58	0,60	0,81	1,63	2,37	2,09
79306	Беседь-Кр-Гора	541	169	296	0,51	0,74	0,67	0,26	1,36	1,01
79324	Ипуть-Ущерпье	564	257	362	0,63	0,73	0,71	1,29	1,53	1,49
79333	Надва-Клетня	36,3	22,7	27,3	0,65	0,65	0,66	2,13	1,63	1,86
79335	Унеча-Лопатни	94,7	42,7	60,5	0,50	0,67	0,63	1,61	1,07	1,29
80113	Десна-Голубея	452	240	313	0,60	0,67	0,68	1,12	1,97	1,66
80118	Десна-Брянск	1160	480	713	0,61	0,66	0,66	0,90	2,20	1,76
80148	Болва-Псурь	306	196	234	0,46	0,49	0,49	2,33	0,69	1,31
80592	Болва-Брянск	533	226	331	0,60	0,64	0,64	0,91	1,86	1,57
80157	Навля-Навля	167	73,3	105	0,66	0,74	0,73	2,42	1,62	1,95
80160	Нерусса-Радогощ	138	52,5	81,8	0,71	0,71	0,73	2,26	1,86	2,05
80165	Сев-Новоямское	123	53,7	77,4	0,60	0,91	0,82	1,68	1,92	1,88
80172	Судость-Погар	478	201	295	0,64	0,80	0,76	1,02	1,31	1,24
80174	Коста-Глазово	48,3	18,9	28,9	0,62	0,71	0,70	1,14	1,31	1,28
80175	Рожок-Красное	20,4	9,29	13,1	0,71	0,75	0,75	1,53	1,60	1,61
80196	Сейм-Зуевка	288	99,3	164	0,66	1,00	0,90	1,03	1,57	1,42
80197	Сейм-Лебяжье	446	153	253	0,61	0,89	0,81	0,63	1,66	1,33
80198	Сейм-Рышково	685	226	383	0,67	1,00	0,90	1,01	2,40	1,95
80204	Сейм-Рыльск	1036	378	603	0,64	0,81	0,77	1,39	1,70	1,62
80218	Рать-Беседино	79,8	26,4	44,6	0,71	0,94	0,88	1,63	1,56	1,63
80220	Тускарь-Свобода	216	102	141	0,61	0,97	0,86	1,71	2,33	2,17
80222	Тускарь-Курск	285	114	173	0,68	0,92	0,86	1,50	2,37	2,12
80224	Снова-Щурово	112	64,9	80,8	0,49	0,76	0,68	2,42	0,95	1,52
80230	Реут-Любицкая	122	37,5	66,4	0,80	0,78	0,81	2,24	1,55	1,85
80232	Прут-Ширково	52,2	23,1	33,1	0,47	0,52	0,51	4,24	3,42	3,80
80233	Свапа-Локтионово	65,6	29,1	41,6	0,56	0,64	0,63	2,23	3,11	2,87
80235	Свапа-Михайловка	338	149	213	0,54	0,73	0,68	1,79	2,07	2,03
80236	Свапа-Ст. Город	410	171	253	0,64	0,82	0,78	1,38	1,41	1,43
80239	Усожа-Фатеж	59,2	33,0	41,9	0,51	0,70	0,65	1,00	2,41	1,96
80405	Псел-Обоянь	150	45,4	81,3	0,73	1,01	0,93	1,66	1,96	1,90
80424	Суджа-Замостье	117	43,0	68,3	0,66	1,32	1,11	1,43	2,81	2,38
80442	Ворскла-Козинка	176	51,9	94,2	0,75	1,16	1,03	0,73	2,23	1,75

3.5 Сглаживание и экстраполяция рядов максимальных расходов и слоев стока весеннего половодья в соответствии с вторым климатическим сценарием

Для второго климатического сценария были построены кривые распределения Крицкого-Менкеля за маловодный период (1971-2022 гг.). При выявлении неоднородности ряда строились усеченные кривые распределения Крицкого-Менкеля.

Результаты расчетов слоев стока и максимальных расходов весеннего половодья разной обеспеченности по второму климатическому сценарию (1971-2022 гг) представлены в Приложении Д.

4 РАСЧЕТ МАКСИМАЛЬНЫХ РАСХОДОВ ВЕСЕННЕГО ПОЛОВОДЬЯ ПРИ ОТСУТСТВИИ ДАННЫХ ГИДРОМЕТРИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ

4.1 Оценка районного показателя степени редукции

В соответствии с СП 33-101-2003 [22] расчет максимальных расходов весеннего половодья ($\text{м}^3/\text{с}$) заданной ежегодной вероятностью превышения $P\%$ при отсутствии данных гидрометрических наблюдений производится по формуле:

$$Q_{P\%} = K_0 \cdot h_{P\%} \cdot \mu \cdot \delta \cdot \delta_1 \cdot \delta_2 \cdot F / (F + F_1)^n \quad (4.1)$$

где K_0 – параметр, характеризующий дружность весеннего половодья; рассчитывается как среднее из значений, определенных по данным нескольких рек-аналогов обратным путем из формулы (5.1);

$h_{P\%}$ – расчетный слой суммарного весеннего стока (без срезки грунтового питания), мм, ежегодной вероятности превышения $P\%$; определяют в зависимости от коэффициента вариации C_v и отношения C_s/C_v , а также среднего многолетнего слоя стока h_0 ;

μ – коэффициент, учитывающий неравенство статистических параметров кривых распределения слоев стока и максимальных расходов воды;

$\delta, \delta_1, \delta_2$ – коэффициенты, учитывающие влияние водохранилищ, прудов и проточных озер (δ), залесенности (δ_1) и заболоченности (δ_2) речных водосборов на максимальные расходы воды;

F – площадь водосбора исследуемой реки до расчетного створа, км^2 ;

F_1 – дополнительная площадь, учитывающая снижение интенсивности редукции модуля максимального стока с уменьшением площади водосбора, км^2 ;

n – показатель степени редукции.

Коэффициент δ , учитывающий снижение максимального расхода воды весеннего половодья на реках, зарегулированных проточными озерами, определяется по формуле:

$$\delta = 1/(1 + C \cdot f_{оз}) \quad (4.2)$$

где C – коэффициент, принимаемый равным 0,2 для лесной и лесостепной зон и 0,4 для степной зоны;

$f_{оз}$ – средневзвешенный коэффициент озерности.

Коэффициент δ_1 , учитывающий снижение максимальных расходов воды в залесенных бассейнах, определяется по формуле:

$$\delta_1 = \alpha/(f_l + 1)^{n'} \quad (4.3)$$

где α – коэффициент, учитывающий расположение леса на водосборе (в верхней или нижней части водосбора), а также природную зону (лесная или лесостепная);

f_l – степень залесенности бассейна, %;

n' – коэффициент редукации; устанавливаются по зависимости $q_{max} = f(F_l)$ с учетом преобладающих на водосборе почвогрунтов.

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

$$\delta_2 = 1 - \beta \cdot \lg(0,1f_б + 1) \quad (4.4)$$

где β – коэффициент, определяемый в зависимости от типа болот и механического состава почвогрунтов вокруг болот и заболоченных земель (со слоем торфа не менее 30 см);

$f_б$ – относительная площадь болот, заболоченных лесов и лугов в бассейне реки, %.

При заболоченности менее 3% или проточной средневзвешенной озерности более 6% коэффициент δ_2 принимают равным единице.

Для уточнения районных параметров редукационной формулы были использованы результаты расчетов, выполненных в разделе 3.

Для построения районной редуционной зависимости были использованы данные по 37 постам. Расчет велся по двум климатическим сценариям. Исходные данные для построения редуционной зависимости по первому климатическому сценарию приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Исходные данные для построения редуционной зависимости по первому климатическому сценарию (1944-2022 гг)

№	Река – створ	F , км ²	$q_{1\%}$, л/с·км ²	$h_{1\%}$, мм	$q_{1\%}/h_{1\%}$	$lg(F + 1)$	$lg(q_{1\%}/h_{1\%})$
1	Днепр-Болшево	247	94,1	381	304	2,39	0,10
2	Днепр-Дорогобуж	6390	1439	225	240	3,81	-0,03
3	Днепр-Смоленск	14100	1393	99	216	4,15	-0,34
4	Вязьма-Старая	580	171	295	223	2,76	0,12
5	Сож-Ускосы	2600	930	358	208	3,42	0,24
6	Хмара-Красиловка	534	371	695	223	2,73	0,49
7	Беседь-Кр-Гора	4080	1220	299	191	3,61	0,19
8	Ипуть-Ущерпье	8210	1366	166	208	3,91	-0,10
9	Надва-Клетня	233	87,5	376	221	2,37	0,23
10	Унеча-Лопатни	1180	197	167	146	3,07	0,06
11	Десна-Голубея	4770	1094	229	206	3,68	0,05
12	Десна-Брянск	13700	2810	205	211	4,14	-0,01
13	Болва-Псурь	3210	588	183	176	3,51	0,02
14	Болва-Брянск	4340	1275	294	244	3,64	0,08
15	Навля-Навля	1560	406	260	168	3,19	0,19
16	Нерусса-Радогощ	1020	355	348	177	3,01	0,29
17	Сев-Новоямское	1150	312	271	144	3,06	0,28
18	Судость-Погар	5180	1196	231	148	3,71	0,19
19	Коста-Глазово	150	116	773	239	2,18	0,51
20	Рожок-Красное	60,0	54,3	905	200	1,79	0,66
21	Сейм-Зуевка	2320	676	291	141	3,37	0,32
22	Сейм-Лебяжье	4870	1110	228	129	3,69	0,25
23	Сейм-Рышково	7460	1874	251	147	3,87	0,23
24	Сейм-Рыльск	18100	2615	144	148	4,26	-0,01
25	Рать-Беседино	630	213	338	145	2,80	0,37
26	Тускарь-Свобода	1690	560	331	153	3,23	0,34
27	Тускарь-Курск	2380	784	329	155	3,38	0,33
28	Снова-Щурово	781	236	302	162	2,89	0,27
29	Реут-Любицкая	960	326	340	141	2,98	0,38
30	Прут-Ширково	530	104	196	142	2,73	0,14
31	Свапа-Локтионово	419	153	365	180	2,62	0,31
32	Свапа-Михайловка	2800	771	275	168	3,45	0,21
33	Свапа-Старый Город	3690	1036	281	168	3,57	0,22
34	Усожа-Фатеж	1100	137	125	162	3,04	-0,11
35	Псел-Обоянь	364	410	1126	144	2,56	0,89
36	Суджа-Замостье	972	327	336	145	2,99	0,37
37	Ворскла-Козинка	1870	294	157	131	3,27	0,08

По данным таблицы 4.1 построен график зависимости $lg(q_{1\%}/h_{1\%}) = f(lg(F + 1))$ (рисунок 4.1).

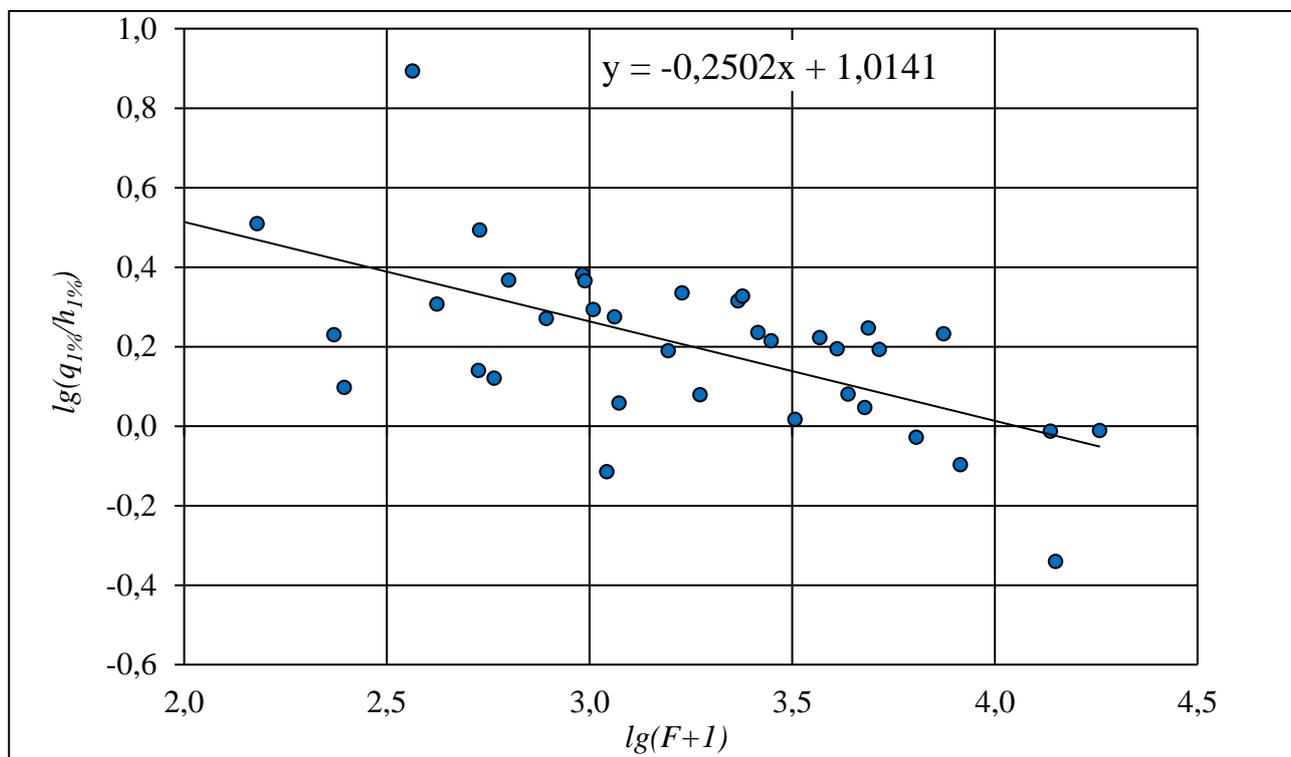


Рисунок 4.1 – Районная редуционная зависимость для рек района исследований по первому климатическому сценарию (1944-2022 гг)

Показатель степени редукиции для рассматриваемого района по первому климатическому сценарию составляет $n = 0,25$ (совпадает с данными РПВ).

Исходные данные для построения редукионной зависимости по второму климатическому сценарию приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Исходные данные для построения редукионной зависимости по второму климатическому сценарию (1971-2022 гг)

№	Река – створ	F , км ²	$q_{1\%}$, л/с·км ²	$h_{1\%}$, мм	$q_{1\%}/h_{1\%}$	$lg(F + 1)$	$lg(q_{1\%}/h_{1\%})$
1	Днепр-Болшево	247	377	286	1,32	2,39	0,12
2	Днепр-Дорогобуж	6390	206	231	0,89	3,81	-0,05
3	Днепр-Смоленск	14100	58	179	0,32	4,15	-0,49
4	Вязьма-Старая	580	183	178	1,03	2,76	0,01
5	Сож-Ускосы	2600	165	152	1,09	3,42	0,04
6	Хмара-Красилровка	534	472	191	2,47	2,73	0,39
7	Беседь-Кр-Гора	4080	134	136	0,99	3,61	-0,01
8	Ипать-Ущерпье	8210	103	173	0,60	3,91	-0,22
9	Надва-Клетня	233	295	193	1,53	2,37	0,18

№	Река – створ	F , км ²	$q_{1\%}$, л/с·км ²	$h_{1\%}$, мм	$q_{1\%}/h_{1\%}$	$lg(F + 1)$	$lg(q_{1\%}/h_{1\%})$
10	Унеча-Лопатни	1180	112	125	0,89	3,07	-0,05
11	Десна-Голубея	4770	170	193	0,88	3,68	-0,06
12	Десна-Брянск	13700	115	184	0,63	4,14	-0,20
13	Болва-Псурь	3210	136	187	0,73	3,51	-0,14
14	Болва-Брянск	4340	160	218	0,74	3,64	-0,13
15	Навля-Навля	1560	161	144	1,12	3,19	0,05
16	Нерусса-Радогощ	1020	176	139	1,27	3,01	0,10
17	Сев-Новоямское	1150	204	126	1,62	3,06	0,21
18	Судость-Погар	5180	134	112	1,20	3,71	0,08
19	Коста-Глазово	150	393	161	2,44	2,18	0,39
20	Рожок-Красное	60,0	528	139	3,80	1,79	0,58
21	Сейм-Зуевка	2320	194	86	2,26	3,37	0,35
22	Сейм-Лебяжье	4870	129	94	1,37	3,69	0,14
23	Сейм-Рышково	7460	155	98	1,58	3,87	0,20
24	Сейм-Рыльск	18100	79	109	0,72	4,26	-0,14
25	Рать-Беседино	630	179	100	1,79	2,80	0,25
26	Тускарь-Свобода	1690	294	115	2,56	3,23	0,41
27	Тускарь-Курск	2380	224	115	1,95	3,38	0,29
28	Снова-Щурово	781	257	118	2,18	2,89	0,34
29	Реут-Любичская	960	139	94	1,47	2,98	0,17
30	Прут-Ширково	530	127	103	1,24	2,73	0,09
31	Свапа-Локтионово	419	239	125	1,91	2,62	0,28
32	Свапа-Михайловка	2800	190	118	1,61	3,45	0,21
33	Свапа-Старый Город	3690	169	124	1,37	3,57	0,14
34	Усожа-Фатеж	1100	108	116	0,93	3,04	-0,03
35	Псел-Обоянь	364	569	110	5,17	2,56	0,71
36	Суджа-Замостье	972	300	110	2,73	2,99	0,44
37	Ворскла-Козинка	1870	159	86	1,85	3,27	0,27

По данным таблицы 4.2 построен график зависимости $lg(q_{1\%}/h_{1\%}) = f(lg(F + 1))$ (рисунок 4.2).

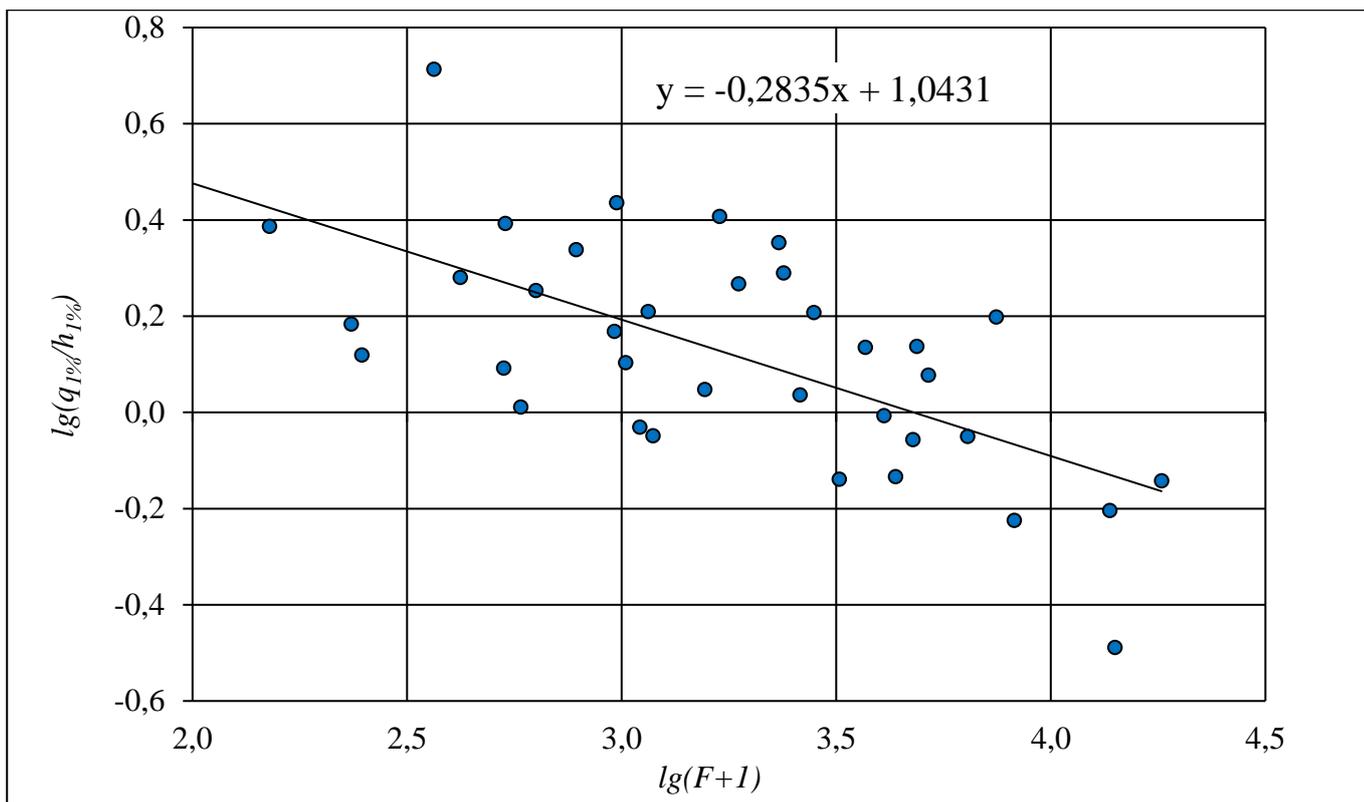


Рисунок 4.2 – Районная редуционная зависимость для рек района исследований по второму климатическому сценарию (1971-2022 гг)

Показатель степени редукиции для рассматриваемого района по второму климатическому сценарию составляет $n = 0,28$ (отличается от данных РПВ).

4.2 Расчет коэффициента дружности весеннего половодья

Для рек района исследований выполнен расчет коэффициента K_0 обратным путем из редукионной формулы 4.1. Результаты расчета по первому климатическому сценарию представлены в таблице 4.3. Результаты расчета по второму климатическому сценарию представлены в таблице 4.4.

Таблица 4.3 – Расчет коэффициента K_0 для рек района исследований по первому климатическому сценарию ($n = 0,25$; $F_1 = 1$; $n' = 0,16$, $\beta = 0,7$)

Река – створ	F , км ²	$Q_{1\%}$, м ³ /с	$h_{1\%}$, мм	$f_{оз}$, %	$f_{л}$, %	$f_{заб}$, %	δ	δ_1	δ_2	K_0
Днепр-Болшево	247	94,1	304	<1	56	4	1	0,41	0,90	0,0135
Днепр-Дорогобуж	6390	1439	240	<1	41	3	1	0,44	0,92	0,0207
Днепр-Смоленск	14100	1393	216	<1	36	5	1	0,45	0,88	0,0126
Вязьма-Старая	580	171	223	<1	31	6	1	0,47	0,86	0,0162
Сож-Ускосы	2600	930	208	<1	8	7	1	0,62	0,84	0,0237
Хмара-Красиловка	534	371	223	<1	20	9	1	0,51	0,80	0,0364
Беседь-Кр-Гора	4080	1220	191	<1	20	8	1	0,51	0,82	0,0298
Ипуть-Ущерпье	8210	1366	208	<1	29	7	1	0,47	0,84	0,0192
Надва-Клетня	233	87,5	221	<1	62	2	1	0,40	0,94	0,0175
Унеча-Лопатни	1180	197	146	<1	33	9	1	0,46	0,80	0,0181
Десна-Голубея	4770	1094	206	<1	27	1	1	0,48	1	0,0193
Десна-Брянск	13700	2810	211	<1	40	1	1	0,44	1	0,0238
Болва-Псурь	3210	588	176	<1	44	1	1	0,43	1	0,0181
Болва-Брянск	4340	1275	244	<1	42	<1	1	0,44	1	0,0224
Навля-Навля	1560	406	168	<1	15	3	1	0,54	0,92	0,0195
Нерусса-Радогощ	1020	355	177	<1	23	<1	1	0,50	1	0,0224
Сев-Новоямское	1150	312	144	<1	13	3	1	0,66	0,92	0,0182
Судость-Погар	5180	1196	148	<1	16	6	1	0,64	0,86	0,0243
Коста-Глазово	150	116	239	<1	<1	4	1	1,00	0,90	0,0126
Рожок-Красное	60	54,3	200	0	8	<1	1	0,70	1	0,0180
Сейм-Зуевка	2320	676	141	<1	2	<1	1	0,84	1	0,0171
Сейм-Лебяжье	4870	1110	129	<1	4	<1	1	0,77	1	0,0191
Сейм-Рышково	7460	1874	147	<1	5	<1	1	0,75	1	0,0212
Сейм-Рыльск	18100	2615	148	<1	8	1	1	0,70	1	0,0161
Рать-Беседино	630	213	145	<1	6	0	1	0,73	1	0,0160
Тускарь-Свобода	1690	560	153	<1	4	<1	1	0,77	1	0,0180
Тускарь-Курск	2380	784	155	<1	5	<1	1	0,75	1	0,0198
Снова-Щурово	781	236	162	<1	4	<1	1	0,77	1	0,0128
Реут-Любицкая	960	326	141	<1	6	<1	1	0,73	1	0,0183
Прут-Ширково	530	104	142	3	14	<1	0,63	0,65	1	0,0164
Свапа-Локтионово	419	153	180	<1	6	<1	1	0,73	1	0,0125
Свапа-Михайловка	2800	771	168	<1	8	1	1	0,70	1	0,0169
Свапа-Старый Город	3690	1036	168	<1	11	2	1	0,67	0,94	0,0205
Усожа-Фатеж	1100	137	162	<1	7	<1	1	0,72	1	0,0062
Псел-Обоянь	364	410	144	<1	4	<1	1	0,77	1	0,0442
Суджа-Замостье	972	327	145	<1	5	1	1	0,75	1	0,0173
Ворскла-Козинка	1870	294	131	<1	7	<1	1	0,72	1	0,0110
Среднее значение										0,0192
Минимальное значение										0,0062
Максимальное значение										0,0442

Таблица 4.4 – Расчет коэффициента K_0 для рек района исследований по второму климатическому сценарию ($n = 0,28$; $F_1 = 1$; $n' = 0,16$, $\beta = 0,7$)

Река – створ	F , км ²	$Q_{1\%}$, м ³ /с	$h_{1\%}$, мм	$f_{оз}$, %	$f_{л}$, %	$f_{заб}$, %	δ	δ_1	δ_2	K_0
Днепр-Болшево	247	93,0	286	<1	56	4	1	0,41	0,90	0,0167
Днепр-Дорогобуж	6390	1317	231	<1	41	3	1	0,44	0,92	0,0257
Днепр-Смоленск	14100	820	179	<1	36	5	1	0,45	0,88	0,0119
Вязьма-Старая	580	106	178	<1	31	6	1	0,47	0,86	0,0153
Сож-Ускосы	2600	430	152	<1	8	7	1	0,62	0,84	0,0190
Хмара-Красилровка	534	252	191	<1	20	9	1	0,51	0,80	0,0348
Беседь-Кр-Гора	4080	547	136	<1	20	8	1	0,51	0,82	0,0241
Ипуть-Ущерпье	8210	847	173	<1	29	7	1	0,47	0,84	0,0187
Надва-Клетня	233	68,7	193	<1	62	2	1	0,40	0,94	0,0185
Унеча-Лопатни	1180	132	125	<1	33	9	1	0,46	0,80	0,0175
Десна-Голубея	4770	809	193	<1	27	1	1	0,48	1	0,0196
Десна-Брянск	13700	1577	184	<1	40	1	1	0,44	1	0,0204
Болва-Псурь	3210	436	187	<1	44	1	1	0,43	1	0,0161
Болва-Брянск	4340	696	218	<1	42	<1	1	0,44	1	0,0176
Навля-Навля	1560	251	144	<1	15	3	1	0,54	0,92	0,0175
Нерусса-Радогощ	1020	180	139	<1	23	<1	1	0,50	1	0,0178
Сев-Новоямское	1150	235	126	<1	13	3	1	0,66	0,92	0,0193
Судость-Погар	5180	694	112	<1	16	6	1	0,64	0,86	0,0241
Коста-Глазово	150	58,9	161	<1	<1	4	1	1,00	0,90	0,0111
Рожок-Красное	60	31,7	139	0	8	<1	1	0,70	1	0,0171
Сейм-Зуевка	2320	450	86	<1	2	<1	1	0,84	1	0,0235
Сейм-Лебяжье	4870	628	94	<1	4	<1	1	0,77	1	0,0191
Сейм-Рышково	7460	1155	98	<1	5	<1	1	0,75	1	0,0256
Сейм-Рыльск	18100	1424	109	<1	8	1	1	0,70	1	0,0160
Рать-Беседино	630	113	100	<1	6	0	1	0,73	1	0,0149
Тускарь-Свобода	1690	497	115	<1	4	<1	1	0,77	1	0,0265
Тускарь-Курск	2380	534	115	<1	5	<1	1	0,75	1	0,0229
Снова-Щурово	781	201	118	<1	4	<1	1	0,77	1	0,0182
Реут-Любичская	960	133	94	<1	6	<1	1	0,73	1	0,0138
Прут-Ширково	530	67,5	103	3	14	<1	0,63	0,65	1	0,0177
Свапа-Локтионово	419	100	125	<1	6	<1	1	0,73	1	0,0141
Свапа-Михайловка	2800	533	118	<1	8	1	1	0,70	1	0,0212
Свапа-Старый Город	3690	625	124	<1	11	2	1	0,67	0,94	0,0215
Усожа-Фатеж	1100	119	116	<1	7	<1	1	0,72	1	0,0092
Псел-Обоянь	364	207	110	<1	4	<1	1	0,77	1	0,0349
Суджа-Замостье	972	292	110	<1	5	1	1	0,75	1	0,0250
Ворскла-Козинка	1870	298	86	<1	7	<1	1	0,72	1	0,0213
Среднее значение										0,0197
Минимальное значение										0,0092
Максимальное значение										0,0349

4.3 Расчет переходных коэффициентов μ от обеспеченности 1% к другим обеспеченностям

Расчет переходных коэффициентов μ ежегодной вероятностью превышения $P\%$ выполнен по формуле:

$$\mu_{P\%} = \frac{q_{P\%} h_{1\%}}{h_{P\%} q_{1\%}} \quad (4.5)$$

Результаты расчетов по первому климатическому сценарию приведены в таблице 4.5. Результаты расчетов по второму климатическому сценарию приведены в таблице 4.6.

Таблица 4.5 – Расчет переходных коэффициентов μ ежегодной вероятностью превышения $P\%$ для рек района исследований по первому климатическому сценарию

№	Река – пост	Обеспеченность, $P\%$									
		0,1	1	2	5	10	20	25	30	40	50
1	Днепр-Болшево	1,07	1,00	0,97	0,94	0,89	0,85	0,83	0,81	0,77	0,74
2	Днепр-Дорогобуж	1,06	1,00	0,97	0,94	0,90	0,86	0,84	0,82	0,79	0,76
3	Днепр-Смоленск	1,07	1,00	0,97	0,93	0,89	0,83	0,82	0,79	0,75	0,72
4	Вязьма-Старая	1,07	1,00	0,97	0,93	0,90	0,84	0,82	0,79	0,76	0,72
5	Сож-Ускосы	1,11	1,00	0,96	0,89	0,82	0,74	0,70	0,67	0,62	0,56
6	Хмара-Красиловка	1,15	1,00	0,93	0,84	0,75	0,64	0,60	0,55	0,48	0,42
7	Беседь-Кр-Гора	1,11	1,00	0,95	0,88	0,82	0,73	0,70	0,67	0,61	0,55
8	Ипуть-Ущерпье	1,13	1,00	0,95	0,87	0,80	0,70	0,66	0,63	0,57	0,51
9	Надва-Клетня	1,07	1,00	0,97	0,93	0,89	0,83	0,80	0,78	0,74	0,70
10	Унеча-Лопатни	1,10	1,00	0,97	0,91	0,86	0,78	0,75	0,72	0,68	0,63
11	Десна-Голубея	1,13	1,00	0,95	0,87	0,80	0,71	0,67	0,63	0,58	0,52
12	Десна-Брянск	1,13	1,00	0,94	0,86	0,78	0,68	0,64	0,60	0,54	0,48
13	Болва-Псурь	1,02	1,00	0,99	0,98	0,97	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91
14	Болва-Брянск	1,12	1,00	0,95	0,88	0,81	0,71	0,67	0,64	0,58	0,52
15	Навля-Навля	1,11	1,00	0,95	0,88	0,81	0,72	0,68	0,65	0,60	0,53
16	Нерусса-Радогощ	1,12	1,00	0,94	0,88	0,80	0,70	0,66	0,62	0,56	0,49
17	Сев-Новоямское	1,11	1,00	0,95	0,88	0,80	0,71	0,68	0,64	0,58	0,52
18	Судость-Погар	1,13	1,00	0,95	0,87	0,79	0,70	0,65	0,62	0,56	0,49
Среднее по лесной зоне		1,10	1,00	0,96	0,90	0,84	0,76	0,73	0,70	0,65	0,60
19	Коста-Глазово	1,11	1,00	0,95	0,88	0,82	0,73	0,69	0,66	0,60	0,54
20	Рожок-Красное	1,09	1,00	0,95	0,90	0,83	0,74	0,71	0,67	0,62	0,56
21	Сейм-Зуевка	1,09	1,00	0,94	0,89	0,82	0,74	0,70	0,66	0,61	0,55
22	Сейм-Лебяжье	1,13	1,00	0,93	0,86	0,77	0,66	0,63	0,58	0,52	0,44
23	Сейм-Рышково	1,14	1,00	0,94	0,85	0,76	0,64	0,60	0,56	0,48	0,41
24	Сейм-Рыльск	1,13	1,00	0,93	0,85	0,77	0,66	0,62	0,59	0,51	0,45
25	Рать-Беседино	1,12	1,00	0,93	0,86	0,78	0,68	0,64	0,59	0,52	0,46
26	Тускарь-Свобода	1,11	1,00	0,95	0,89	0,83	0,75	0,71	0,67	0,62	0,56
27	Тускарь-Курск	1,14	1,00	0,93	0,86	0,77	0,66	0,62	0,57	0,51	0,43
28	Снова-Щурово	0,99	1,00	1,00	1,00	1,01	1,02	1,02	1,02	1,03	1,04
29	Реут-Любицкая	1,17	1,00	0,94	0,85	0,74	0,62	0,57	0,53	0,45	0,38

№	Река – пост	Обеспеченность, P%									
		0,1	1	2	5	10	20	25	30	40	50
30	Прут-Ширково	1,07	1,00	0,97	0,93	0,88	0,81	0,79	0,78	0,73	0,69
31	Свапа-Локтионово	1,06	1,00	0,97	0,94	0,88	0,83	0,81	0,78	0,74	0,70
32	Свапа-Михайловка	1,07	1,00	0,97	0,93	0,88	0,82	0,79	0,76	0,72	0,68
33	Свапа-Старый Город	1,10	1,00	0,95	0,89	0,82	0,73	0,69	0,66	0,61	0,54
34	Усожа-Фатеж	1,04	1,00	0,97	0,94	0,91	0,87	0,85	0,84	0,81	0,78
35	Псел-Обоянь	1,18	1,00	0,92	0,83	0,73	0,60	0,54	0,50	0,43	0,36
36	Суджа-Замостье	1,14	1,00	0,93	0,86	0,77	0,66	0,62	0,59	0,51	0,45
37	Ворскла-Козинка	1,21	1,00	0,94	0,87	0,75	0,62	0,56	0,51	0,43	0,36
Среднее по лесостепной зоне		1,11	1,00	0,95	0,89	0,82	0,73	0,69	0,66	0,60	0,55

Таблица 4.6 – Расчет переходных коэффициентов μ ежегодной вероятностью превышения P% для рек района исследований по второму климатическому сценарию

№	Река – пост	Обеспеченность, P%									
		0,1	1	2	5	10	20	25	30	40	50
1	Днепр-Болшево	1,16	1,00	0,95	0,88	0,82	0,75	0,73	0,71	0,68	0,66
2	Днепр-Дорогобуж	1,12	1,00	0,95	0,88	0,81	0,74	0,70	0,68	0,62	0,58
3	Днепр-Смоленск	1,03	1,00	0,99	0,97	0,96	0,95	0,95	0,94	0,94	0,94
4	Вязьма-Старая	1,05	1,00	0,97	0,94	0,90	0,84	0,82	0,80	0,75	0,71
5	Сож-Ускосы	1,11	1,00	0,96	0,90	0,85	0,78	0,76	0,74	0,71	0,67
6	Хмара-Красиловка	1,30	1,00	0,90	0,77	0,67	0,57	0,53	0,50	0,44	0,40
7	Беседь-Кр-Гора	1,09	1,00	0,96	0,90	0,85	0,77	0,74	0,71	0,66	0,61
8	Ипуть-Ущерпье	1,13	1,00	0,95	0,89	0,83	0,76	0,73	0,71	0,67	0,63
9	Надва-Клетня	1,11	1,00	0,96	0,91	0,86	0,81	0,78	0,78	0,75	0,72
10	Унеча-Лопатни	0,96	1,00	0,91	0,87	0,85	0,80	0,78	0,76	0,72	0,68
11	Десна-Голубея	1,17	1,00	0,93	0,85	0,79	0,72	0,69	0,67	0,64	0,61
12	Десна-Брянск	1,13	1,00	0,95	0,88	0,82	0,74	0,71	0,69	0,64	0,59
13	Болва-Псурь	0,89	1,00	1,04	1,09	1,13	1,17	1,18	1,19	1,19	1,18
14	Болва-Брянск	1,06	1,00	0,97	0,94	0,90	0,85	0,83	0,82	0,79	0,76
15	Навля-Навля	1,04	1,00	0,98	0,94	0,90	0,83	0,80	0,78	0,73	0,68
16	Нерусса-Радогощ	0,97	1,00	1,00	1,00	0,99	0,96	0,94	0,92	0,90	0,86
17	Сев-Новоямское	1,22	1,00	0,91	0,82	0,73	0,63	0,60	0,57	0,51	0,47
18	Судость-Погар	1,12	1,00	0,95	0,89	0,83	0,75	0,72	0,69	0,64	0,58
Среднее по лесной зоне		1,09	1,00	0,96	0,91	0,86	0,80	0,78	0,76	0,72	0,69
19	Коста-Глазово	1,13	1,00	0,95	0,88	0,83	0,76	0,73	0,71	0,67	0,64
20	Рожок-Красное	1,06	1,00	0,98	0,95	0,91	0,85	0,82	0,81	0,76	0,71
21	Сейм-Зуевка	1,20	1,00	0,93	0,83	0,75	0,66	0,62	0,58	0,53	0,48
22	Сейм-Лебяжье	1,16	1,00	0,94	0,86	0,79	0,70	0,67	0,64	0,59	0,54
23	Сейм-Рышково	1,37	1,00	0,89	0,75	0,65	0,55	0,51	0,49	0,44	0,40
24	Сейм-Рыльск	1,11	1,00	0,96	0,89	0,83	0,75	0,72	0,69	0,64	0,59
25	Рать-Беседино	1,14	1,00	0,94	0,87	0,80	0,71	0,67	0,64	0,57	0,52
26	Тускарь-Свобода	1,37	1,00	0,89	0,75	0,65	0,55	0,52	0,49	0,45	0,41
27	Тускарь-Курск	1,29	1,00	0,90	0,78	0,69	0,59	0,55	0,53	0,48	0,43
28	Снова-Щурово	1,01	1,00	0,99	0,98	0,95	0,90	0,87	0,85	0,79	0,72
29	Реут-Любицкая	1,14	1,00	0,95	0,88	0,82	0,75	0,72	0,70	0,66	0,62
30	Прут-Ширково	1,29	1,00	0,92	0,84	0,79	0,74	0,73	0,72	0,72	0,72
31	Свапа-Локтионово	1,27	1,00	0,93	0,85	0,79	0,75	0,74	0,73	0,72	0,72

№	Река – пост	Обеспеченность, $P\%$									
		0,1	1	2	5	10	20	25	30	40	50
32	Свапа-Михайловка	1,18	1,00	0,94	0,86	0,80	0,74	0,72	0,70	0,67	0,65
33	Свапа-Старый Город	1,08	1,00	0,97	0,92	0,86	0,79	0,76	0,73	0,68	0,62
34	Усожа-Фатеж	1,23	1,00	0,93	0,85	0,78	0,72	0,70	0,69	0,66	0,65
35	Псел-Обоянь	1,15	1,00	0,93	0,85	0,77	0,69	0,65	0,62	0,56	0,51
36	Суджа-Замостье	1,64	1,00	0,84	0,65	0,53	0,41	0,38	0,35	0,30	0,27
37	Ворскла-Козинка	1,52	1,00	0,85	0,69	0,56	0,44	0,41	0,37	0,33	0,30
Среднее по лесостепной зоне		1,23	1,00	0,93	0,84	0,76	0,68	0,65	0,63	0,59	0,55

Полученные значения коэффициентов μ в диапазоне обеспеченностей от 0,1 % до 50 % значительно отличаются от коэффициентов, представленных в СНиП 2.01.14-83 (таблица 9 Пособия по определению расчетных гидрологических характеристик) [17].

Таблица 4.7 – Значения коэффициента μ по данным СНиП 2.01.14-83

Природная зона	Обеспеченность, $P\%$						
	0,1	1	3	5	10	25	50
Тундры и лесная	1,02	1,00	0,97	0,96	0,93	0,90	0,86
Лесостепная	1,04	1,00	0,96	0,93	0,89	0,80	0,72

Таблица 4.8 – Сравнение полученного коэффициента μ с данными СНиП 2.01.14-83

Обеспеченность, %	0,1	1	2	5	10	20	25	30	40	50
Зона лесная										
по первому климатическому сценарию	1,10	1,00	0,96	0,90	0,84	0,76	0,73	0,70	0,65	0,60
по второму климатическому сценарию	1,09	1,00	0,96	0,91	0,86	0,80	0,78	0,76	0,72	0,69
СНиП 2.01.14-83	1,02	1,00	-	0,96	0,93	-	0,90	-	-	0,86
Зона лесостепная										
по первому климатическому сценарию	1,11	1,00	0,95	0,89	0,82	0,73	0,69	0,66	0,60	0,55
по второму климатическому сценарию	1,23	1,00	0,93	0,84	0,76	0,68	0,65	0,63	0,59	0,55
СНиП 2.01.14-83	1,04	1,00	-	0,93	0,89	-	0,80	-	-	0,72

4.4 Пространственное обобщение и картографирование полученных результатов

Далее было произведено картографирование и пространственная интерполяция полученных характеристик стока половодья. Значения характеристик для картографирования представлены в таблицах 3.7, 3.8.

Для проведения картографирования были использованы средства программного комплекса QGIS.

Пространственная интерполяция средневзвешенного слоя стока, C_v выполнена с помощью построения изолиний.

Для первого климатического сценария для пространственной интерполяции использовались средневзвешенные значения слоя стока, C_v и C_s/C_v за весь период наблюдений (1944-1970, 1971-2022).

Районирование характеристик C_s/C_v выполнено методом кластеризации в программе STATISTICA.

С помощью кластерного анализа было выполнено деление территории на 5 кластеров по значению C_s/C_v для первого климатического сценария на 4 кластера по значению C_s/C_v для второго климатического сценария.

Полученные карты пространственной интерполяции можно использовать для оценки параметров максимального стока весеннего половодья по неизученным водотокам бассейна реки Днепр, поскольку они являются актуальными, построенными по продолжительному ряду наблюдений с учетом требований СП 33-101-2003.

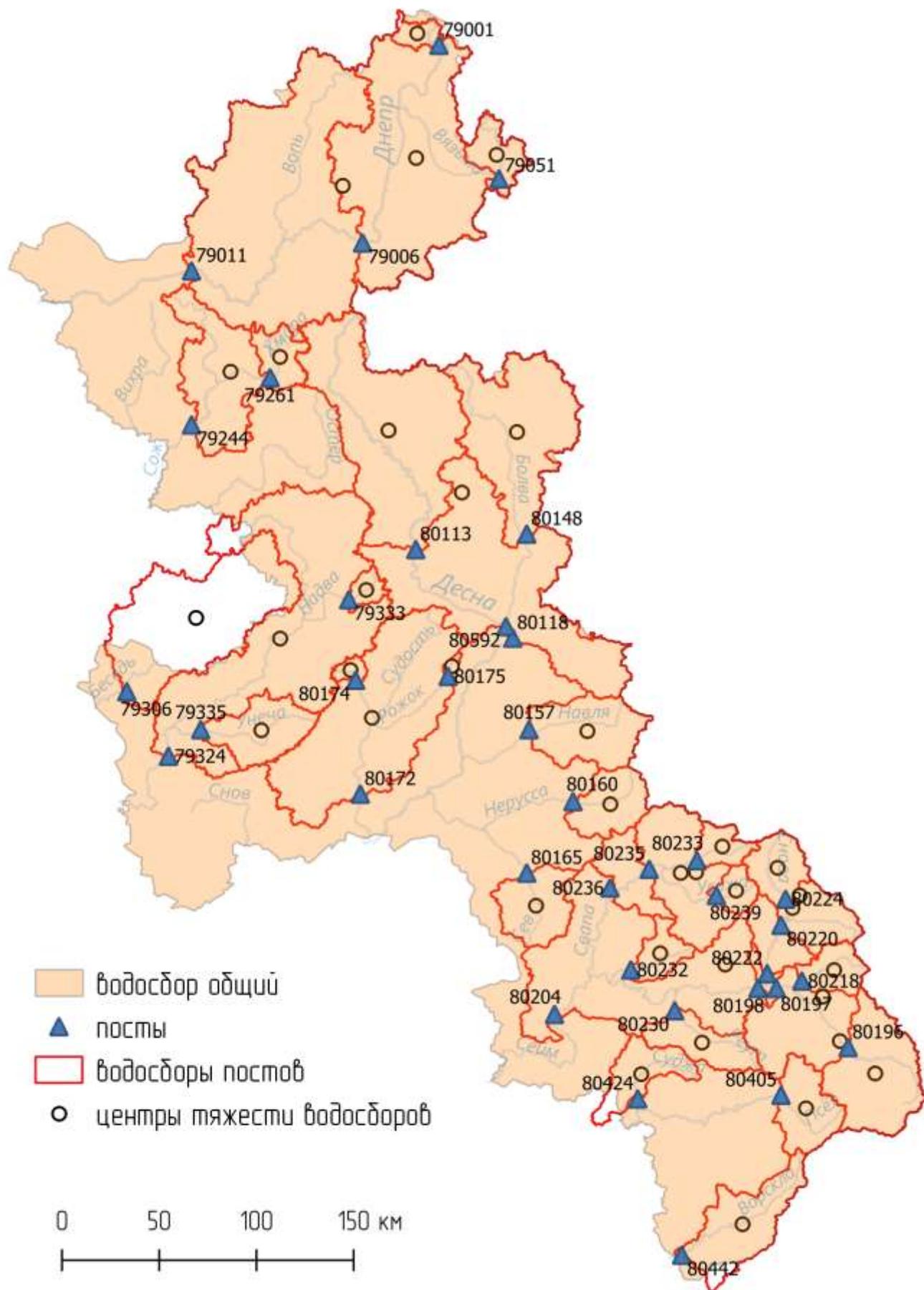


Рисунок 4.1 – Схема расположения водосборов и их центров тяжести.

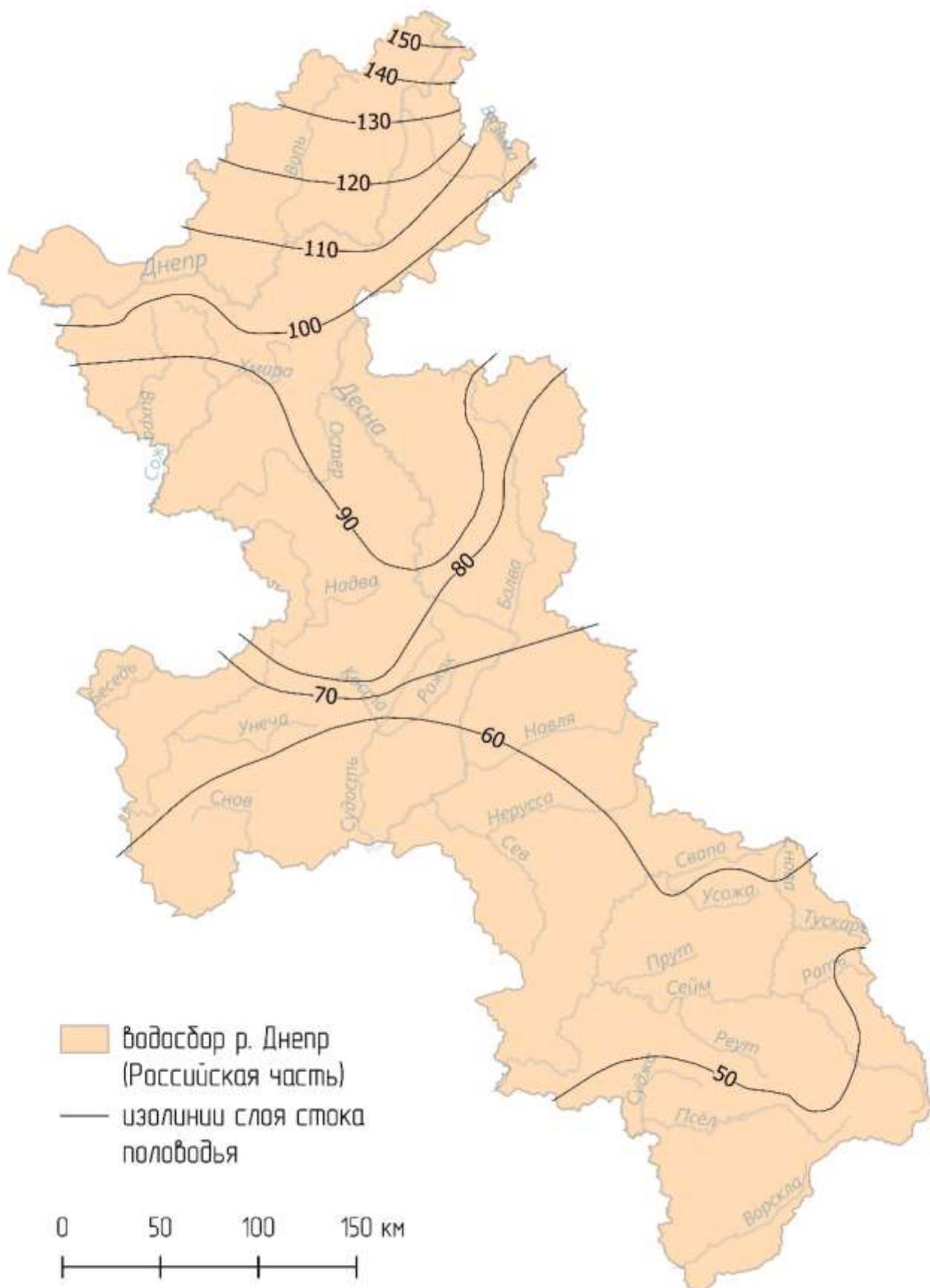


Рисунок 4.2 – Средний (средневзвешенный) слой стока весеннего половодья бассейна р. Днепр по первому климатическому сценарию (1944-2022 гг.).

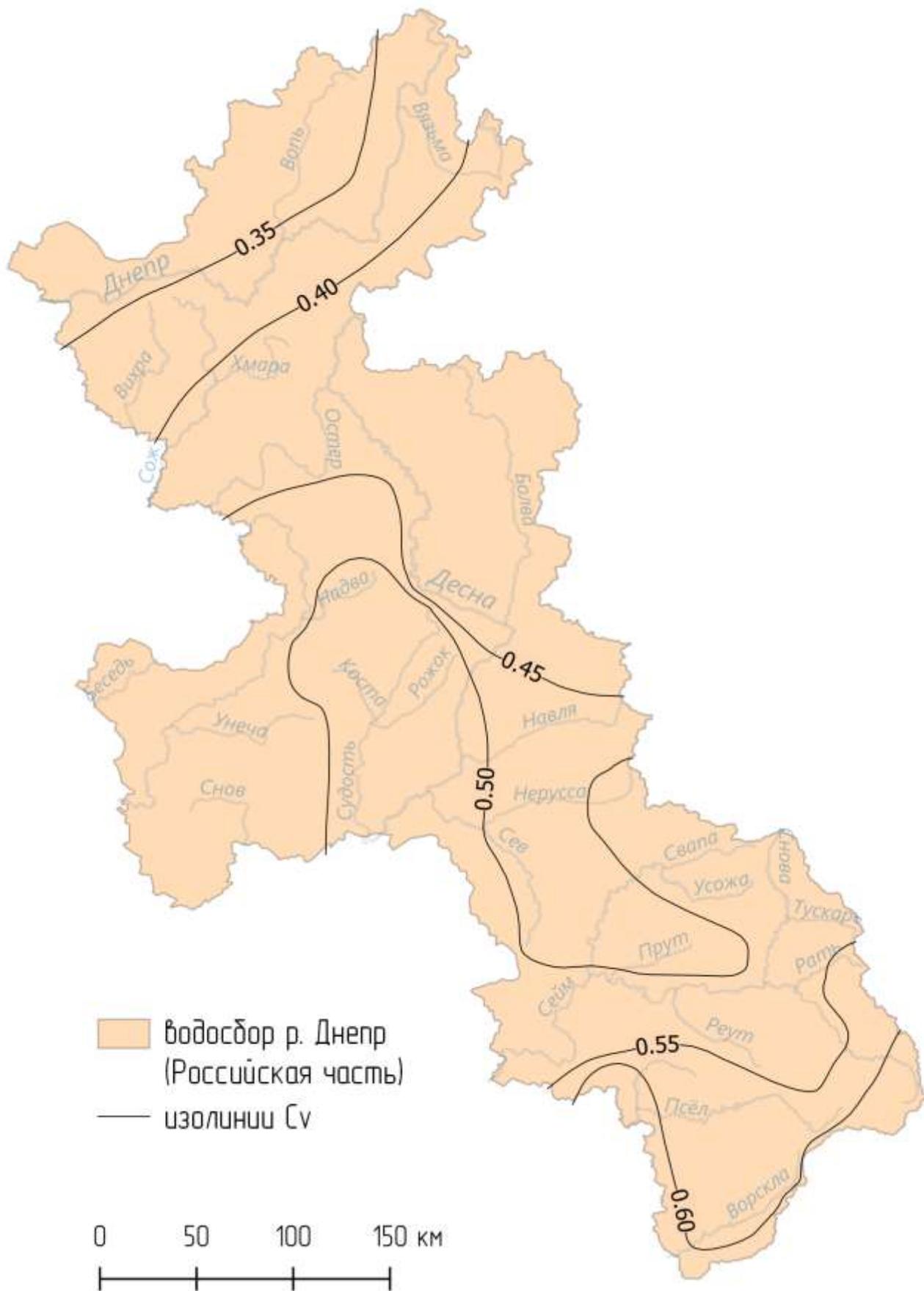


Рисунок 4.3 – Средневзвешенный коэффициент вариации (C_v) слоя стока весеннего половодья бассейна р. Днепр по первому климатическому сценарию (1944-2022 гг.).

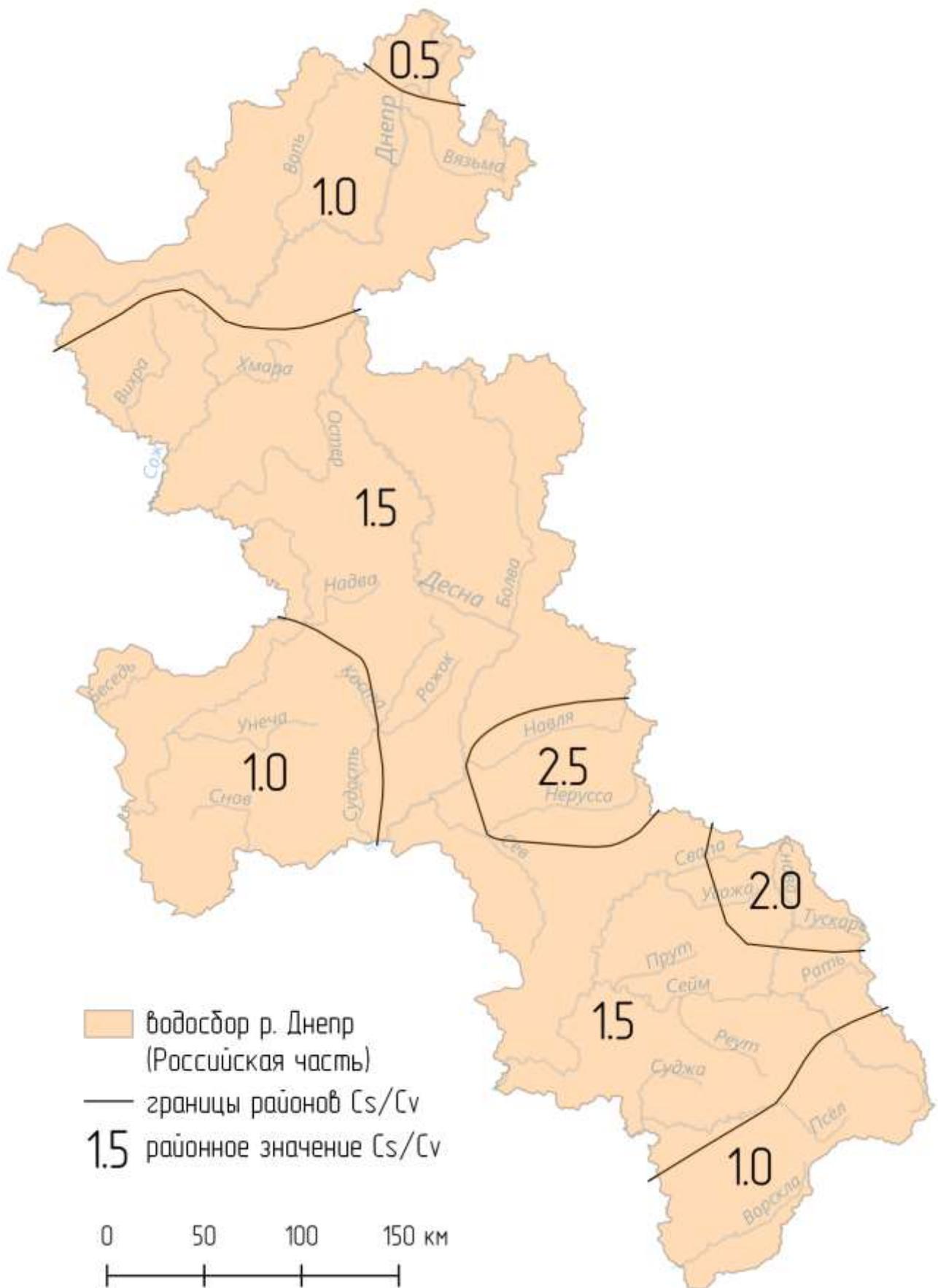


Рисунок 4.4 – Отношение C_s/C_v (средневзвешенное) для слоя стока весеннего половодья бассейна р. Днепр по первому климатическому сценарию (1944-2022 гг.).

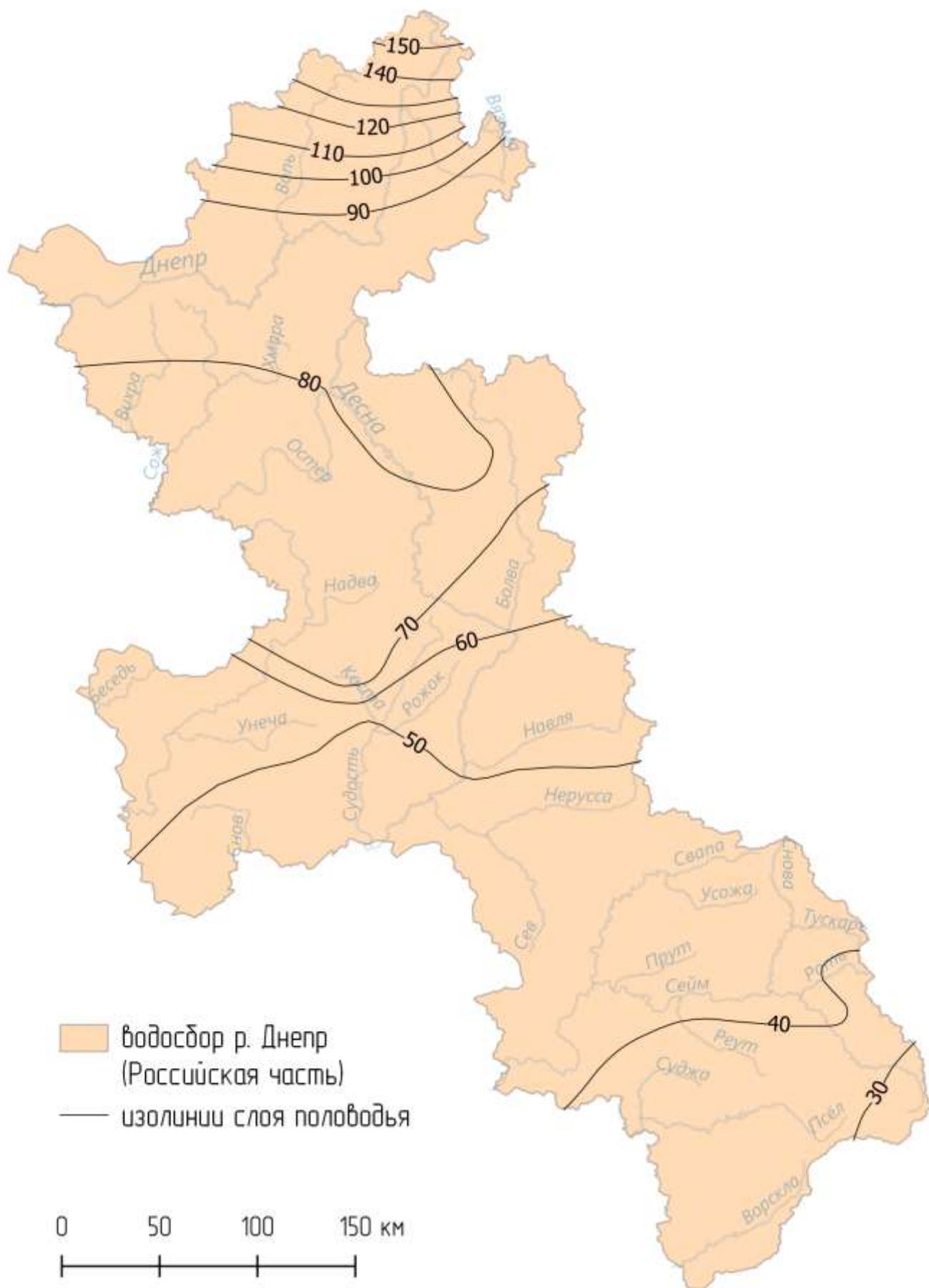


Рисунок 4.2 – Средний слой стока весеннего половодья бассейна р. Днепр по второму климатическому сценарию (1971-2022 гг.).

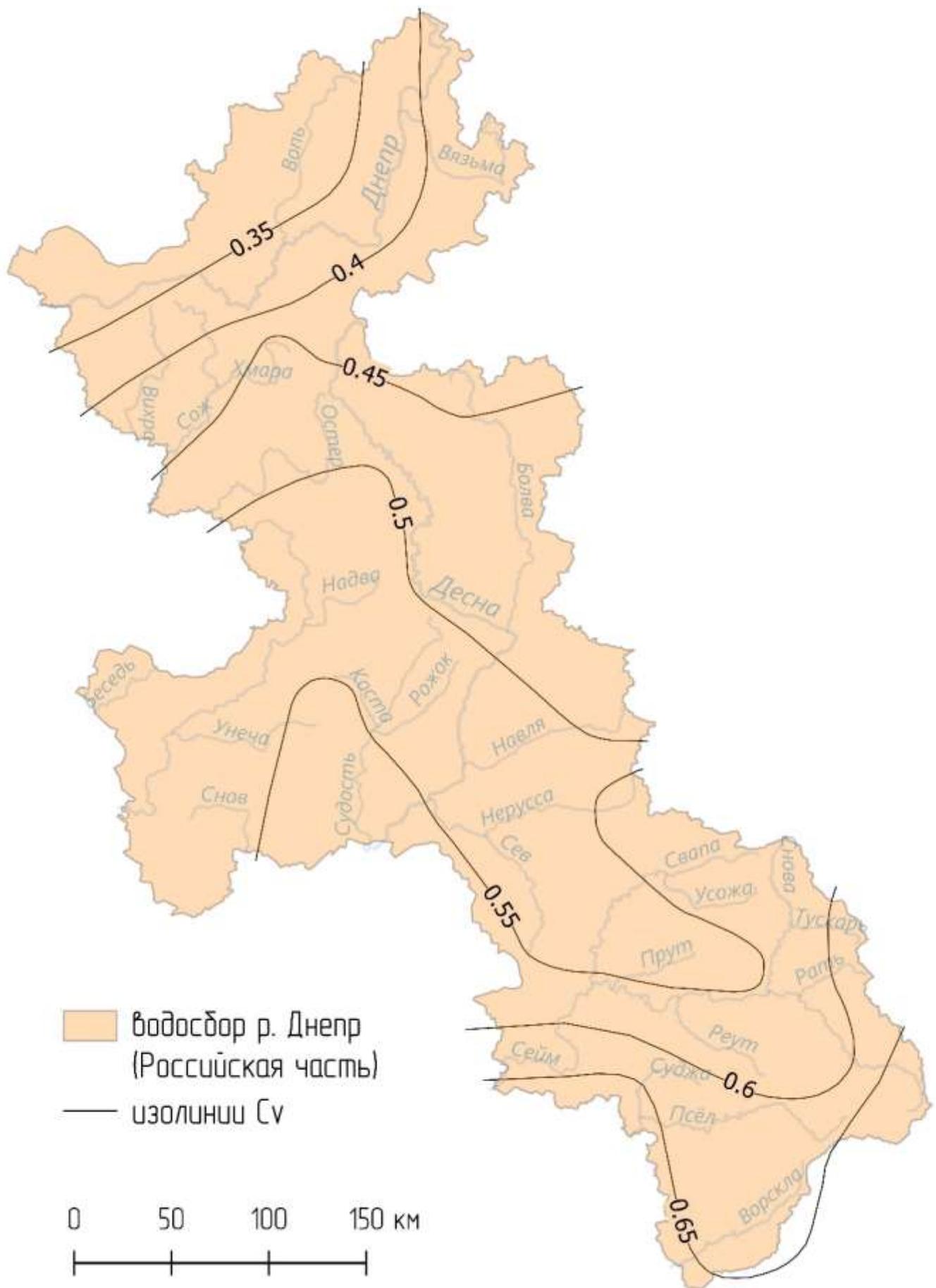


Рисунок 4.6 – Коэффициент вариации (C_v) слоя стока весеннего половодья бассейна р. Днепр по второму климатическому сценарию (1971-2022 гг.).

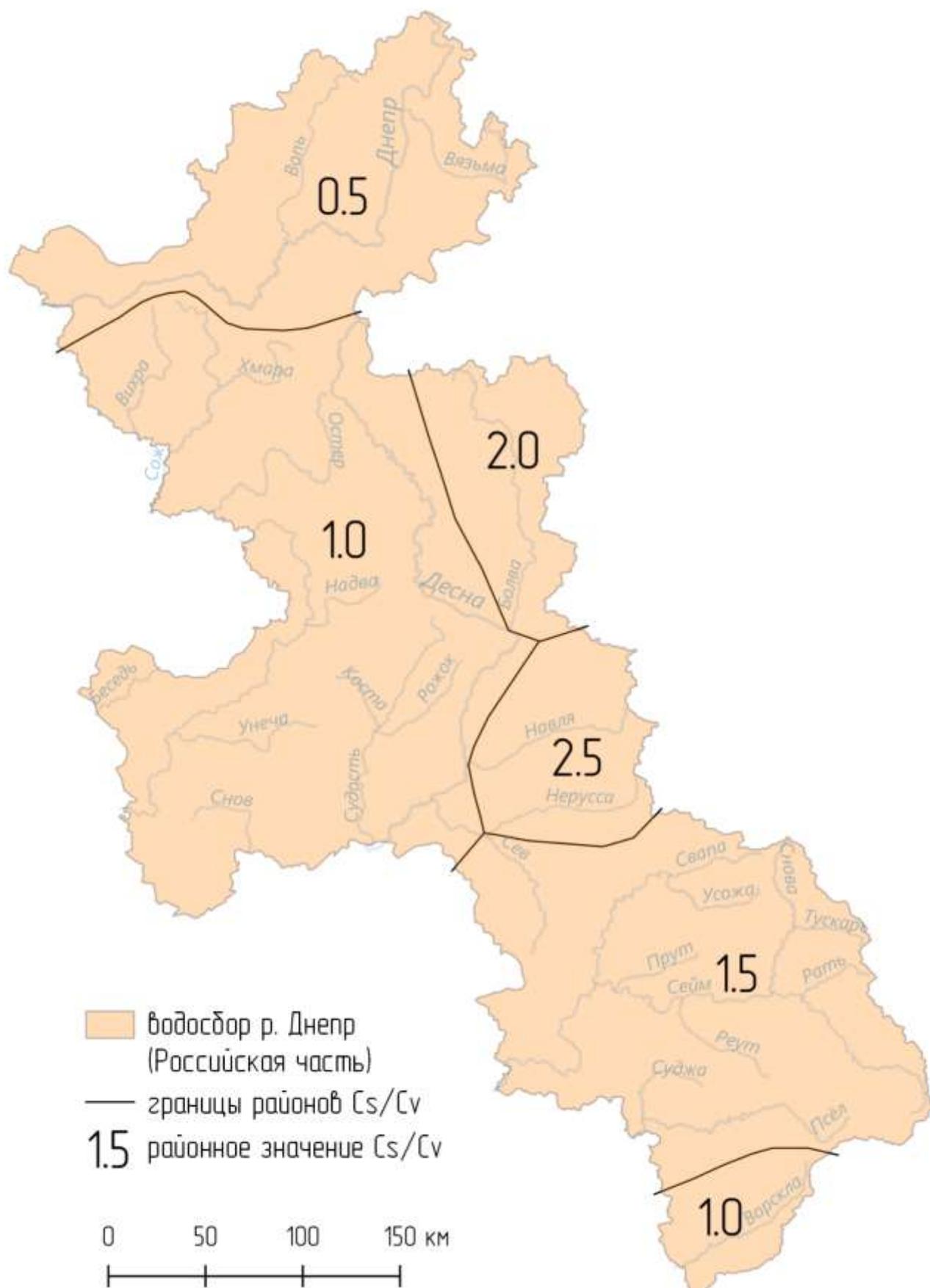


Рисунок 4.7 – Отношение C_s/C_v для слоя стока весеннего половодья бассейна р. Днепр по второму климатическому сценарию (1971-2022 гг.).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проделанной работы получены следующие выводы.

Представлена краткая физико-географическая характеристика района исследований.

С использованием данных по 4 метеорологическим станциям дана характеристика климата в бассейне реки Днепр.

Установлено, что ряды температур воздуха на всех метеорологических станциях имеют значимый тренд на повышение. Точка перелома на интегральных кривых температуры воздуха приходится на середину 70-х годов XX века, при этом начиная с конца 90-х годов интенсивность тренда возросла. За последние 30 лет среднегодовая температура повысилась в среднем на 1-1,5 градусов. Для анализа стока весеннего половодья особое внимание заслуживает многолетняя динамика температуры воздуха зимних месяцев, так как именно в этот период происходит накопление запасов влаги в снеге и снежной корке, в наибольшей мере определяющих сток весеннего половодья. Средняя температура воздуха зимних месяцев выросла в среднем на 3-5 градусов.

Изменения климата отразились и на гидрологическом режиме рек бассейна Днепра. В связи с ростом температур зимних месяцев участилось количество зимних оттепелей, в течение которых снежный покров тает, пополняя запасы подземных вод, и уменьшается глубина промерзания почв (часто до полного отсутствия промерзания к началу весеннего половодья). Это приводит к изменению внутригодового распределения стока в сторону увеличения расходов воды периода зимней межени и уменьшения стока весеннего половодья, что в свою очередь отражается на динамике слоев стока и максимальных расходов воды половодья.

Для проведения исследования был выполнен сбор и анализ исходной информации – данных по максимальным расходам воды и слоям стока весеннего половодья для рек бассейна Днепра. Из общего числа данных отобраны 37 гидрологических поста, из них 30 действующих и 7 закрытых. Действующие посты отвечают следующим требованиям: продолжительность наблюдений не менее 25 лет,

площадь водосбора не более 55 000 км², отсутствие значимых антропогенных изменений. Для закрытых постов выполнено требование к продолжительности периода наблюдений не менее 6 лет.

Для постов с недостаточными периодами наблюдений и попусками в наблюдениях расчетные характеристики максимального стока приводились к многолетнему периоду методом гидрологической аналогии. Всего получилось таким образом подготовить 37 рядов продолжительностью каждого 79 лет (1944-2022 гг).

Для выбранных постов выполнена оценка однородности и стационарности рядов максимального весеннего стока, которая показала, что ряды нестационарны по критериям Фишера и Стьюдента. В рядах наблюдается устойчивый тренд к снижению слоя стока, максимальных расходов, а также дисперсии и вариации рядов. Переломной точкой, согласно разностно-интегральным кривым, является 1971 год. Как показал анализ, многолетняя динамика стока весеннего половодья тесно связана с климатическими изменениями.

Была выполнена оценка основных статистических характеристик для двух климатических сценариев: 1) климат изменяется циклично циклы похолодания и повышения водности будут повторяться (анализировался ряд 1944-2022 гг); 2) климат стабильно изменяется в сторону потепления или остается неизменным на прогнозный период (анализировался ряд 1971-2022 гг).

С использованием полученных статистических параметров были построены эмпирические и аналитические кривые обеспеченностей и рассчитаны максимальные расходы воды и слои стока весеннего половодья различной обеспеченности для двух климатических сценариев. В качестве аналитической кривой для большинства рядов использовалось усеченное гамма-распределение и распределение Крицкого-Менкеля.

С использованием полученных данных проведено уточнение значения районного показателя редукиции для рек района исследований. По результатам расчетов показатель редукиции по первому климатическому сценарию составил 0,25, по второму – 0,28.

Выполнен расчет коэффициента K_0 , характеризующего дружность весеннего половодья. Коэффициент K_0 по первому климатическому сценарию колеблется в

пределах 0,0062 – 0,0442 (среднее значение 0,192), по второму климатическому сценарию – в пределах 0,0075 – 0,0292 (среднее значение 0,0158).

Проанализирована пространственная изменчивость характеристик нормы слоя стока весеннего половодья, C_v и C_s/C_v слоя стока весеннего половодья для района исследований, выполнено картирование данных характеристик.

Таким образом, с использованием полученных характеристик было выполнено уточнение методики расчета максимальных расходов весеннего половодья при отсутствии данных наблюдений для рек Верхнего и Среднего Поднепровья (российской части бассейна). Учитывая, что работа выполнена в соответствии с действующей нормативной документацией, полученные данные можно использовать для дальнейших расчетов при проектировании различных объектов для неизученных рек бассейна Днепра.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Алисов Б.П. Климат СССР. – М.: Изд-во МГУ, 1956. – 125 с.
- 2 Владимиров А.М. Гидрологические расчёты. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 365 с.
- 3 Государственный водный кадастр. Гидрологическая изученность. Том 11. Средний Урал и Приуралье. – Л.: Гидрометеиздат, 1965.
- 4 Евстигнеев В. М. Речной сток и гидрологические расчеты.– М.: Изд-во МГУ, 1990. – 304 с.
- 5 Клименко Д.Е. Максимальный сток рек Свердловской области: монография. Д.Е. Клименко, Е.П. Корепанов. – Пермь: ООО «Раритет-Пермь», 2014. – 180 с.
- 6 Лучшева А.А. Практическая гидрология. – Л.: Гидрометеиздат, 1972. – 440 с.
- 7 Меркулова М.А. Пространственно-временная изменчивость слоя стока весеннего половодья рек верхнего и среднего Поднепровья // Материалы Семнадцатой Общероссийской научно-практической конференции и выставки изыскательских организаций. М.: ООО «Геомаркетинг». 2022. С. 182-188
- 8 Меркулова М.А., Павлюк Я.В. Изучение вертикальных русловых деформаций в пределах юга Европейского Центра России // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. 2018. Т. 42, № 2. С. 203-213
- 9 Международное руководство по методам расчета основных гидрологических характеристик. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 248 с.
- 10 Методические рекомендации по определению расчетных гидрологических характеристик при наличии данных гидрометрических наблюдений. – Нижний Новгород: Вектор-ТиС, 2007. – 134 с.
- 11 Методические рекомендации по определению расчетных гидрологических характеристик при недостаточности данных гидрометрических наблюдений. – СПб.: Ротапринт ГНЦ ААНИИ, 2007. – 67 с.
- 12 Методические рекомендации по определению расчетных гидрологических характеристик при отсутствии данных гидрометрических наблюдений. – СПб.: «Нестор-История», 2009. – 193 с.

- 13 Методические указания по дисциплине «Гидрологические расчеты». Часть I. – СПб.: изд. РГГМУ, 2012. – 52 с.
- 14 Методические указания по дисциплине «Гидрологические расчеты». Часть II. – СПб.: изд. РГГМУ, 2012. – 33 с.
- 15 Методические указания по дисциплине «Методы статистической обработки и анализа гидрометеорологических наблюдений». – СПб.: изд. РГГМУ, 2012. – 40 с.
- 16 Новикова Е.П., Григорьев Г. Н., Вагурин И. Ю., Чумейкина А. С. Вариации гидротермического режима в Черноземье за последние 30 лет на фоне глобального изменения климата // Научные ведомости Белгородского гос. ун-та. Серия: Естественные науки. 2017. Т. 39. № 11(260). С. 105–113.
- 17 Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 444 с.
- 18 Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 5. Белоруссия и Верхнее Поднепровье / Под ред. В.В. Куприянова. Л.: Гидрометеиздат, 1966. Ч. 1. 718 с.
- 19 Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 6. Украина и Молдавия. Вып. 2. Среднее и Нижнее Поднепровье / Под ред. М.С. Каганера. Л.: Гидрометеиздат, 1971. 655 с.
- 20 Рождественский А.В., Чеботарев А.И. Статистические методы в гидрологии. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 424 с.
- 21 Руководство по определению расчетных гидрологических характеристик. – Л.: Гидрометеиздат, 1973.
- 22 Свод правил СП 33-101-2003. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. – М.: Стройиздат, 2004. – 72 с.
- 23 Свод правил. СП 47.13330.2016. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. – М.: Госстрой России, 2013. – 110 с.
- 24 Свод правил. СП 131.13330.2020. Строительная климатология. – М.: Минрегион России, 2012. – 116 с.
- 25 Сикан А.В. Методы статистической обработки гидрометеорологической информации. – СПб.: изд. РГГМУ, 2007.–279 с.
- 26 Строительные нормы и правила СНиП 2.01. 14-83. Определение расчетных гидрологических характеристик. – М.: Стройиздат, 1985. – 35 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А – Сведения о температуре воздуха и осадках

Смоленск

Средняя температура воздуха, °С

год	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	за год
1944	-3,5	-5,1	-2,1	0,7		14,4	18,1	16,1	11,7	5,1	-0,6	-6,2	
1945	-9,6	-7,8	-5,3	3,4	8,8	13,6	17,2	16,2	10,5	2,9	-1,7	-9,0	3,3
1946	-8,1	-8,6	-3,6	4,7	11,7	17,3	17,2	17,4	11,3	0,4	-4,9	-7,8	3,9
1947	-10,5	-13,9	-5,6	4,6	10,8	16,5	17,1	15,5	11,4	2,3	-2,2	-3,6	3,5
1948	-5,9	-10,4	-4,3	5,9	14,0	17,6	16,0	16,2	10,1	4,4	-1,4	-5,6	4,7
1949	-4,4	-6,8	-4,4	3,4	13,7	15,0	15,8	14,9	11,8	4,1	0,5	-2,7	5,1
1950	-16,4	-4,4	-2,3	8,7	11,3	13,6	14,7	13,5	11,0	4,3	-0,2	-4,5	4,1
1951	-10,2	-11,4	-4,6	6,7	9,4	15,6	16,6	17,3	11,8	2,8	-2,8	-2,0	4,1
1952	-4,2	-7,4	-11,5	4,2	9,0	14,4	16,1	15,8	10,4	4,0	-1,4	-5,4	3,7
1953	-8,4	-14,1	-4,4	5,0	10,3	17,2	17,7	15,8	9,9	5,8	-2,7	-5,8	3,9
1954	-13,5	-14,4	-3,2	1,8	12,8	17,9	17,4	16,8	11,7	5,3	-1,4	-4,5	3,9
1955	-6,8	-6,8	-5,7	0,5	9,2	14,2	17,0	17,8	13,4	6,6	-2,7	-10,1	3,9
1956	-9,0	-17,6	-5,2	1,9	9,9	18,6	14,8	13,8	8,5	4,8	-5,0	-5,2	2,5
1957	-6,0	-1,9	-5,5	5,6	11,8	14,1	16,9	15,1	10,2	5,3	-0,5	-5,8	4,9
1958	-7,0	-6,8	-6,6	1,9	12,1	13,8	16,4	14,4	9,5	5,9	-0,4	-5,3	4,0
1959	-3,8	-4,6	-2,1	5,6	10,4	16,0	19,5	17,0	8,1	3,3	-3,2	-10,4	4,7
1960	-8,8	-7,5	-6,7	3,9	11,8	16,9	18,6	15,4	9,0	3,9	-0,8	0,3	4,7
1961	-6,4	-3,4	0,3	4,4	10,7	17,0	17,0	14,9	10,3	5,3	-0,7	-7,5	5,2
1962	-4,0	-6,7	-6,9	6,1	11,9	12,4	14,5	14,2	10,2	6,4	1,0	-7,5	4,3
1963	-15,0	-9,9	-8,9	2,9	15,5	12,8	18,3	17,2	12,6	5,5	-0,2	-9,5	3,4
1964	-7,8	-11,6	-7,1	3,9	10,5	18,8	18,2	14,4	11,2	6,6	-1,6	-3,2	4,4
1965	-9,1	-10,3	-5,1	1,2	8,6	14,6	15,4	14,6	11,9	4,1	-5,4	-2,9	3,1
1966	-8,9	-8,3	-0,7	7,9	14,4	16,0	18,0	16,2	9,1	6,1	-1,3	-8,4	5,0
1967	-15,0	-9,8	-0,7	4,8	15,4	15,5	16,9	16,2	12,0	8,6	1,1	-9,6	4,6
1968	-16,1	-9,4	-3,0	5,5	11,4	17,0	15,0	17,2	11,1	3,6	-2,8	-4,8	3,7
1969	-15,3	-11,3	-7,1	4,4	11,4	14,2	16,9	15,4	9,4	4,5	2,2	-9,4	2,9
1970	-10,5	-9,5	-2,7	4,3	12,7	15,7	18,1	15,6	10,8	4,1	-0,6	-5,3	4,4
1971	-5,2	-7,7	-5,3	3,2	12,7	15,6	16,4	16,4	10,1	3,9	-1,1	-3,5	4,6
1972	-14,7	-6,5	-2,6	5,2	12,4	18,0	20,0	18,3	10,4	4,2	0,2	-1,3	5,3
1973	-9,9	-3,3	-2,0	6,5	11,9	16,2	17,6	15,0	7,3	3,1	-2,0	-5,7	4,6
1974	-9,4	-1,8	-0,6	3,3	8,8	15,0	16,1	15,2	12,1	7,6	1,0	-1,9	5,5
1975	-3,1	-4,8	0,0	7,9	15,9	16,2	17,6	16,2	13,4	4,4	-3,2	-3,5	6,4
1976	-11,5	-11,6	-3,9	4,9	10,1	12,9	16,2	14,0	10,0	-0,4	-0,3	-3,5	3,1
1977	-10,6	-5,9	-2,0	6,4	13,1	15,9	16,7	14,4	8,8	3,9	1,1	-7,9	4,5
1978	-8,5	-9,4	-0,7	4,5	10,8	13,5	15,4	15,0	8,8	3,8	3,1	-12,9	3,6
1979	-9,4	-9,6	-1,5	3,5	15,0	17,9	14,7	16,2	11,0	3,1	-1,2	-3,9	4,7
1980	-11,4	-8,5	-7,0	5,1	7,4	16,8	16,6	14,6	11,1	5,6	-2,1	-4,4	3,7
1981	-7,1	-5,6	-3,3	3,0	13,8	17,8	19,4	15,6	10,7	6,8	-0,9	-4,4	5,5
1982	-8,5	-8,2	-0,9	4,6	11,4	13,4	16,8	16,2	11,6	5,1	1,9	-0,8	5,2
1983	-3,2	-6,7	-2,0	8,5	15,4	14,8	16,6	16,1	12,2	5,8	-1,5	-3,4	6,1

год	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	за год
1984	-4,4	-10,0	-2,7	7,7	14,3	13,7	15,5	15,1	11,6	6,8	-2,2	-8,2	4,8
1985	-12,4	-15,5	-4,6	4,3	12,9	14,8	15,5	17,9	8,8	6,4	-3,4	-5,4	3,3
1986	-6,5	-14,1	-1,4	6,6	13,7	16,9	17,3	16,2	7,9	4,0	0,2	-6,6	4,5
1987	-17,4	-6,2	-6,9	2,2	11,5	15,8	15,8	13,7	9,0	4,0	-1,4	-6,0	2,8
1988	-7,1	-5,7	-1,1	4,4	14,0	17,4	19,8	15,5	11,0	4,3	-4,4	-6,8	5,1
1989	-1,7	-0,3	2,0	7,2	13,5	18,2	17,4	15,9	12,5	5,3	-2,7	-4,4	6,9
1990	-3,5	0,4	2,4	8,1	10,9	14,2	15,6	15,4	9,0	5,6	1,2	-4,1	6,3
1991	-4,6	-7,0	-1,7	6,0	10,4	16,5	17,9	16,1	11,5	6,2	0,7	-3,6	5,7
1992	-4,1	-3,6	1,0	4,0	11,7	15,7	17,7	17,9	11,7	1,9	-2,9	-4,5	5,5
1993	-4,3	-4,0	-1,9	5,8	14,5	13,4	15,5	14,2	7,5	4,0	-8,4	-2,9	4,5
1994	-2,9	-11,0	-2,7	6,9	9,9	14,0	18,6	15,9	13,7	4,2	-1,7	-7,5	4,8
1995	-6,0	-1,1	0,7	7,5	12,4	18,4	16,9	16,0	11,5	5,9	-3,0	-9,5	5,8
1996	-10,1	-9,9	-4,5	7,1	14,9	15,3	16,8	17,2	9,2	5,6	4,1	-7,6	4,8
1997	-6,7	-3,7	-1,2	3,2	10,8	16,5	17,9	17,0	8,4	3,7	0,3	-7,7	4,9
1998	-3,6	-4,3	-1,7	5,3	12,3	17,7	16,7	14,3	11,0	4,7	-7,4	-7,2	4,8
1999	-4,7	-6,4	-0,7	9,4	9,4	20,1	20,1	15,7	11,8	6,5	-2,6	-2,3	6,4
2000	-6,4	-2,7	-1,2	10,2	11,1	15,1	17,0	16,0	9,6	6,8	1,7	-1,3	6,3
2001	-4,1	-6,8	-2,3	9,6	11,2	15,4	22,3	16,9	10,9	6,2	-0,5	-10,7	5,7
2002	-4,6	-0,7	2,2	7,7	13,2	16,2	21,0	17,7	11,0	2,5	-0,8	-11,3	6,2
2003	-7,2	-8,6	-2,3	3,8	15,0	13,3	19,4	15,4	10,7	4,4	1,3	-2,5	5,2
2004	-6,8	-6,6	0,2	5,7	10,7	14,2	17,4	17,7	11,5	6,0	-1,7	-1,9	5,5
2005	-3,0	-8,5	-5,9	7,1	13,3	14,5	18,1	16,5	12,9	6,3	0,5	-4,1	5,6
2006	-9,4	-11,5	-4,3	5,8	11,5	16,6	17,7	16,3	12,7	7,2	0,9	1,4	5,4
2007	-1,3	-10,8	4,3	5,4	14,3	17,2	16,6	18,3	11,4	6,3	-1,9	-2,2	6,5
2008	-4,9	-1,6	0,9	8,9	10,6	14,6	17,6	16,9	10,8	8,1	0,6	-2,8	6,6
2009	-5,3	-4,8	-1,2	6,4	12,0	15,0	17,3	14,6	12,9	5,4	2,9	-5,7	5,8
2010	-13,4	-6,6	-2,2	7,6	15,2	18,1	22,8	20,5	11,0	3,7	3,1	-7,8	6,0
2011	-6,4	-10,3	-2,3	6,8	13,2	17,7	20,4	16,7	11,9	6,1	1,1	0,3	6,3
2012	-6,4	-11,9	-1,5	6,8	13,9	14,9	19,4	16,5	11,8	5,9	1,8	-7,7	5,3
2013	-9,2	-3,3	-5,9	6,1	16,3	18,4	17,5	16,8	10,3	6,6	3,5	-1,6	6,3
2014	-8,8	-1,9	3,3	7,1	14,6	14,7	19,4	17,8	11,7	4,3	-0,8	-4,3	6,4
2015	-2,9	-2,6	2,6	6,1	12,5	16,3	17,3	18,1	13,3	3,9	1,5	0,5	7,2
2016	-9,6	-0,7	0,3	7,7	14,3	17,0	18,9	17,1	11,5	3,8	-2,3	-3,4	6,2
2017	-7,0	-4,3	2,6	5,0	11,3	14,1	16,4	17,3	12,2	5,2	0,6	-0,9	6,0
2018	-4,4	-8,3	-4,4	7,9	15,6	15,4	18,5	17,5	13,6	6,4	-0,8	-4,5	6,0
2019	-6,6	-1,6	1,2	8,0	14,0	19,0	15,3	15,5	11,3	8,4	2,1	0,8	7,3
2020	0,0	-0,1	3,2	5,2	10,2	18,5	16,7	16,6	13,3	9,0	1,9	-2,6	7,7
2021	-5,5	-9,0	-0,6	6,2	12,1	19,1	21,0	17,2	9,1	5,7	1,7	-5,3	6,0
2022	-4,6	-1,2	-0,6	5,3	10,4	17,7	17,6	19,8	9,1	6,9	0,2	-4,0	6,4

Годовая сумма осадков, мм

год	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	за год
1944	15	27	35				52	45	23	18	49	4	

год	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	за год
1945	12	18	21		67	23	120	109	75	40	14	16	
1946	6	11	30	11	16	60	53	88	102	30	23	10	439
1947	14	55	61	47	31	101	88	77	76	33	59	39	679
1948	36	5	11	15	41	67	67	117	44	69	29	5	505
1949	19	6	24	23	26	129	176	120	7	28	47	18	624
1950	9	20	9	43	43	132	51	91	64	41	54	32	589
1951	22	9	36	40	92	27	49	27	25	10	23	23	382
1952	45	32	9	33	82	130	59	145	78	131	66	29	837
1953	45	50	14	72	102	73	160	111	82	25	17	23	775
1954	20	20	33	28	25	59	123	87	73	61	40	44	613
1955	53	30	45	36	32	27	90	22	84	46	21	36	522
1956	32	37	16	50	62	60	64	144	30	39	24	20	578
1957	15	34	26	29	75	100	152	125	114	36	27	52	784
1958	44	60	36	58	62	62	141	111	52	83	18	53	782
1959	46	21	17	40	42	34	11	76	64	32	37	38	458
1960	26	39	15	17	58	50	122	70	77	62	70	69	675
1961	41	27	74	35	96	14	110	99	98	13	43	67	716
1962	26	37	62	32	94	127	187	92	64	59	48	34	863
1963	22	33	28	9	35	89	47	108	30	44	86	24	553
1964	12	44	49	60	38	23	64	52	42	29	67	72	551
1965	45	35	36	17	44	86	48	118	38	36	42	73	617
1966	46	57	86	64	42	31	128	30	49	56	44	58	689
1967	59	22	58	57	71	65	46	185	23	66	66	81	799
1968	43	24	28	61	80	51	70	85	27	101	34	33	637
1969	40	25	26	30	39	92	71	82	47	64	109	47	673
1970	68	65	42	79	23	41	80	56	111	89	66	61	779
1971	42	42	46	36	42	116	57	36	100	111	58	52	737
1972	8	6	25	69	56	92	130	18	72	44	77	29	626
1973	12	72	20	62	61	96	110	28	92	69	62	58	741
1974	12	27	5	26	79	87	135	52	31	62	86	70	670
1975	39	31	53	38	26	82	94	61	14	28	29	53	548
1976	46	10	81	51	64	74	34	55	12	84	38	73	622
1977	39	87	30	45	38	68	131	77	62	33	105	61	776
1978	20	49	42	56	83	94	40	64	83	61	37	36	665
1979	87	23	59	21	22	13	134	38	47	11	58	67	580
1980	64	32	36	23	52	61	191	81	69	73	45	55	782
1981	40	51	53	27	35	69	4	76	36	90	87	90	659
1982	67	9	23	61	45	53	117	26	45	62	41	70	619
1983	77	21	31	79	41	63	115	19	33	44	48	44	612
1984	45	22	47	12	56	108	91	54	142	38	33	40	690
1985	67	26	27	40	44	121	68	52	226	51	84	72	877
1986	79	20	14	37	14	80	165	106	87	17	34	53	706
1987	42	38	46	28	85	137	50	166	67	3	55	65	782
1988	22	41	70	32	9	152	119	85	106	19	64	50	768

год	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	за год
1989	40	35	68	58	32	207	103	61	23	64	43	76	809
1990	55	55	60	15	30	58	132	130	141	62	81	33	851
1991	29	39	27	42	129	129	80	38	98	57	33	33	733
1992	47	48	37	35	57	44	17	63	40	140	76	35	638
1993	52	34	42	58	21	118	127	85	121	72	1	69	798
1994	68	15	63	24	45	62	31	80	51	57	76	40	610
1995	48	79	24	66	139	64	43	57	229	31	40	46	866
1996	12	42	27	35	92	48	52	3	86	30	101	38	566
1997	37	35	29	41	79	138	109	41	66	135	40	43	794
1998	51	38	39	53	139	60	235	169	75	103	53	34	1048
1999	43	58	50	29	13	41	96	117	28	69	37	87	668
2000	41	66	37	49	43	91	208	131	15	20	61	60	820
2001	54	53	56	24	67	61	58	87	44	71	78	33	687
2002	41	66	18	8	27	71	80	18	25	154	25	23	555
2003	46	21	22	47	58	77	45	153	36	112	43	32	691
2004	98	66	35	11	34	41	80	57	32	71	67	57	647
2005	45	31	48	52	77	122	110	41	11	38	56	58	689
2006	13	30	59	36	95	46	50	321	88	66	37	36	877
2007	74	54	36	28	55	40	106	39	20	89	96	29	665
2008	31	49	88	72	83	83	103	83	38	42	52	46	771
2009	61	44	52	8	103	152	81	107	37	139	96	65	946
2010	17	90	29	37	78	72	30	78	64	47	97	80	720
2011	63	43	13	40	91	99	79	68	27	33	25	69	650
2012	58	65	78	84	44	145	24	137	89	88	77	38	926
2013	36	28	87	46	114	127	88	31	84	22	107	42	812
2014	49	35	33	22	89	83	29	73	29	40	14	60	553
2015	75	21	38	46	26	35	60	7	82	14	71	52	528
2016	56	53	65	69	102	60	124	45	65	108	58	57	862
2017	46	41	34	74	53	93	81	152	46	120	58	103	901
2018	56	42	27	25	42	99	210	55	80	46	17	62	761
2019	58	21	61	2	80	62	65	93	35	53	65	48	641
2020	45	57	59	20	118	93	130	90	82	58	42	46	840
2021	69	61	36	44	90	70	42	139	112	18	105	55	840
2022	105	48	6	85	79	61	172	24	101	107	68	100	956

Брянск

Средняя температура воздуха, °С

год	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	за год
1944	-3,9	-4,3	-1,4	3,3	12,5	16,4				6,5	0,1	-7,0	
1945	-9,1	-8,0	-4,7	4,3	10,0	15,6	18,6	17,4	11,7	4,1	-1,0	-8,6	4,2
1946	-8,0	-6,6	-2,1	6,5	13,6	20,8	18,1	19,2	12,0	1,0	-3,8	-7,5	5,3
1947	-10,7	-12,2	-3,9	6,1	11,5	17,0	18,2	16,6	11,8	2,6	-1,0	-2,2	4,5

год	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	за год
1948	-5,1	-9,6	-4,0	7,2	15,2	19,8	17,3	18,1	10,9	5,4	-1,0	-6,2	5,7
1949	-3,7	-7,5	-3,0	5,3	15,8	16,2	17,3	16,2	11,4	4,2	0,9	-2,7	5,9
1950	-17,4	-4,2	-1,7	10,1	12,3	14,8	16,1	14,4	12,0	5,3	0,9	-5,1	4,8
1951	-9,8	-12,1	-2,7	9,0	11,0	17,2	18,2	17,8	12,4	2,9	-2,2	-1,3	5,0
1952	-3,1	-5,8	-11,5	5,1	10,5	16,2	17,4	17,4	12,3	5,1	-0,3	-5,7	4,8
1953	-7,2	-14,0	-3,4	6,4	11,5	18,2	18,5	16,7	10,6	5,9	-2,9	-5,8	4,5
1954	-14,3	-14,0	-3,5	3,0	13,9	19,2	19,1	18,8	13,0	6,0	0,1	-4,0	4,8
1955	-6,1	-5,5	-3,9	2,7	10,7	15,2	18,3	17,7	13,6	7,8	-3,0	-9,3	4,9
1956	-8,5	-18,2	-4,1	4,9	10,9	19,9	15,8	15,2	9,4	5,3	-5,6	-5,0	3,3
1957	-6,2	-1,4	-4,9	7,2	13,4	15,7	17,9	16,4	11,6	5,1	-0,3	-5,8	5,7
1958	-6,6	-6,1	-5,5	3,9	13,9	14,6	17,7	15,6	9,8	6,2	-0,6	-4,3	4,9
1959	-3,4	-4,6	-1,8	6,8	11,8	17,1	20,4	17,1	8,8	3,3	-3,6	-10,1	5,2
1960	-7,3	-7,4	-5,5	5,4	13,2	18,0	20,7	16,4	9,8	4,9	-0,4	0,9	5,7
1961	-6,5	-3,6	0,9	5,6	11,7	18,6	19,0	16,4	10,9	5,8	-1,1	-6,5	5,9
1962	-4,0	-6,4	-4,8	7,8	13,3	13,8	15,9	15,3	10,8	6,8	1,4	-6,6	5,3
1963	-16,3	-9,1	-8,4	3,5	16,8	14,5	20,1	19,0	14,0	6,2	0,5	-9,5	4,3
1964	-8,7	-11,0	-6,6	5,3	11,0	19,9	19,4	15,3	11,9	7,0	-1,5	-2,1	5,0
1965	-9,3	-10,1	-4,0	2,4	10,5	15,7	16,4	15,9	12,6	3,7	-4,3	-1,6	4,0
1966	-6,5	-6,6	0,3	9,4	15,7	16,0	19,0	18,0	10,3	7,5	-0,3	-7,4	6,3
1967	-14,2	-10,3	-0,5	6,4	17,0	16,3	18,1	17,6	12,8	9,0	1,3	-8,4	5,4
1968	-14,6	-8,3	-2,5	7,0	12,6	18,3	15,7	18,5	11,5	3,7	-2,2	-4,0	4,6
1969	-13,5	-10,8	-6,8	5,7	12,0	14,6	17,4	16,5	10,3	4,7	2,9	-9,8	3,6
1970	-8,9	-7,8	-2,1	6,2	13,4	16,3	19,6	16,0	11,4	5,0	-0,3	-4,3	5,4
1971	-5,1	-7,8	-4,3	4,2	13,9	16,5	16,6	17,6	11,1	4,6	-0,2	-3,5	5,3
1972	-13,8	-7,5	-2,0	6,9	14,2	19,1	21,1	20,4	11,6	5,0	0,4	-1,6	6,2
1973	-10,3	-2,3	-1,2	8,0	13,0	16,7	17,3	15,5	7,9	3,8	-1,4	-4,9	5,2
1974	-9,8	-1,9	-0,3	3,7	9,7	15,1	17,0	15,9	13,0	8,7	1,7	-2,3	5,9
1975	-3,1	-5,3	0,6	10,2	17,3	19,1	18,0	16,2	14,6	4,6	-3,2	-4,0	7,1
1976	-11,4	-12,4	-2,9	7,0	10,7	14,1	16,0	14,7	10,7	0,3	-0,4	-3,3	3,6
1977	-10,6	-5,4	-0,8	7,3	14,0	16,2	17,6	15,0	9,5	4,0	1,9	-8,4	5,0
1978	-8,8	-8,3	0,0	5,7	11,5	13,9	15,9	15,9	9,6	4,5	3,1	-11,7	4,3
1979	-9,6	-9,3	-0,5	4,4	17,2	19,0	15,4	16,8	12,0	3,4	-1,2	-3,6	5,3
1980	-11,9	-8,8	-6,7	5,7	8,8	17,2	17,5	15,2	11,7	5,8	-1,7	-3,6	4,1
1981	-6,7	-5,3	-2,6	3,1	14,5	19,6	20,8	16,4	11,8	7,4	-0,4	-2,9	6,3
1982	-7,2	-8,4	-0,4	5,3	12,2	14,4	17,4	17,1	12,6	5,5	1,8	-0,7	5,8
1983	-3,4	-6,0	-1,9	10,1	16,5	15,9	17,5	16,6	12,8	6,1	-1,5	-3,5	6,6
1984	-4,3	-9,9	-1,8	7,8	15,7	14,4	16,3	15,4	12,8	7,1	-2,7	-8,5	5,2
1985	-11,3	-15,1	-4,7	5,8	14,7	15,4	16,3	19,0	10,3	6,2	-3,9	-5,1	4,0
1986	-5,7	-13,3	-0,6	8,6	14,3	17,4	17,6	17,2	9,4	4,5	-0,3	-5,8	5,3
1987	-17,5	-6,5	-6,6	2,6	12,7	16,8	17,0	14,7	9,6	4,2	-1,4	-6,6	3,3
1988	-7,6	-5,5	-0,6	5,8	13,9	18,3	20,0	16,5	11,7	4,9	-4,2	-6,7	5,5
1989	-2,0	-0,1	2,6	8,5	14,0	19,5	18,0	17,8	13,4	6,2	-2,6	-3,9	7,6
1990	-3,5	0,2	3,3	8,2	12,0	15,0	16,9	16,4	9,8	6,2	1,9	-4,1	6,9
1991	-4,6	-7,3	-1,8	7,3	12,8	18,9	18,6	17,0	12,1	7,3	0,4	-4,3	6,4

год	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	за год
1992	-3,9	-4,0	1,9	5,1	12,4	17,0	18,4	19,6	12,4	3,3	-1,5	-5,4	6,3
1993	-3,9	-4,2	-1,3	6,4	15,2	14,4	16,8	15,8	8,5	4,9	-8,3	-2,9	5,1
1994	-2,2	-10,5	-2,6	8,4	10,7	14,9	18,6	16,7	15,5	5,7	-1,5	-8,0	5,5
1995	-6,0	-0,7	1,4	8,3	13,8	19,4	17,9	17,1	12,5	6,4	-2,0	-7,8	6,7
1996	-9,6	-9,3	-4,2	7,3	16,8	16,3	18,4	17,6	10,2	6,2	4,4	-7,6	5,5
1997	-7,3	-4,3	-0,9	4,4	12,8	17,7	18,4	17,8	9,2	4,6	1,0	-7,1	5,5
1998	-3,9	-4,4	-0,9	5,8	13,5	19,2	18,4	15,7	11,9	5,7	-7,2	-7,6	5,5
1999	-4,0	-5,1	-0,3	10,3	10,2	21,6	21,6	16,9	12,3	6,9	-3,2	-2,0	7,1
2000	-7,4	-2,6	-0,6	11,6	11,8	15,7	18,5	17,7	10,5	7,8	1,3	-1,2	6,9
2001	-3,4	-5,6	-1,1	10,4	11,8	16,1	23,3	18,1	12,0	6,0	0,5	-10,3	6,5
2002	-5,2	-0,1	3,1	8,2	13,9	17,8	22,5	18,7	12,2	4,2	-0,2	-11,2	7,0
2003	-6,8	-9,3	-2,7	4,2	16,5	14,7	20,0	16,7	11,8	5,6	1,7	-3,1	5,8
2004	-5,4	-5,7	1,4	6,1	11,3	15,5	18,6	19,0	12,6	7,2	-1,3	-1,8	6,5
2005	-2,0	-7,9	-5,2	8,3	15,7	15,5	19,3	18,2	14,1	7,0	1,1	-3,3	6,7
2006	-9,6	-11,0	-3,2	6,6	12,6	18,0	18,2	17,9	13,5	7,8	1,0	1,1	6,1
2007	-1,0	-9,4	4,4	5,9	16,1	18,3	18,8	20,1	12,3	7,5	-1,5	-1,7	7,5
2008	-5,6	-1,9	2,4	10,2	12,5	16,2	19,1	19,0	12,0	8,9	1,4	-2,8	7,6
2009	-5,3	-3,8	0,0	7,2	13,5	18,0	19,2	16,0	14,4	6,5	2,9	-5,3	6,9
2010	-13,6	-5,8	-1,7	8,8	16,9	20,4	24,1	22,6	12,8	4,0	4,7	-6,1	7,3
2011	-6,6	-10,4	-2,6	7,5	15,1	19,0	21,9	17,7	12,7	5,9	0,3	0,0	6,7
2012	-5,8	-11,6	-1,5	9,2	16,2	16,9	21,0	18,4	13,6	7,4	2,3	-7,7	6,5
2013	-8,4	-3,3	-5,0	7,8	17,8	19,6	18,7	18,4	10,5	7,0	4,4	-2,2	7,1
2014	-8,5	-2,1	3,6	8,2	16,5	16,3	21,0	19,4	12,7	4,3	-0,8	-4,1	7,2
2015	-3,4	-2,5	2,7	6,8	14,6	17,9	18,7	18,6	15,0	4,2	1,8	0,3	7,9
2016	-8,8	-0,5	1,0	8,9	14,8	18,2	20,4	19,2	12,1	4,8	-2,1	-4,1	7,0
2017	-6,5	-4,2	3,5	7,5	12,7	16,0	17,8	19,3	13,4	5,5	0,7	0,0	7,1
2018	-4,9	-7,5	-5,0	8,7	17,1	17,6	19,6	19,5	15,5	7,2	-1,5	-4,7	6,8
2019	-6,3	-1,8	1,6	8,9	16,0	20,9	16,9	16,7	12,4	9,0	1,9	0,5	8,1
2020	-0,5	-0,2	4,4	6,3	11,1	20,3	18,8	17,5	15,0	10,1	1,7	-3,2	8,4
2021	-5,2	-9,2	-0,6	6,8	13,3	19,5	22,1	19,5	10,1	5,9	2,3	-4,8	6,6
2022	-4,9	-1,2	-0,6	5,7	11,4	19,4	18,7	20,8	9,7	7,6	0,4	-3,0	7,0

Годовая сумма осадков, мм

год	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	за год
1944										3	114	11	
1945	22	12	23	38	93	43	124	154	58	82	13	30	692
1946	15	26	21	14	36	39	89	100	94	29	17	20	498
1947	12	22	38	45	57	114	61	116	54	25	56	55	656
1948	31	24	7	5	31	42	71	44	55	35	23	8	376
1949	11	9	17	20	15	202	150	53	34	19	30	23	583
1950	12	21	13	21	41	77	76	156	64	50	47	12	589
1951	17	4	68	43	59	11	48	125	24	15	21	21	455
1952	23	39	10	14	54	104	111	120	65	89	59	16	703

год	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	за год
1953	0,0	20	10	70	69	123	81	61	88	38	13	17	588
1954	17	12	37	35	36	61	104	88	66	36	48	29	569
1955	44	29	40	14	45	37	115	30	46	46	24	51	520
1956	24	9	15	54	91	66	104	155	15	40	32	29	634
1957	12	55	30	51	63	83	48	68	73	23	22	29	556
1958	39	39	36	41	48	55	41	131	22	58	10	41	560
1959	45	22	25	16	54	23	135	51	74	30	37	43	556
1960	36	29	7	5	37	70	59	86	68	93	72	48	608
1961	29	15	31	49	79	28	52	89	56	13	45	31	518
1962	29	35	39	26	64	153	107	131	60	51	47	23	765
1963	23	36	30	18	50	55	30	59	30	32	73	20	455
1964	12	28	57	61	67	19	73	29	61	18	46	69	540
1965	43	17	23	42	31	59	141	50	92	25	38	85	647
1966	66	58	45	44	42	72	68	16	36	87	90	73	695
1967	49	18	51	52	91	30	48	75	38	33	45	69	601
1968	41	31	23	24	68	17	85	39	50	56	23	31	488
1969	25	13	25	66	44	152	62	134	37	34	71	51	714
1970	57	46	54	103	14	35	73	62	76	99	51	48	718
1971	42	15	31	38	50	123	149	9	112	81	61	49	761
1972	3	8	21	32	28	63	56	20	51	46	67	17	413
1973	11	65	14	72	81	93	96	100	46	93	50	41	761
1974	13	17	9	13	84	134	62	40	9	40	90	53	562
1975	47	11	37	24	26	35	83	52	6	15	10	60	404
1976	36	8	82	40	51	66	84	93	26	66	20	57	627
1977	48	65	18	30	109	86	66	63	41	19	95	39	677
1978	19	32	56	22	77	94	107	64	72	51	23	39	655
1979	85	32	44	38	4	25	193	54	47	58	65	57	702
1980	43	30	22	45	82	115	114	131	34	31	31	50	728
1981	48	48	34	35	18	53	25	81	83	79	55	79	637
1982	37	14	16	110	25	60	72	96	25	35	61	70	621
1983	67	55	55	33	24	66	82	60	23	41	61	29	596
1984	35	10	38	7	48	175	83	42	72	45	28	37	619
1985	68	29	17	45	28	112	111	29	143	29	46	50	706
1986	55	22	12	83	25	102	74	117	41	28	21	37	615
1987	52	12	16	41	73	85	44	158	89	0,0	44	55	668
1988	26	44	82	21	48	121	148	32	82	28	52	80	761
1989	33	32	54	51	59	110	60	61	26	77	39	58	660
1990	50	44	35	70	82	59	96	89	92	59	63	34	771
1991	32	37	22	24	80	50	76	55	52	119	38	38	623
1992	37	33	51	34	16	48	49	18	39	97	94	14	530
1993	60	23	31	60	32	93	140	16	83	43	4	98	683
1994	57	29	64	35	73	92	36	85	14	41	44	46	616
1995	60	59	19	60	89	119	27	98	86	16	52	24	710
1996	19	29	38	14	69	61	95	43	147	33	74	43	664

год	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	за год
1997	27	32	37	36	62	62	110	13	63	109	52	33	636
1998	53	31	58	100	53	51	126	132	78	98	70	43	890
1999	43	76	82	31	68	13	92	77	38	70	26	58	673
2000	45	50	38	43	82	68	97	52	89	23	80	87	753
2001	44	63	54	20	74	91	87	109	39	51	87	64	783
2002	38	65	13	41	42	22	39	91	106	106	38	31	632
2003	36	27	45	65	26	92	129	86	68	85	23	28	709
2004	96	71	32	38	109	67	143	7	24	32	59	41	719
2005	61	56	35	44	75	203	38	17	10	63	56	63	721
2006	16	37	54	46	69	97	107	106	61	69	31	14	705
2007	60	53	21	14	34	34	68	89	66	42	71	25	577
2008	45	30	57	42	71	70	89	64	49	26	73	66	682
2009	57	43	30	1	72	100	68	32	48	102	53	58	664
2010	34	71	11	41	71	41	81	105	62	32	97	111	757
2011	46	24	14	28	71	150	84	139	46	57	18	100	777
2012	62	30	39	63	54	117	40	65	39	55	49	77	688
2013	57	33	72	28	68	55	87	33	137	27	39	30	665
2014	43	24	19	35	69	27	29	42	52	14	2	56	410
2015	41	14	31	44	92	66	90	8	53	16	74	22	550
2016	68	59	58	80	46	54	110	28	31	61	62	40	696
2017	32	24	26	23	45	39	101	67	34	94	36	89	611
2018	45	49	45	23	23	63	116	11	28	30	11	47	492
2019	28	38	27	18	86	33	50	68	437	18	27	23	854
2020	31	52	28	13	138	141	76	44	18	47	58	45	692
2021	57	65	20	61	144	153	43	57	131	51	47	54	883
2022	74	31	7	190	86	89	82	15	116	83	47	96	915

Курск

Средняя температура воздуха, °С

год	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	за год
1945	-9,5	-10,3	-4,5	4,3	10,7	16,6	18,4	17,8	12,2	4,4	-1,6	-9,3	4,1
1946	-8,1	-5,6	-2,8	6,6	14,4	21,6	19,0	21,2	13,2	1,1	-3,0	-8,5	5,8
1947	-12,1	-10,3	-2,3	7,1	12,7	18,2	20,2	17,8	13,1	3,3	0,1	-2,0	5,5
1948	-5,0	-8,9	-4,7	7,1	16,1	20,4	18,2	18,4	11,6	6,1	-1,2	-6,8	5,9
1949	-4,5	-8,1	-3,4	5,2	17,0	16,6	18,4	17,6	13,3	5,1	1,2	-3,8	6,2
1950	-17,2	-5,5	-2,4	10,5	14,3	15,5	16,9	15,3	13,5	5,5	0,8	-5,3	5,2
1951	-10,1	-12,8	-2,4	10,1	12,0	18,4	19,6	19,0	13,8	3,1	-2,0	-2,3	5,5
1952	-3,0	-5,0	-9,3	5,9	11,9	17,2	18,6	19,0	13,6	6,5	-0,1	-5,5	5,8
1953	-7,9	-13,2	-2,9	6,2	12,7	20,2	20,1	18,9	12,3	6,3	-4,0	-5,9	5,2
1954	-15,2	-16,0	-3,9	3,8	14,9	21,2	21,1	20,9	14,8	6,5	0,6	-4,0	5,4
1955	-5,1	-4,4	-2,1	3,5	12,2	16,2	20,3	19,1	15,1	9,7	-2,6	-8,7	6,1
1956	-8,9	-18,4	-5,1	5,7	12,2	20,9	16,5	16,8	10,4	6,1	-5,4	-5,4	3,8

год	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	за год
1957	-7,7	-1,5	-4,3	8,6	14,9	17,3	18,3	18,0	13,4	5,1	-0,8	-5,2	6,3
1958	-7,0	-5,5	-4,9	3,9	14,9	14,7	18,1	16,5	10,1	6,3	-1,3	-3,8	5,2
1959	-4,0	-6,0	-3,5	6,7	12,7	17,2	21,7	18,0	9,6	2,7	-4,5	-10,1	5,0
1960	-6,6	-8,2	-6,7	5,1	13,3	19,3	21,0	16,9	10,5	5,9	-1,1	0,4	5,8
1961	-6,4	-4,0	0,5	6,3	11,7	19,0	19,6	17,8	11,8	6,1	-1,0	-6,3	6,3
1962	-4,6	-8,4	-2,8	8,8	14,1	16,2	17,5	16,8	12,0	7,3	1,5	-6,7	6,0
1963	-16,8	-8,2	-7,8	3,8	17,6	15,6	20,8	19,7	15,9	7,1	1,2	-9,9	4,9
1964	-9,7	-11,4	-6,9	5,9	11,5	19,6	19,6	16,1	12,9	7,2	-1,3	-1,8	5,1
1965	-8,7	-9,8	-3,1	2,3	11,1	16,1	17,3	16,8	13,8	3,9	-4,4	-1,1	4,5
1966	-5,0	-5,7	1,2	10,2	16,0	16,2	20,3	19,4	11,3	9,2	0,6	-7,1	7,2
1967	-13,4	-11,4	-1,3	7,1	17,7	16,9	18,8	18,9	13,8	9,8	1,2	-8,2	5,8
1968	-13,4	-8,5	-3,0	8,1	14,1	18,7	17,0	19,0	12,9	4,2	-1,6	-4,0	5,3
1969	-13,0	-11,2	-6,9	6,2	12,4	15,7	18,3	18,0	11,4	5,0	3,0	-9,6	4,1
1970	-8,3	-7,3	-2,5	7,6	14,2	16,5	21,0	16,7	12,0	5,6	-0,1	-4,9	5,9
1971	-4,1	-9,0	-3,8	4,7	14,5	17,0	18,2	18,8	12,7	5,0	1,0	-3,8	5,9
1972	-15,1	-9,3	-3,0	8,3	14,9	20,8	21,5	22,4	12,6	5,5	0,4	-2,0	6,4
1973	-10,2	-1,8	-1,9	9,0	13,8	16,9	17,9	16,1	8,3	4,6	-1,6	-4,3	5,6
1974	-10,3	-2,9	-0,7	3,9	10,8	16,0	17,6	17,0	14,4	9,7	1,7	-2,7	6,2
1975	-3,2	-6,6	0,3	11,8	18,2	20,6	19,2	17,5	15,3	4,5	-3,6	-4,7	7,4
1976	-10,7	-13,8	-3,9	8,1	11,2	14,9	16,4	15,7	11,5	0,6	-0,8	-3,0	3,9
1977	-11,3	-4,8	-0,5	8,2	14,6	16,6	18,3	16,3	10,3	3,7	2,3	-8,8	5,4
1978	-9,2	-8,3	0,2	6,2	11,4	14,5	16,6	16,6	10,7	4,7	2,4	-10,9	4,6
1979	-10,2	-9,7	-0,8	4,6	18,0	19,1	16,4	17,8	13,0	3,7	-1,1	-3,6	5,6
1980	-11,8	-8,7	-7,4	5,9	10,1	17,2	17,9	15,5	12,0	6,0	-1,6	-3,1	4,3
1981	-5,9	-5,2	-2,6	3,0	15,0	20,8	21,5	18,2	12,8	7,9	-0,8	-2,3	6,9
1982	-6,3	-8,9	-1,8	5,6	12,6	14,6	17,7	18,0	13,6	5,5	1,2	-0,5	5,9
1983	-3,6	-5,2	-1,5	10,8	16,3	16,5	18,5	17,1	13,2	6,4	-1,1	-3,8	7,0
1984	-5,0	-11,6	-2,2	7,6	17,6	15,3	17,4	16,1	13,6	7,1	-2,4	-9,2	5,4
1985	-9,8	-14,7	-6,1	6,7	15,7	15,9	17,1	19,9	11,1	5,7	-3,2	-5,4	4,4
1986	-5,1	-13,1	-1,1	9,8	14,5	19,0	18,2	18,8	10,9	4,9	-1,5	-6,2	5,8
1987	-16,8	-7,0	-8,4	2,0	13,9	17,6	18,1	15,6	10,6	3,9	-1,9	-6,5	3,4
1988	-8,6	-6,8	-0,4	6,6	14,4	18,9	20,8	17,1	12,4	5,4	-4,3	-6,9	5,7
1989	-2,7	-0,5	3,0	9,0	13,7	19,8	18,3	18,3	13,6	6,8	-1,6	-3,7	7,8
1990	-4,0	0,1	3,4	9,1	12,4	14,9	17,8	16,8	10,6	6,6	2,2	-4,3	7,1
1991	-4,7	-8,3	-2,3	7,9	13,2	19,5	19,5	17,8	12,9	8,1	-0,4	-5,0	6,5
1992	-4,1	-5,1	1,9	5,3	13,0	17,8	18,7	20,8	12,2	3,9	-0,7	-6,2	6,5
1993	-4,3	-4,6	-1,9	6,3	15,1	14,7	17,6	16,5	8,7	5,4	-9,0	-3,4	5,1
1994	-2,2	-10,3	-3,4	8,6	11,7	14,9	18,4	17,5	17,3	6,5	-1,5	-8,9	5,7
1995	-6,5	-0,9	1,3	8,8	14,8	20,4	19,1	18,1	13,4	7,2	-1,5	-8,1	7,2
1996	-11,4	-10,0	-5,6	6,5	17,7	17,5	19,6	18,6	10,9	6,4	4,1	-7,4	5,6
1997	-7,7	-5,2	-1,0	4,7	14,0	18,1	18,3	17,8	9,6	4,9	0,9	-7,5	5,6
1998	-5,4	-5,1	-0,2	6,7	14,2	20,2	20,1	16,7	13,0	6,6	-6,9	-7,8	6,0
1999	-3,5	-3,9	0,4	10,7	10,7	21,3	22,9	17,5	12,9	7,5	-3,5	-1,9	7,6
2000	-7,0	-2,9	-0,7	12,2	12,0	16,2	19,2	18,8	10,9	7,6	0,3	-0,9	7,1

год	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	за год
2001	-3,0	-5,1	-0,5	10,0	12,2	16,1	23,8	19,6	12,5	5,8	0,7	-10,1	6,8
2002	-5,8	0,6	3,4	8,7	13,7	17,8	22,9	19,0	13,0	5,0	0,4	-11,5	7,3
2003	-6,6	-10,3	-3,7	4,5	17,3	15,1	19,7	17,6	12,6	6,1	1,1	-2,9	5,9
2004	-4,7	-5,0	1,8	6,8	11,9	15,8	18,6	19,5	13,4	7,4	-0,6	-2,5	6,9
2005	-2,3	-8,9	-5,3	8,9	17,1	16,4	19,6	19,6	14,8	7,4	1,5	-3,3	7,1
2006	-10,9	-11,3	-2,8	7,0	13,6	19,1	18,7	19,9	14,0	8,0	1,0	0,3	6,4
2007	-0,8	-7,8	4,1	6,5	16,9	18,9	20,0	21,8	13,5	8,2	-1,4	-2,9	8,1
2008	-7,0	-2,6	3,1	10,5	13,2	17,1	19,9	20,9	12,7	9,3	2,2	-3,4	8,0
2009	-5,6	-4,2	-0,2	7,8	14,3	19,9	20,2	17,1	15,8	7,5	3,0	-5,6	7,5
2010	-13,5	-5,6	-1,5	9,0	17,4	21,8	25,8	25,0	14,5	4,6	5,7	-4,1	8,3
2011	-7,3	-10,9	-2,7	7,6	16,9	19,7	22,5	19,1	13,7	6,4	-0,6	0,0	7,0
2012	-6,0	-11,6	-1,9	11,4	17,8	18,5	22,1	19,7	15,0	8,9	2,3	-7,2	7,4
2013	-6,0	-2,9	-3,9	8,8	19,0	20,7	19,6	19,6	10,9	7,1	4,5	-2,7	7,9
2014	-8,7	-2,9	3,5	8,4	17,6	16,8	21,9	21,3	14,2	5,5	-0,6	-3,7	7,8
2015	-4,0	-3,4	1,9	7,4	15,7	19,4	20,0	20,3	16,7	4,7	2,1	-0,3	8,4
2016	-9,3	-0,2	1,5	9,9	14,7	18,9	21,6	20,9	12,3	5,4	-1,4	-5,4	7,4
2017	-7,0	-5,2	3,4	8,2	13,3	16,9	19,0	21,1	14,5	6,1	0,4	1,1	7,7
2018	-4,9	-7,6	-5,6	9,3	17,8	18,6	20,4	21,5	16,6	8,8	-1,6	-5,0	7,4
2019	-6,4	-2,1	1,3	9,7	16,8	21,7	18,7	19,2	14,3	9,5	1,9	0,2	8,7
2020	-0,9	-0,8	5,2	7,0	11,7	20,9	20,7	19,3	16,8	11,1	1,3	-4,0	9,0
2021	-4,5	-8,7	-0,8	7,4	14,7	20,1	23,1	22,0	11,4	6,5	2,8	-4,4	7,5
2022	-4,8	-1,1	-0,8	8,2	12,1	20,0	19,8	22,1	10,9	8,4	0,8	-2,1	7,8

Годовая сумма осадков, мм

год	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	за год
1944	51	20	53	66	54	37	278	21	34	13	77	11	714
1945	20	50	27	28	97	97	96	87	36	101	28	34	701
1946	31	56	26	19	15	39	77	70	35	47	37	18	469
1947	18	28	44	60	28	56	72	116	55	36	81	119	714
1948	73	50	24	10	43	48	97	107	52	35	66	6	611
1949	37	15	54	42	24	218	48	52	4	12	57	71	632
1950	25	30	33	20	38	132	57	124	26	79	47	24	633
1951	43	7	93	32	150	43	57	116	91	15	35	29	710
1952	64	61	37	31	41	68	75	59	82	170	112	32	833
1953	51	49	20	87	68	126	38	67	20	16	17	18	575
1954	50	12	49	47	95	50	68	45	27	53	54	54	604
1955	78	55	37	38	94	76	23	13	24	59	35	105	636
1956	30	24	22	32	61	80	153	113	44	49	53	78	739
1957	48	57	65	24	107	53	59	67	42	30	33	21	605
1958	28	48	47	76	41	78	58	134	35	65	11	41	660
1959	55	18	22	22	66	75	37	39	103	30	19	61	548
1960	51	42	11	29	53	24	81	135	24	91	77	56	673
1961	26	19	29	50	111	23	59	53	30	19	36	35	491

год	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	за год
1962	37	28	39	19	49	57	106	52	40	20	41	24	512
1963	22	44	17	37	12	86	30	50	14	28	61	33	433
1964	13	37	62	30	58	47	91	106	28	22	45	81	622
1965	20	23	39	43	41	75	90	73	61	9	54	101	629
1966	83	35	59	32	45	60	95	11	25	26	77	107	655
1967	56	25	29	49	31	62	32	17	17	9	51	53	428
1968	76	60	31	26	51	33	75	18	104	28	22	42	565
1969	12	17	54	45	78	57	50	63	26	35	82	59	579
1970	107	126	76	72	20	29	26	85	60	131	58	41	831
1971	46	32	26	20	34	82	47	14	114	38	75	28	554
1972	3	12	23	46	27	56	114	7	73	71	72	11	515
1973	25	43	15	55	72	57	93	52	66	74	54	65	671
1974	12	12	14	20	119	101	95	23	13	61	43	71	583
1975	39	15	27	28	21	54	60	53	38	14	15	57	420
1976	41	5	54	27	52	31	62	65	66	35	17	94	548
1977	44	40	24	46	84	130	53	82	40	41	106	35	725
1978	12	30	70	16	92	52	124	30	85	55	21	62	648
1979	60	44	50	43	9	26	204	20	55	49	53	73	685
1980	45	19	28	61	56	104	60	88	49	57	117	60	743
1981	79	55	41	50	7	57	33	92	41	70	81	147	754
1982	64	37	22	100	48	126	95	62	14	73	27	43	711
1983	47	53	58	10	90	31	67	49	24	40	32	16	515
1984	47	15	42	8	44	119	115	86	42	32	38	37	626
1985	66	45	7	29	36	102	103	60	92	31	90	44	703
1986	61	39	25	67	33	58	96	53	48	58	12	29	579
1987	60	28	27	27	95	103	30	51	73	0,0	44	38	576
1988	29	31	81	43	65	156	85	128	88	49	24	78	857
1989	26	34	33	56	34	102	39	43	34	73	50	67	591
1990	49	42	25	111	47	79	64	75	85	47	75	19	719
1991	30	32	20	45	100	88	131	80	21	93	18	41	698
1992	29	27	29	43	23	27	46	13	125	179	69	14	622
1993	32	32	26	32	50	97	65	32	95	25	6	77	568
1994	50	33	48	32	74	70	24	45	12	84	47	37	555
1995	75	68	23	69	44	78	32	57	75	8	92	29	650
1996	34	42	35	24	48	56	78	21	115	50	48	33	584
1997	23	52	27	45	41	176	114	0,0	128	92	47	37	781
1998	40	28	89	99	40	39	92	79	14	101	82	23	724
1999	61	59	60	24	84	30	57	92	36	36	20	49	608
2000	22	36	62	61	49	46	190	55	118	18	7	32	696
2001	59	55	79	75	35	76	138	30	154	49	55	44	847
2002	27	59	11	36	110	43	47	42	130	70	47	19	640
2003	32	25	38	59	19	35	119	90	35	70	23	46	592
2004	67	54	42	39	112	30	129	29	85	44	33	33	695
2005	72	46	23	45	42	110	51	79	10	52	43	78	651

год	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	за год
2006	23	56	62	29	77	40	30	80	62	74	27	15	576
2007	57	59	33	18	37	47	60	43	90	47	63	17	569
2008	45	20	56	89	54	11	95	27	53	18	51	31	547
2009	62	60	53	0,0	48	85	69	26	48	106	56	72	684
2010	48	47	23	23	19	25	42	18	75	51	75	127	572
2011	33	20	6	29	39	84	62	85	13	27	19	81	496
2012	85	23	35	33	67	121	28	88	14	102	28	59	682
2013	38	33	117	20	49	42	42	76	102	43	31	15	608
2014	60	22	20	31	69	76	35	7	68	24	7	39	458
2015	29	69	45	54	31	127	31	3	87	14	96	40	625
2016	111	47	85	87	79	90	101	152	13	71	77	52	965
2017	50	23	30	22	29	84	94	27	20	80	52	137	648
2018	50	31	85	13	44	24	178	3	35	28	6	82	580
2019	49	39	56	13	73	30	49	27	39	57	39	29	499
2020	29	42	21	27	98	74	106	11	10	36	55	28	535
2021	72	68	12	64	92	65	65	40	76	4	59	51	668
2022	81	23	30	117	103	10	69	25	143	80	39	126	846

Белгород

Средняя температура воздуха, °С

год	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	за год
1944	-3,4	-2,6	0,3	7,1	14,0	17,5	19,7	17,5	14,5	7,2	1,7	-6,5	7,3
1945	-8,0	-10,0	-3,1	5,1	11,6	17,6	19,0	18,3	13,0	5,3	-1,0	-8,3	5,0
1946	-6,9	-3,6	-1,1	7,7	15,7	22,4	20,0	21,5	14,2	2,1	-1,3	-7,1	7,0
1947	-11,6	-7,4	-0,1	8,2	13,5	19,4	21,1	18,6	13,4	3,9	1,6	-0,5	6,7
1948	-3,1	-6,4	-3,6	7,9	16,8	21,4	19,0	19,2	11,3	7,2	-0,2	-6,6	6,9
1949	-3,5	-7,7	-1,9	5,8	17,8	17,4	19,2	18,0	13,1	4,4	2,4	-2,8	6,9
1950	-16,4	-4,9	-0,5	12,1	15,1	16,5	17,6	16,2	14,0	5,9	1,4	-3,7	6,1
1951	-8,8	-11,7	-0,7	11,3	13,0	19,5	20,5	19,7	13,6	3,3	-0,9	-1,6	6,4
1952	-2,2	-3,8	-8,3	6,6	13,1	17,8	19,2	19,6	14,4	7,9	1,0	-4,7	6,7
1953	-6,5	-11,5	-2,6	6,8	13,7	20,8	21,0	19,8	12,5	6,6	-3,9	-5,6	5,9
1954	-14,9	-16,2	-2,8	4,7	16,0	22,2	21,7	21,1	15,0	6,9	1,8	-3,1	6,0
1955	-3,7	-3,2	-0,8	4,2	13,4	16,8	21,0	19,1	15,2	10,0	-2,2	-7,0	6,9
1956	-7,7	-17,1	-4,8	6,3	13,0	21,8	17,1	17,8	10,3	6,7	-4,5	-4,5	4,5
1957	-7,3	-0,7	-3,2	9,5	15,9	18,7	20,1	19,5	14,2	5,3	0,5	-3,7	7,4
1958	-5,7	-4,1	-2,7	5,3	15,9	16,0	18,9	17,6	10,4	6,5	-0,4	-2,8	6,2
1959	-2,9	-5,2	-2,7	7,5	14,1	18,5	23,1	18,6	10,1	3,3	-3,5	-8,5	6,0
1960	-5,2	-6,9	-4,8	6,2	13,7	19,6	21,2	17,4	10,9	7,2	0,3	1,6	6,8
1961	-5,4	-2,7	1,7	7,5	12,2	20,1	20,4	18,8	12,5	6,4	0,4	-5,2	7,2
1962	-4,4	-7,5	-1,0	9,9	15,2	17,7	18,8	18,1	12,8	7,9	2,1	-5,6	7,0
1963	-15,8	-6,6	-6,8	4,8	18,1	16,6	21,9	20,2	16,4	7,5	1,9	-9,1	5,8
1964	-9,4	-10,4	-5,6	6,7	12,8	20,4	20,1	17,1	13,7	7,7	-0,3	-0,7	6,0

ГОД	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	за год
1965	-8,0	-9,0	-1,4	3,8	12,4	17,4	18,8	17,7	13,9	4,4	-3,1	0,1	5,6
1966	-3,6	-4,0	2,5	11,1	16,4	16,6	21,6	20,7	12,3	9,6	1,8	-5,7	8,3
1967	-11,8	-10,6	-0,6	8,7	18,1	17,7	19,4	19,3	14,2	9,9	2,1	-6,9	6,6
1968	-11,4	-7,0	-1,8	9,0	15,1	19,2	17,5	19,2	13,8	4,9	-0,4	-3,1	6,3
1969	-12,1	-10,5	-4,7	6,9	13,5	17,0	18,5	18,5	11,8	5,3	3,6	-8,7	4,9
1970	-8,1	-6,1	-1,6	9,2	15,0	16,8	21,8	17,0	12,7	6,3	1,1	-5,1	6,6
1971	-3,6	-8,6	-3,0	5,4	14,8	18,1	19,6	19,3	14,2	5,3	2,8	-3,0	6,8
1972	-14,9	-9,0	-2,2	9,9	15,4	21,2	22,1	23,3	13,4	6,0	1,2	-1,8	7,1
1973	-10,0	-1,5	-1,4	10,4	14,3	16,9	18,5	16,5	9,4	5,6	-1,1	-3,5	6,2
1974	-9,4	-2,5	-0,0	5,1	11,8	16,8	18,2	17,6	14,8	10,5	2,1	-2,0	6,9
1975	-2,4	-6,0	0,7	12,8	18,3	21,9	20,3	18,7	15,8	5,2	-2,8	-4,4	8,2
1976	-9,1	-13,7	-3,5	9,0	11,9	15,7	16,9	16,4	12,7	1,0	-0,1	-2,3	4,6
1977	-11,1	-3,3	0,6	9,0	15,1	16,9	18,7	17,0	11,0	4,3	3,4	-8,9	6,1
1978	-8,9	-7,3	1,6	7,4	12,0	15,2	17,2	17,1	11,8	5,5	2,9	-9,9	5,4
1979	-9,5	-8,7	0,1	5,6	18,8	20,0	17,5	18,8	13,7	4,3	-0,3	-2,6	6,5
1980	-10,9	-8,3	-6,6	6,3	11,4	17,5	18,8	16,2	12,6	6,5	-0,9	-2,1	5,0
1981	-4,5	-4,2	-1,6	4,4	15,0	21,7	21,6	19,1	13,5	8,4	0,1	-1,6	7,7
1982	-5,4	-8,7	-1,0	6,4	13,3	15,7	18,2	18,5	14,3	6,0	1,5	0,0	6,6
1983	-3,5	-4,2	-0,4	11,4	16,4	17,0	19,5	17,9	14,2	7,1	-0,5	-3,4	7,6
1984	-4,3	-10,8	-1,2	8,5	18,0	16,6	18,4	17,1	14,6	7,7	-1,2	-8,6	6,2
1985	-8,6	-14,3	-5,8	7,7	16,8	16,6	17,7	20,7	12,0	6,3	-2,5	-5,1	5,1
1986	-4,3	-12,1	-0,5	10,8	14,4	19,6	18,8	19,7	12,1	5,6	-1,4	-5,5	6,4
1987	-16,0	-6,6	-8,2	2,3	14,6	18,1	18,9	16,1	11,3	4,8	-1,1	-6,1	4,0
1988	-8,2	-6,5	0,5	7,5	14,4	19,1	21,4	18,0	12,9	6,0	-3,9	-6,3	6,2
1989	-2,0	-0,3	4,0	9,5	13,9	20,1	18,7	19,0	14,1	7,5	-0,6	-2,9	8,4
1990	-3,4	0,5	4,3	10,0	12,9	15,2	18,6	17,3	11,6	7,1	3,3	-3,5	7,8
1991	-4,0	-8,0	-1,9	8,9	13,3	19,9	20,7	18,4	13,4	8,9	0,0	-4,9	7,1
1992	-3,7	-4,8	2,6	6,4	13,0	18,2	18,8	20,9	12,4	4,7	0,1	-6,1	6,9
1993	-4,1	-4,1	-1,4	6,9	15,3	15,5	18,1	17,3	9,7	5,9	-8,4	-3,1	5,6
1994	-1,6	-9,9	-2,4	9,7	12,2	15,6	19,1	18,4	17,9	7,5	-1,1	-8,6	6,4
1995	-6,0	-0,4	2,0	9,6	15,4	20,9	19,5	18,6	14,0	7,1	-0,8	-7,6	7,7
1996	-11,2	-9,1	-5,1	7,3	18,2	18,1	20,2	19,0	11,4	6,7	4,4	-6,7	6,1
1997	-7,8	-4,8	-0,3	5,3	15,0	18,8	18,9	18,3	10,3	5,5	1,4	-7,1	6,1
1998	-5,6	-4,6	0,2	8,7	15,2	21,0	21,1	18,3	13,9	7,5	-5,3	-6,8	7,0
1999	-2,8	-2,4	1,9	11,1	11,4	21,3	23,8	18,3	13,6	7,8	-2,6	-1,0	8,4
2000	-5,8	-2,1	0,2	12,7	12,8	16,9	20,0	20,0	11,8	7,7	0,3	-0,4	7,8
2001	-1,8	-4,4	0,7	10,1	12,7	16,2	24,4	20,8	13,3	6,2	1,2	-9,4	7,5
2002	-5,7	1,0	3,9	9,3	14,5	18,2	23,7	19,5	14,4	5,9	1,5	-11,4	7,9
2003	-6,1	-9,9	-3,5	5,5	17,9	15,9	19,5	18,3	13,1	6,7	1,3	-2,4	6,4
2004	-3,9	-4,5	2,6	7,5	12,7	16,4	19,1	20,1	13,8	7,5	0,5	-2,2	7,5
2005	-1,7	-7,6	-4,3	9,9	17,1	17,0	20,1	20,0	15,3	7,6	2,1	-2,8	7,7
2006	-10,7	-10,5	-1,6	8,2	14,4	19,7	19,1	21,0	14,4	8,7	1,4	0,1	7,0
2007	-0,3	-6,4	4,1	7,5	17,6	19,6	20,8	22,4	14,2	8,7	-0,8	-3,0	8,7
2008	-7,3	-2,4	4,1	10,8	13,1	17,7	20,9	21,6	13,4	9,9	2,6	-3,3	8,4

год	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	за год
2009	-5,6	-3,1	0,4	8,3	14,4	20,9	21,4	17,9	16,1	8,4	3,4	-5,2	8,1
2010	-12,1	-5,1	-1,1	9,8	17,4	22,3	25,3	25,3	14,7	4,8	6,9	-2,9	8,8
2011	-7,8	-10,4	-2,1	7,7	17,0	20,1	22,5	19,9	14,7	7,0	-0,6	0,4	7,4
2012	-5,5	-11,3	-1,9	12,8	18,6	20,0	23,0	20,4	15,6	9,9	2,8	-6,4	8,2
2013	-4,8	-2,4	-2,8	10,1	19,9	20,9	20,5	20,2	11,6	7,3	4,6	-2,6	8,5
2014	-8,2	-2,8	4,0	8,7	17,9	17,4	21,9	21,7	14,4	5,7	-0,6	-3,4	8,1
2015	-3,9	-3,5	2,4	8,2	15,8	20,6	20,7	20,5	17,8	5,0	2,7	-0,5	8,8
2016	-8,6	0,2	2,3	10,9	14,8	19,5	22,2	21,0	13,0	5,5	-0,9	-5,6	7,9
2017	-6,9	-5,1	3,8	8,3	13,9	18,3	20,5	21,8	15,4	6,7	1,1	1,8	8,3
2018	-4,6	-6,8	-5,2	10,1	17,7	19,4	21,2	21,5	16,5	9,7	-1,6	-4,5	7,8
2019	-6,1	-2,1	2,2	10,0	16,9	22,4	19,6	19,8	15,3	10,0	2,4	0,7	9,3
2020	-1,1	-0,5	5,6	7,7	12,7	21,4	21,6	20,0	17,5	11,7	1,5	-4,3	9,5
2021	-3,6	-6,8	-0,0	7,9	15,2	20,1	23,8	22,9	12,5	7,2	3,2	-3,5	8,2
2022	-4,4	-0,6	-0,9	10,2	12,9	20,5	20,7	22,9	11,8	8,9	1,1	-1,3	8,5

Годовая сумма осадков, мм

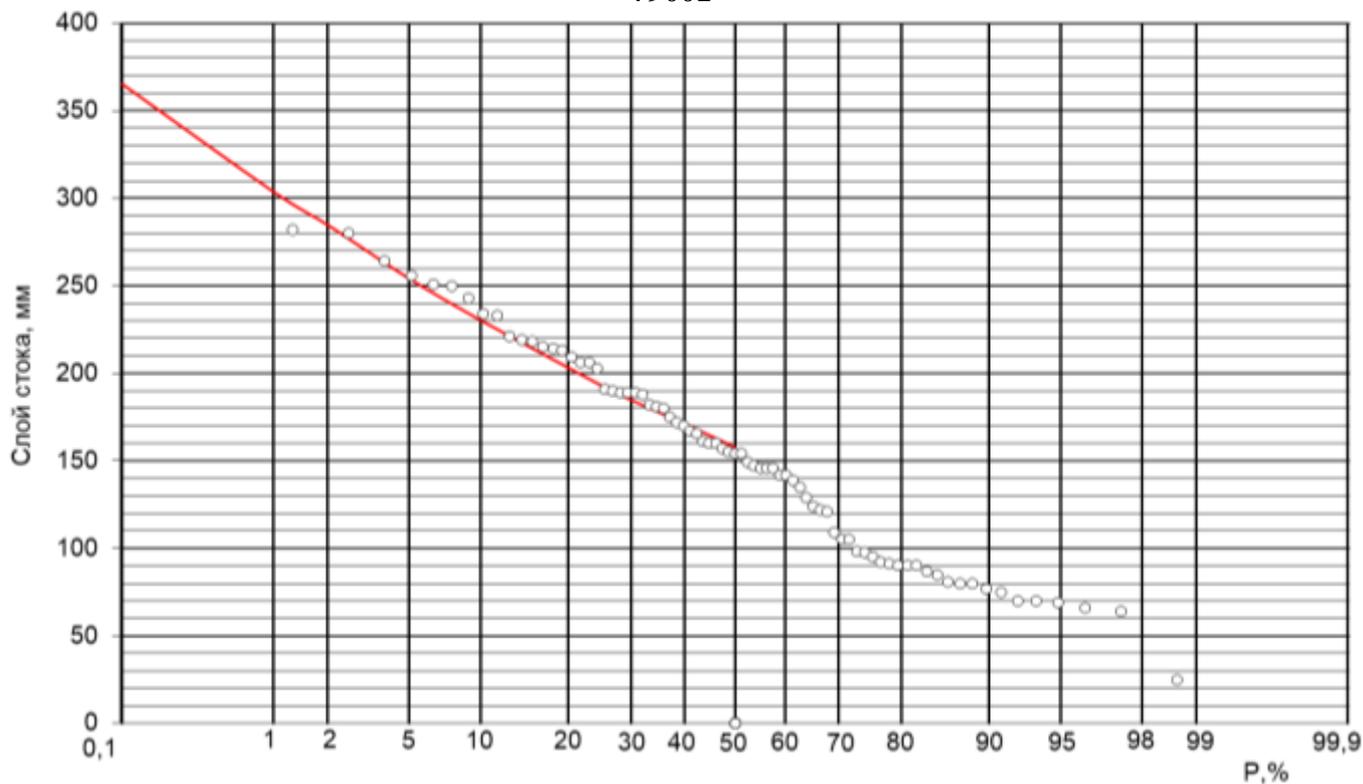
год	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	за год
1944	26	32	55	24	26	49	109	24	13	3	57	11	430
1945	17	13	23	19	69	81	85	108	23	82	21	13	554
1946	12	43	23	14	16	4	63	28	26	44	26	17	316
1947	15	38	36	105	62	31	16	136	58	50	70	113	729
1948	63	55	15	13	47	81	79	58	44	53	66	5	578
1949	22	11	38	33	5	95	88	21	18	11	46	58	446
1950	11	47	26	8	34	85	78	40	51	83	49	21	533
1951	34	4	49	46	60	45	28	59	43	11	30	20	429
1952	54	49	38	18	48	120	39	49	61	154	73	44	745
1953	33	32	27	36	53	34	60	17	57	10	15	12	386
1954	32	8	24	34	41	9	134	66	40	76	46	64	575
1955	63	53	16	36	79	38	16	58	12	55	21	68	516
1956	19	16	16	68	39	58	114	99	34	28	24	34	549
1957	27	51	39	21	37	25	59	23	35	24	35	19	395
1958	27	56	47	58	57	159	74	44	36	73	3	48	681
1959	74	22	49	30	13	46	41	40	98	25	14	53	505
1960	77	36	11	18	59	18	135	68	47	135	80	46	731
1961	32	25	36	33	131	13	16	20	35	17	32	36	426
1962	47	24	44	16	35	50	60	42	71	14	26	44	471
1963	53	56	46	71	12	84	10	37	23	35	72	54	553
1964	23	61	53	44	49	18	102	77	8	29	30	77	568
1965	22	39	26	50	57	41	86	106	65	11	115	74	695
1966		15	36	31	29	29	56	10	55	16	53	118	
1967	68	31	26	39	20	124	9	29	22	18	38	71	495
1968	85	51	43	31	17	70	90	16	83	35	43	37	598
1969	9	21	44	29	40	97	91	95	29	25	60	59	599

год	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	за год
1970	127	73	60	56	63	70	19	110	41	95	45	26	784
1971	27	36	42	26	23	55	35	27	105	39	57	29	501
1972	9	7	14	64	39	75	91	7	65	65	91	8	535
1973	24	57	19	44	79	49	120	58	49	58	56	62	676
1974	11	22	13	20	68	66	107	21	28	13	11	36	414
1975	65	7	31	13	5	34	33	38	37	14	17	39	333
1976	42	2	43	31	68	50	63	41	15	18	11	70	454
1977	24	55	21	33	64	62	124	105	19	48	89	18	662
1978	8	32	67	16	120	61	150	47	95	39	8	103	746
1979	74	42	44	57	3	33	154	54	97	54	37	47	698
1980	55	28	25	78	51	103	33	136	43	32	148	91	821
1981	65	58	36	40	15	62	110	82	17	86	69	126	768
1982	64	30	11	46	28	72	95	80	8	61	19	51	564
1983	49	52	86	40	105	56	89	36	17	64	29	16	640
1984	64	52	28	9	47	42	77	37	36	36	26	25	480
1985	70	45	7	25	42	56	79	36	77	12	72	31	552
1986	60	31	11	70	86	58	60	25	59	63	13	44	579
1987	58	16	57	60	47	53	36	77	81	4	45	35	569
1988			46	39	50	111	97	50	78	15	22	50	
1989	24	26	25	76	41	121	111	45	33	55	63	47	668
1990	44	46	30	82	69	109	21	32	38	36	106	22	632
1991	30	46	8	7	94	47	40	79	9	64	15	32	470
1992	34	22	23	31	85	54	100	5	94	108	68	18	640
1993	32	30	29	14	32	60	44	64	114	20	6	69	514
1994	34	23	40	34	83	47	9	5	23	51	20	36	404
1995	62	50	34	61	33	88	17	40	81	23	117	33	637
1996	26	32	23	26	33	38							
1997													
1998													
1999													
2000	0,0	0,0	33	60	31	59	101	9	85	9	8	38	432
2001	41	43	62	61	26	153	41	32	26	35	41	37	595
2002	19	48	21	27	46	61	63	18	97	44	33	18	493
2003	38	20	27	9	25	34	148	126	20	70	37	28	580
2004	58	51	42	40	88								
2005		38	27	18	51	99	69	33	0,0	58	52	62	
2006	23	36	45	17	79	63	75	65	50	37	42	17	547
2007	53	39	16	19	17	118	49	8	100	48	56	16	540
2008	31	20	38	49	42	22	41	15	53	27	30	20	388
2009	37	57	56	4	55	19	42	15	18	70	62	69	503
2010	29	33	23	16	25	21	40	25	84	44	54	75	470
2011	28	23	8	33	47	68	83	18	13	27	12	50	408
2012	50	30	20	22	41	31	51	97	17	93	19	43	513
2013	57	20	58	5	8	54	23	35	124	53	26	13	476

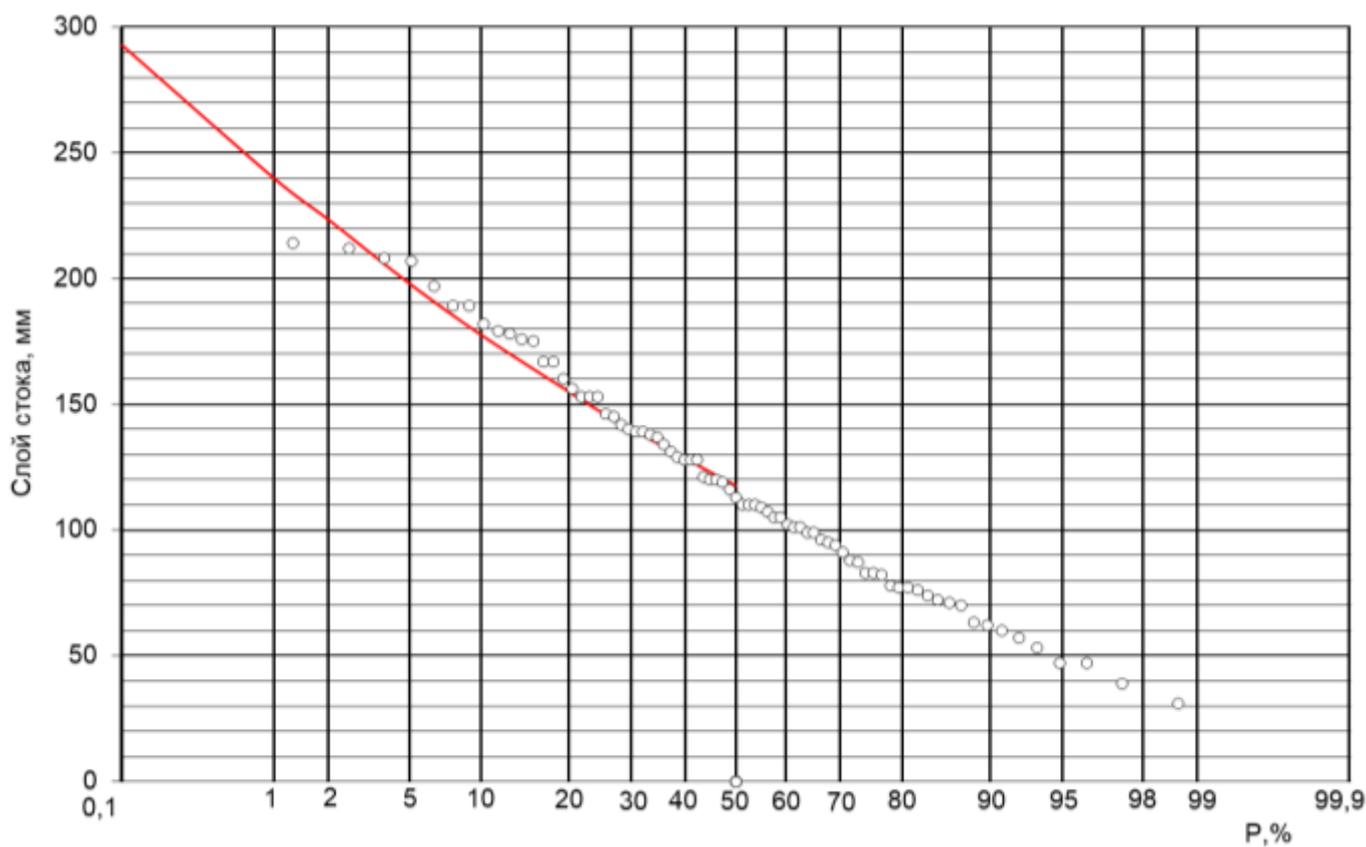
год	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	за год
2014	37	15	11	27	78	116	14	35	25	16	6	46	425
2015	25	46	21	49	31	55	88	4	10	11	88	64	491
2016	55	20	49	43	97	32	78	88	15	40	89	83	688
2017	45	28	17	32	45	30	38	45	17	74	48	95	514
2018	60	42	85	45	60	37	205	0,0	30	24	21	101	710
2019	56	25	33	36	66	11	50	0,8	32	70	26	37	444
2020	32	72	24	16	113	58	81	7	3	31	53	31	520
2021	71	53	28	67	66	92	28	47	55	2	29	58	596
2022	72	40	41	68	36	37	29	55	95	77	43	75	669

ПРИЛОЖЕНИЕ Б – Эмпирические и аналитические кривые распределения слоя стока весеннего половодья (1944-2022 гг)

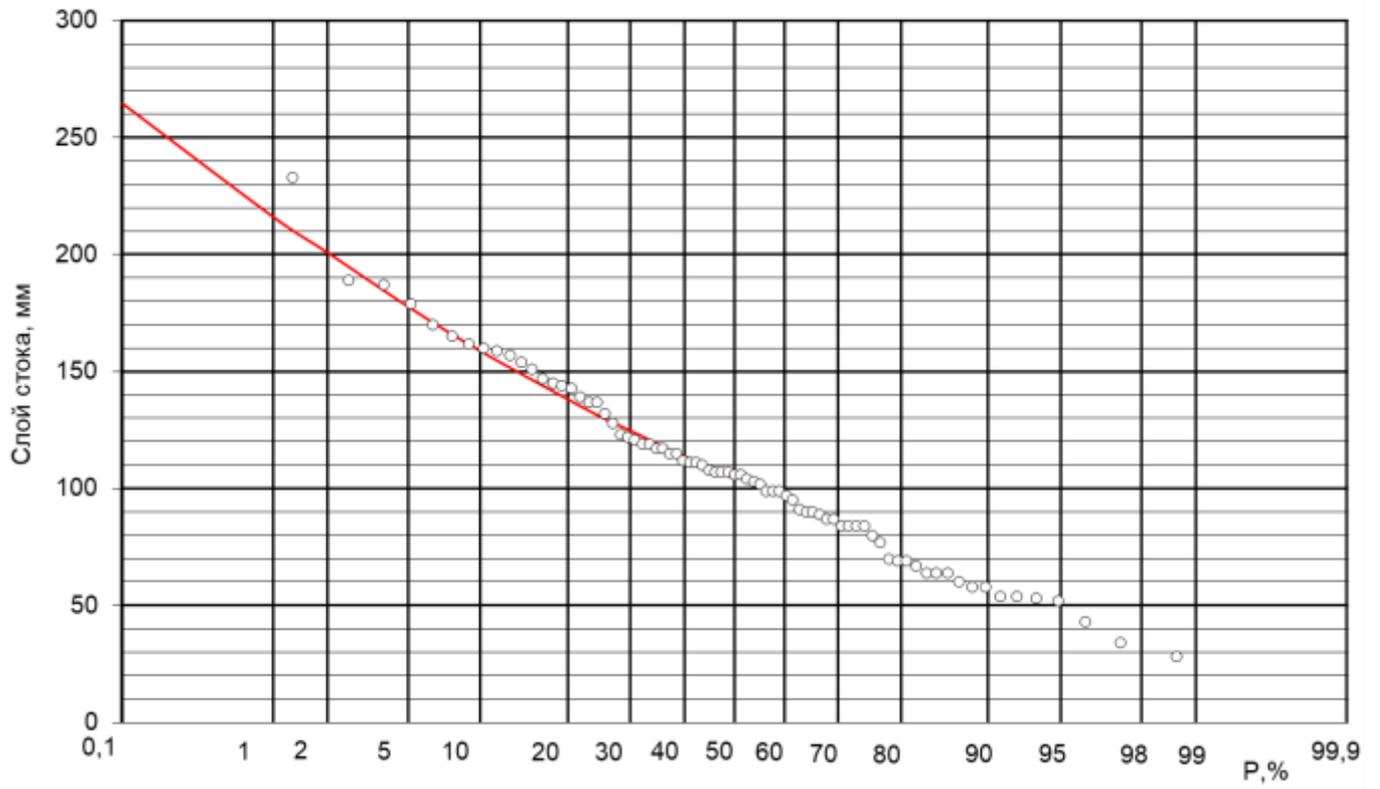
79001



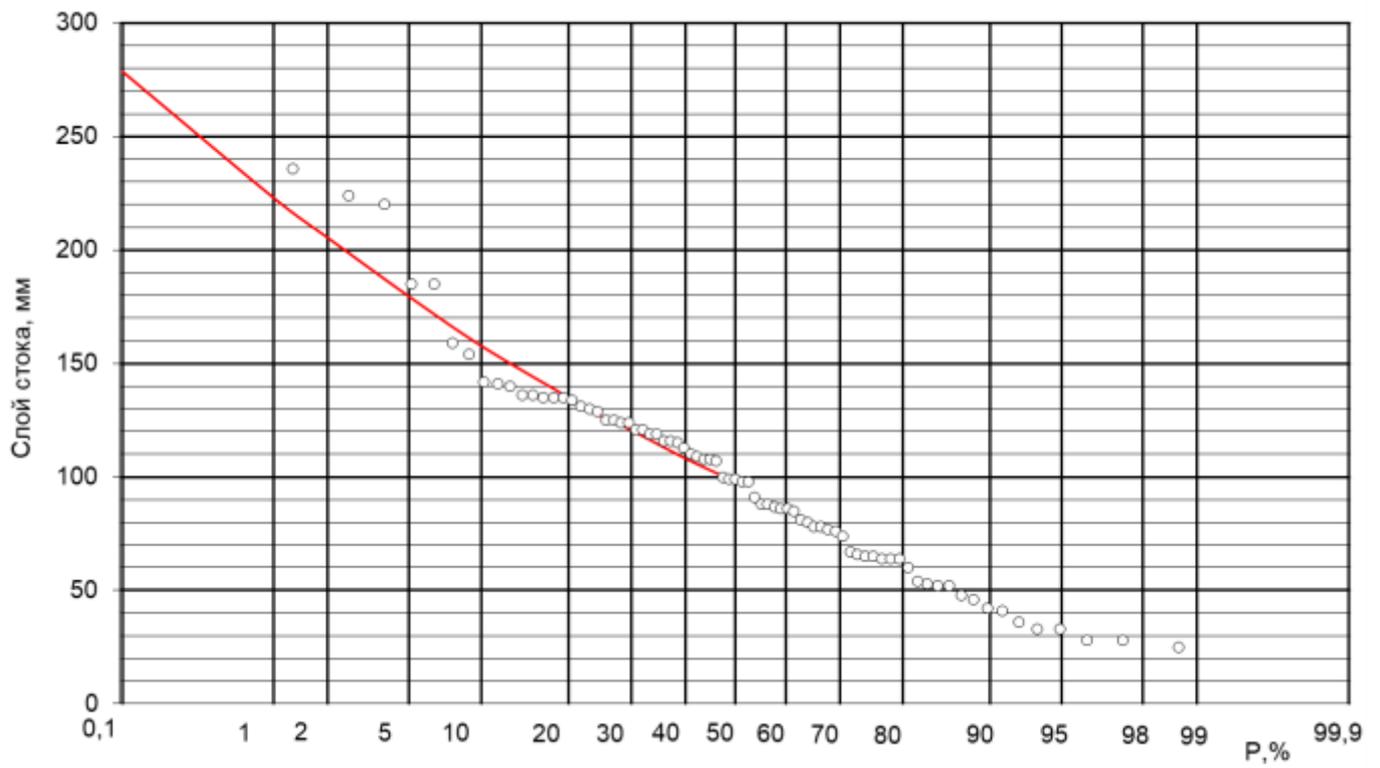
79006



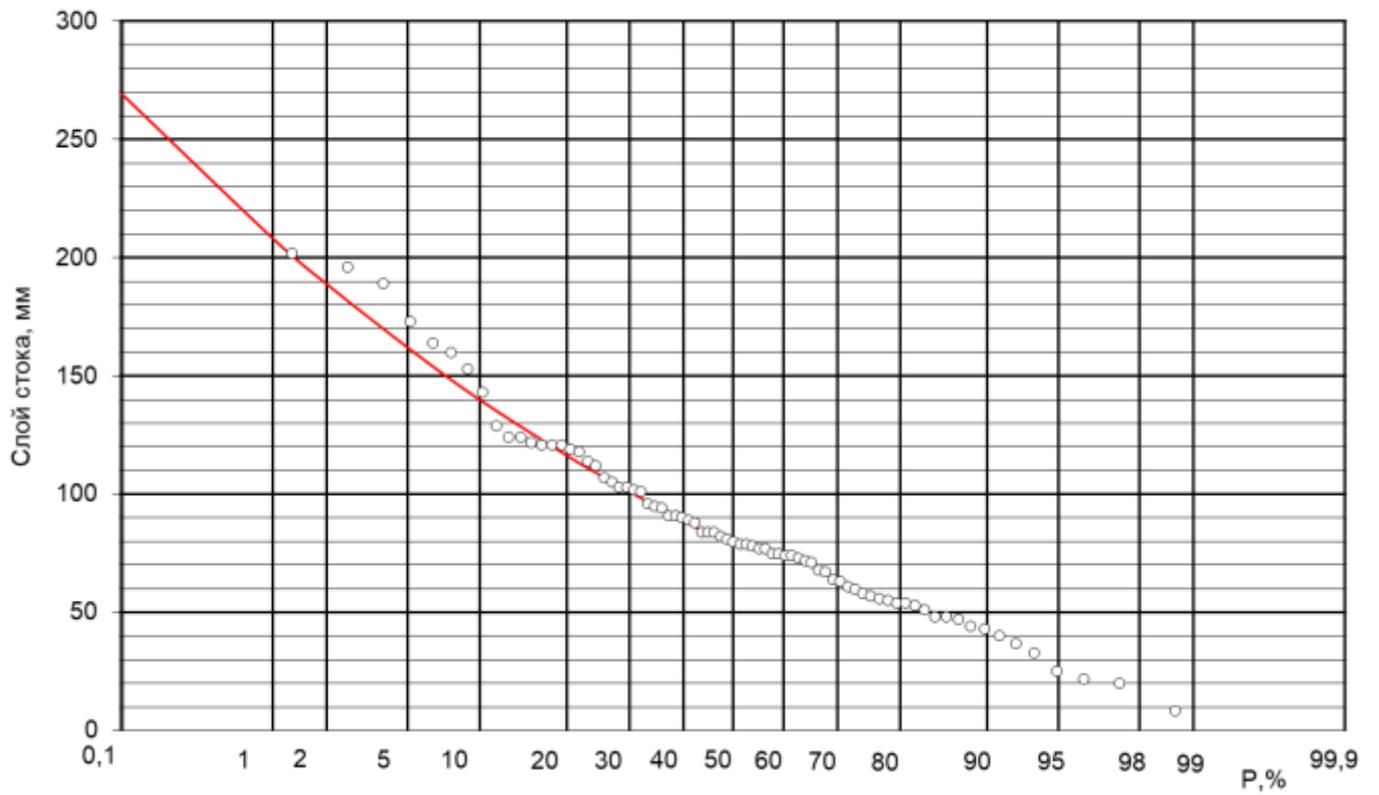
79011



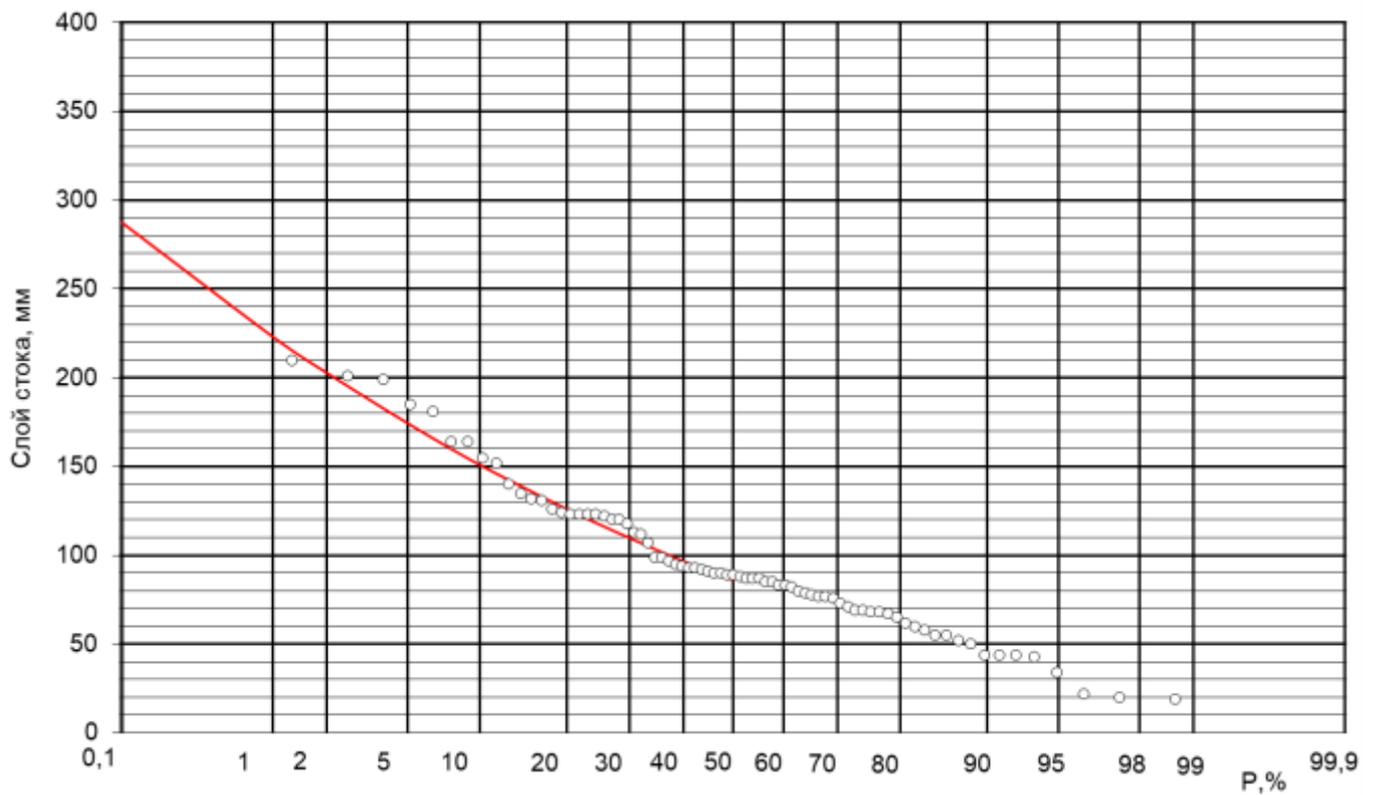
79051



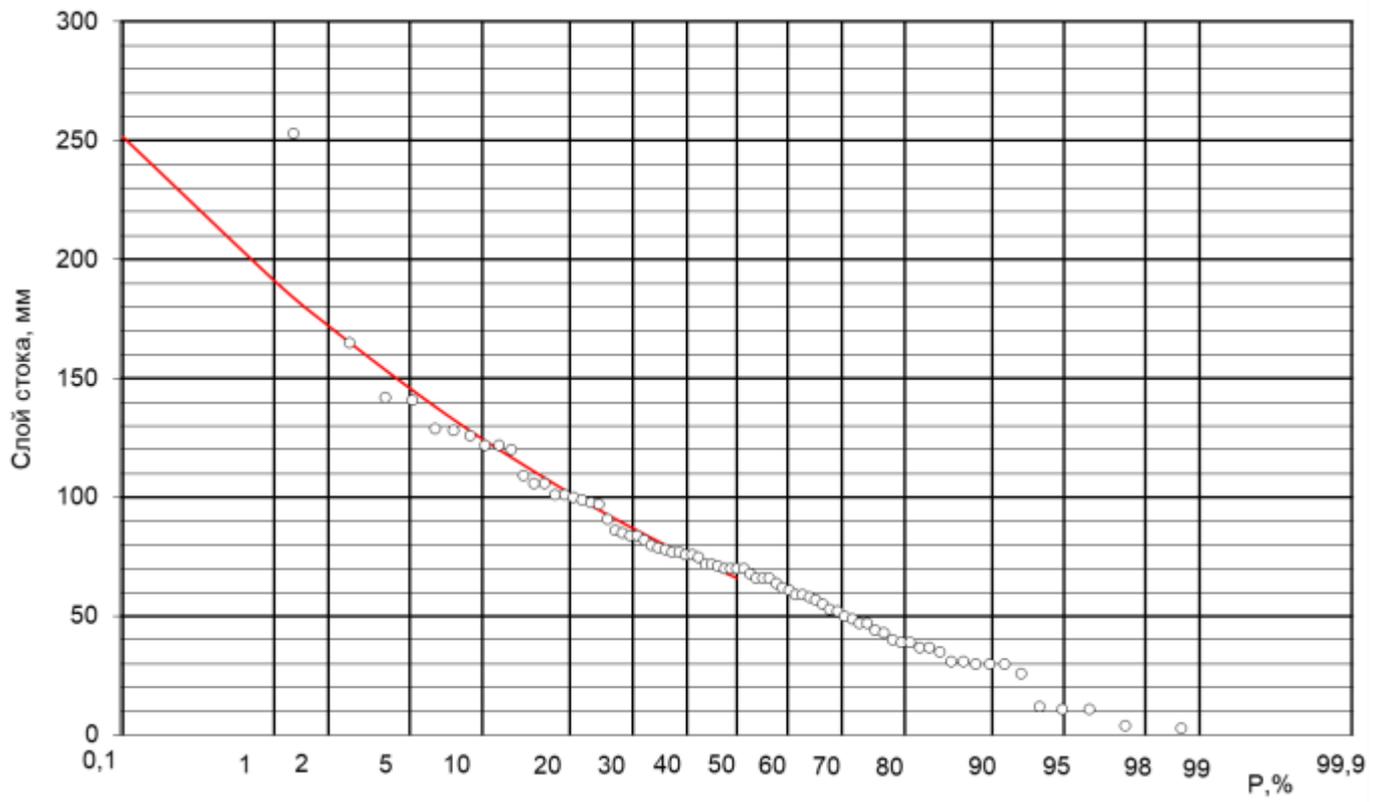
79244



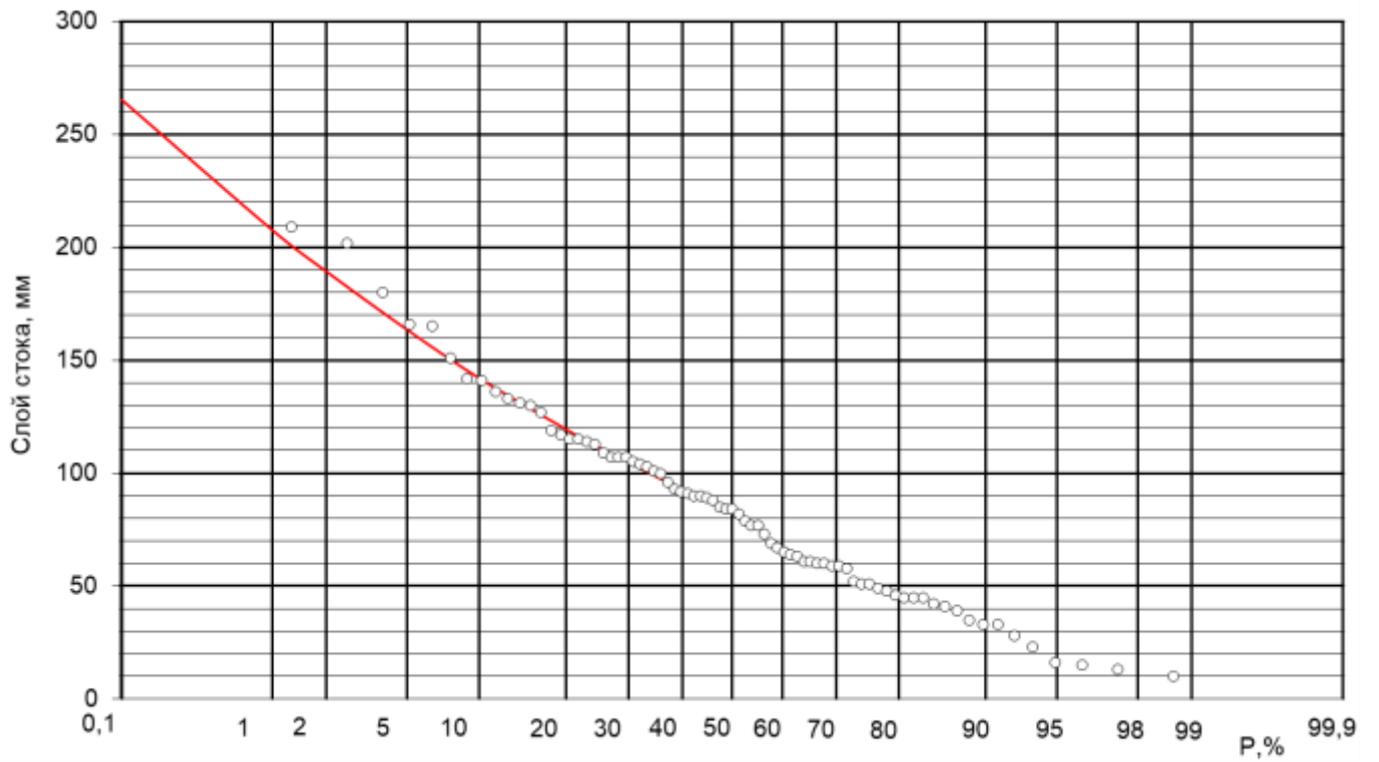
79261



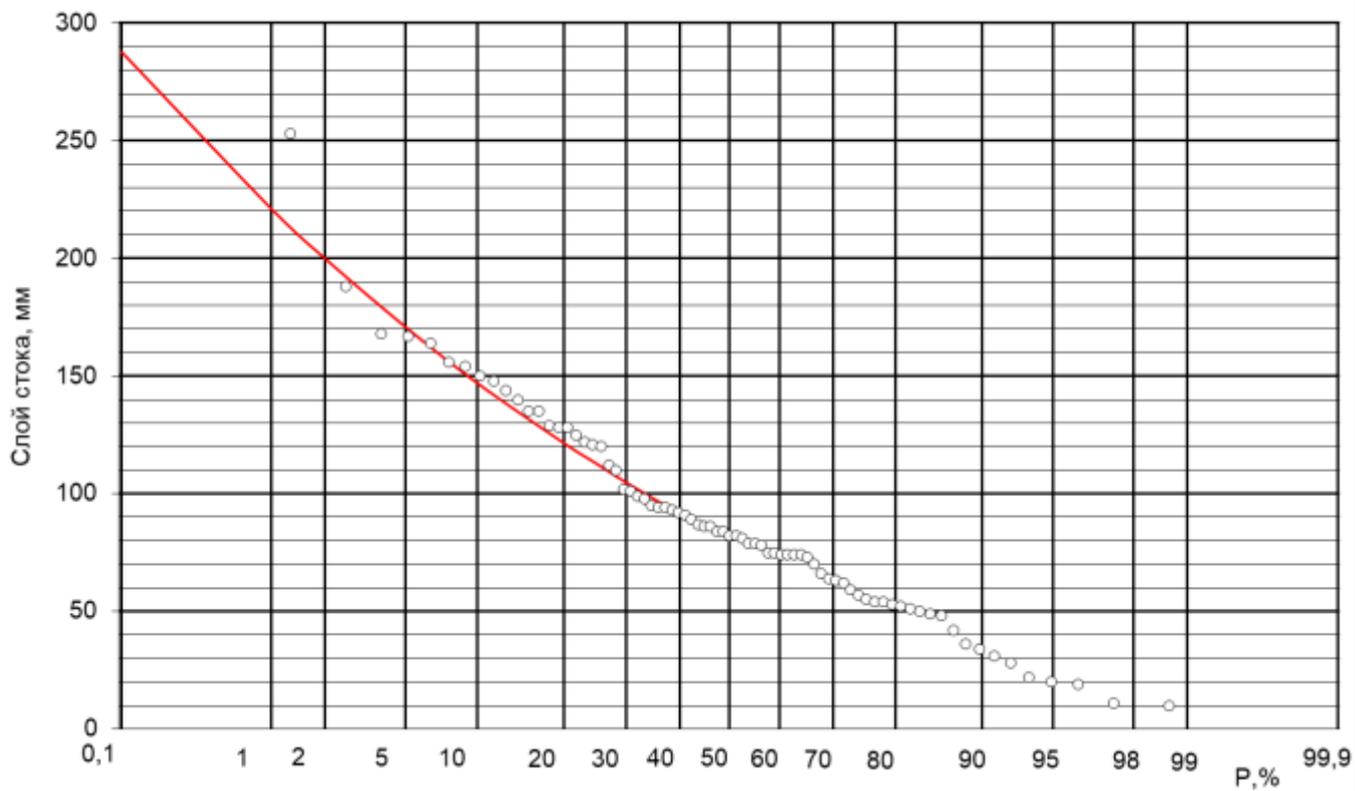
79306



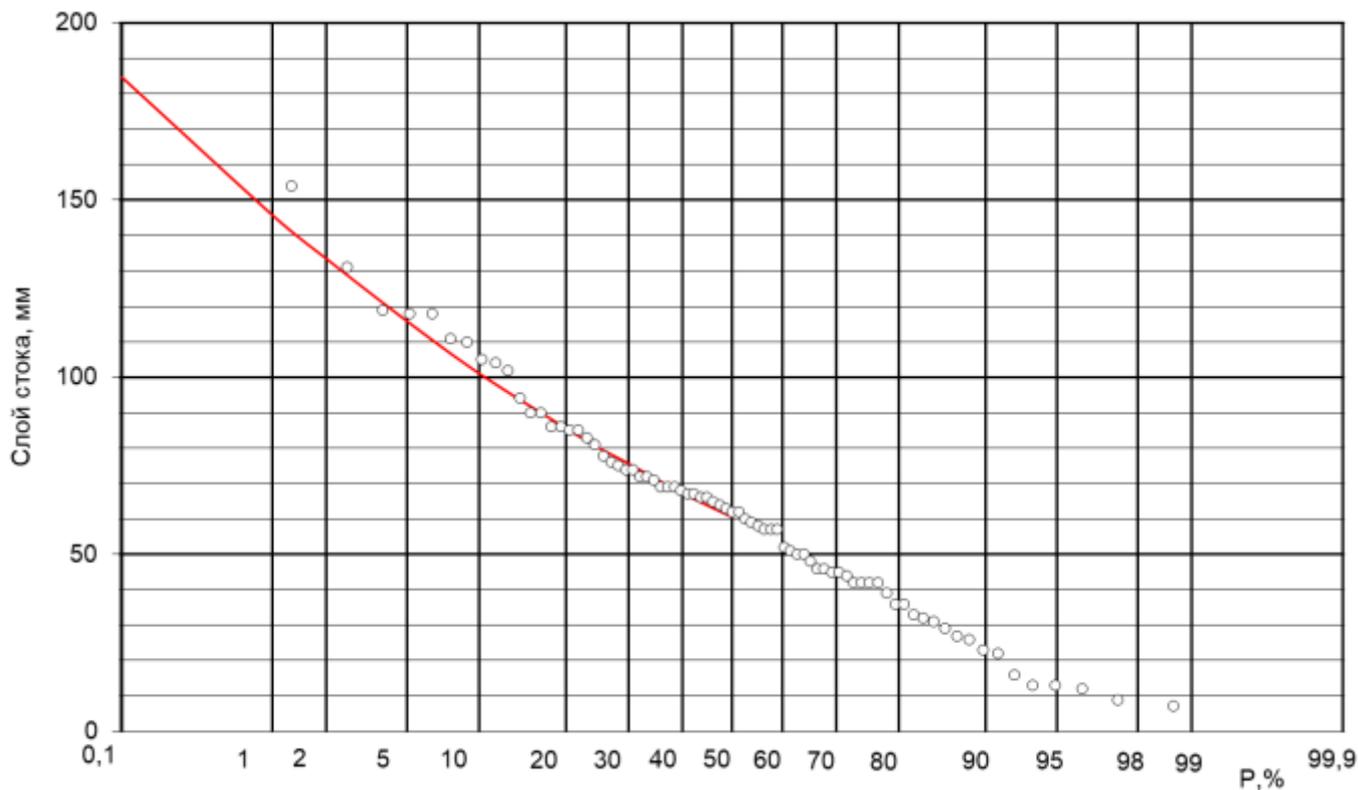
79324



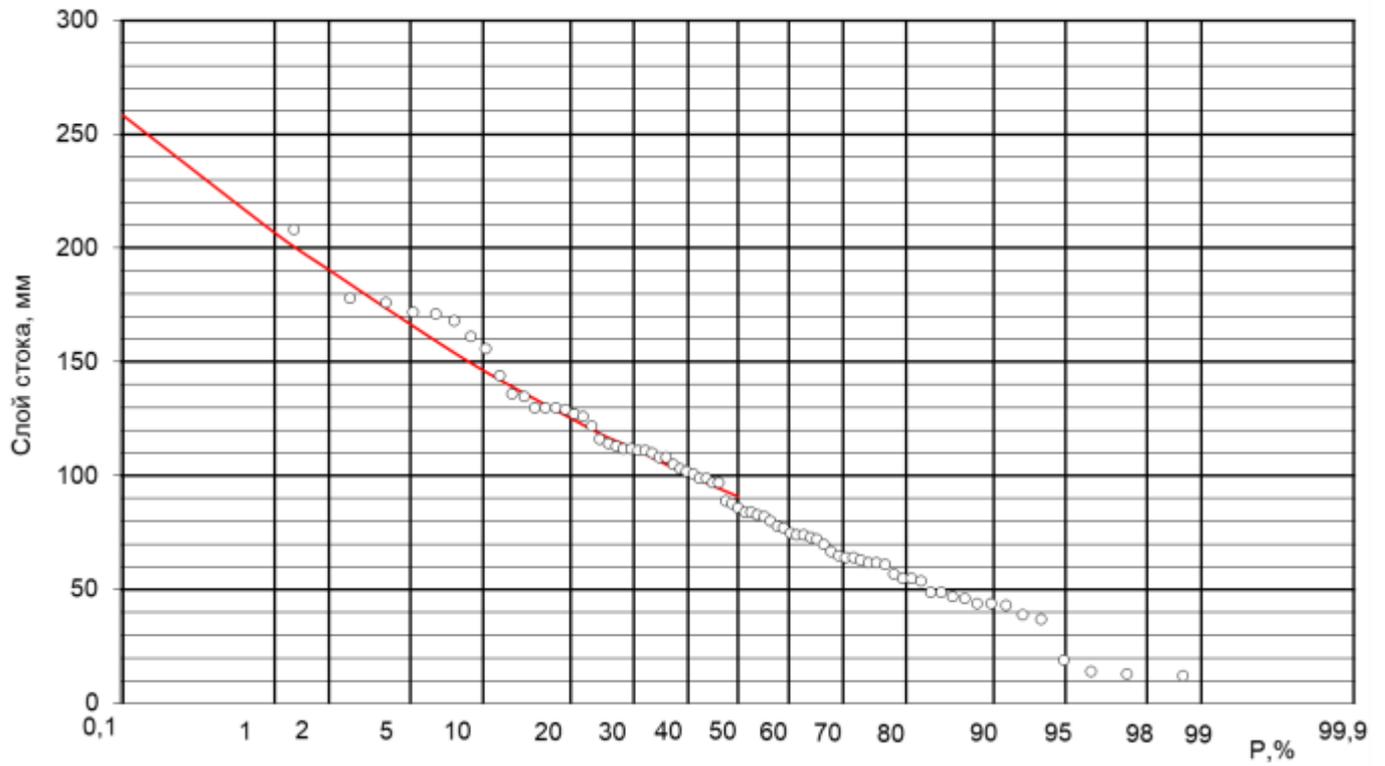
79333



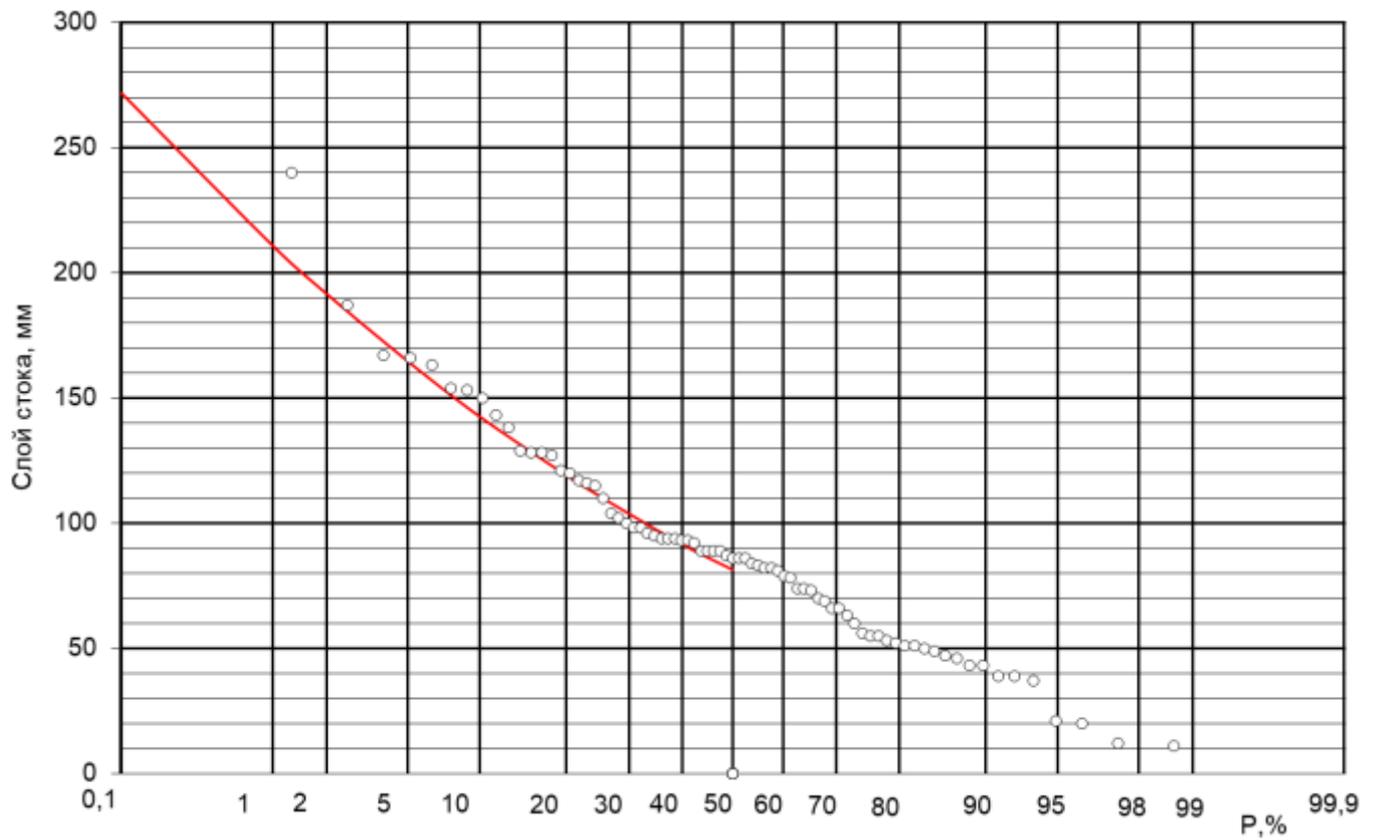
79335



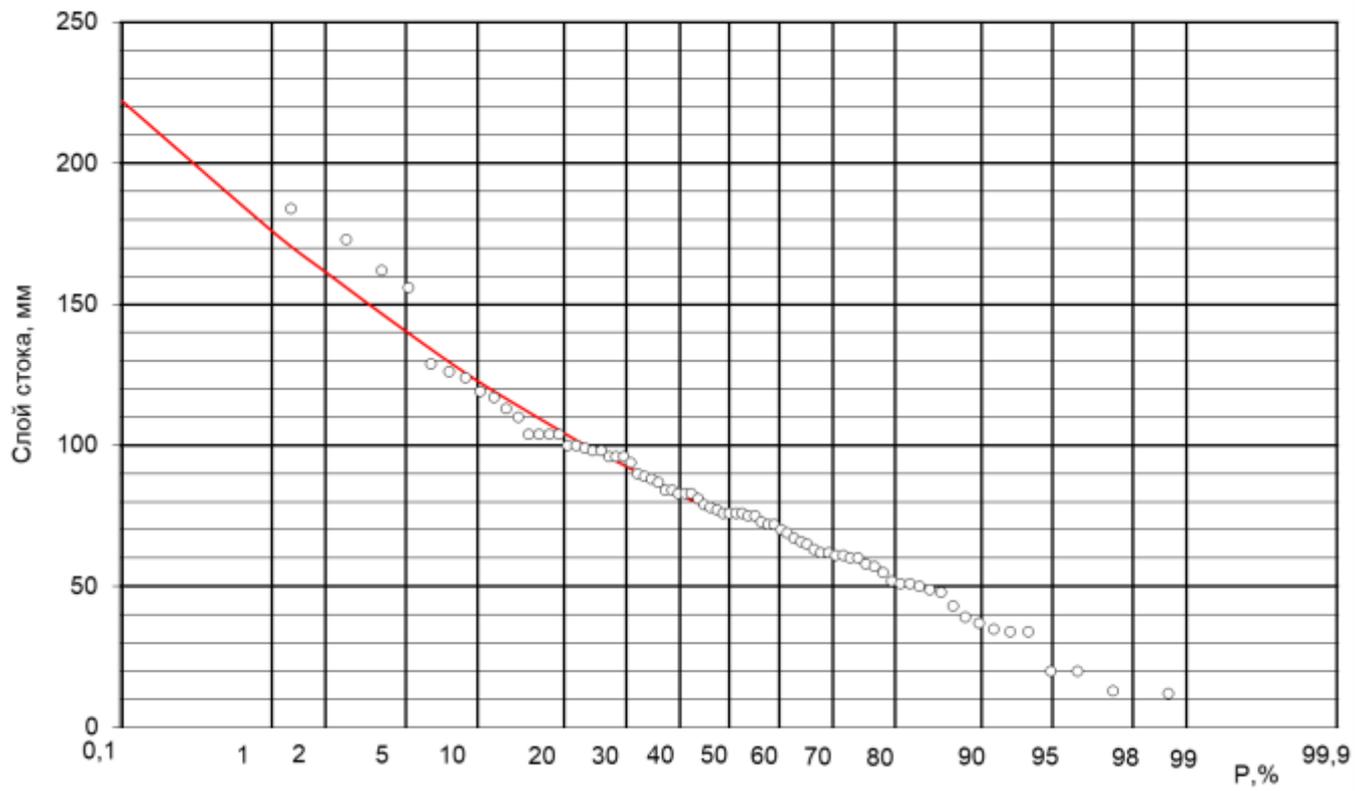
80113



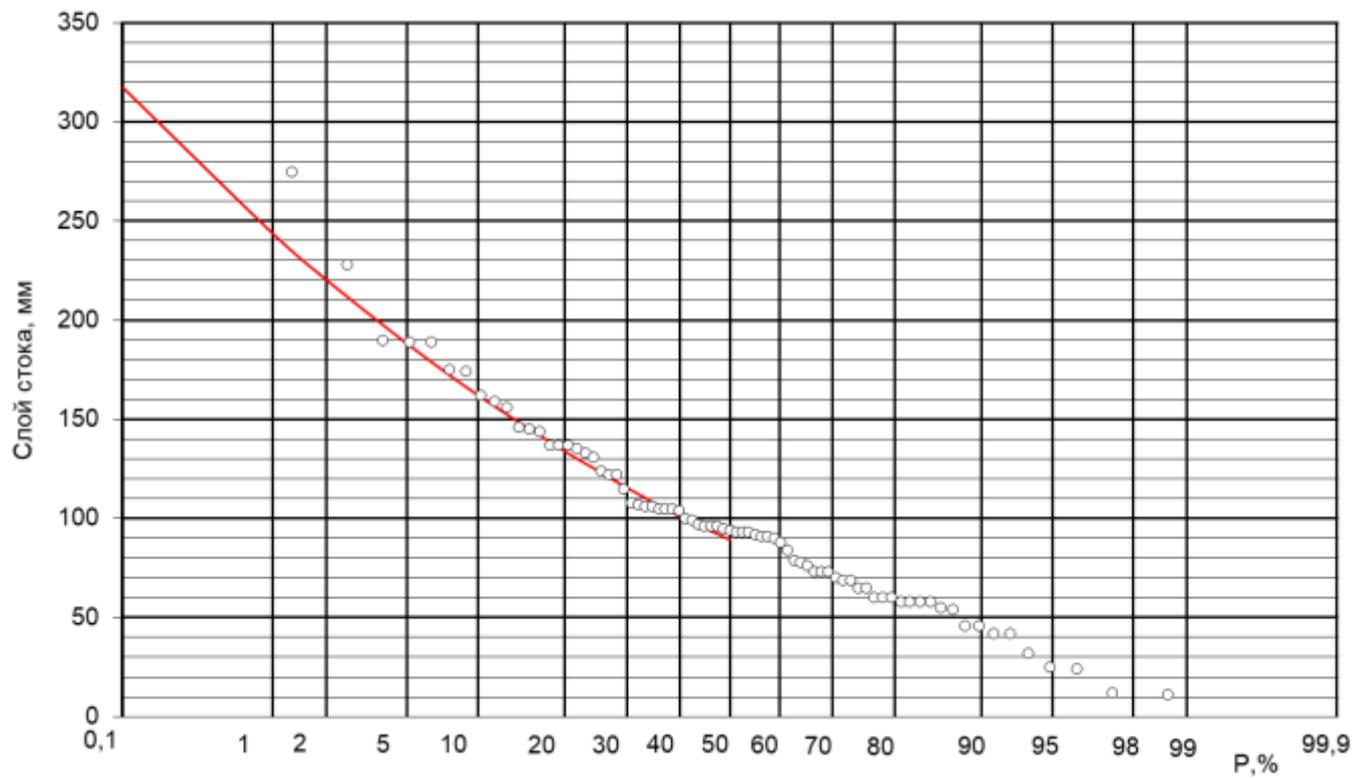
80118



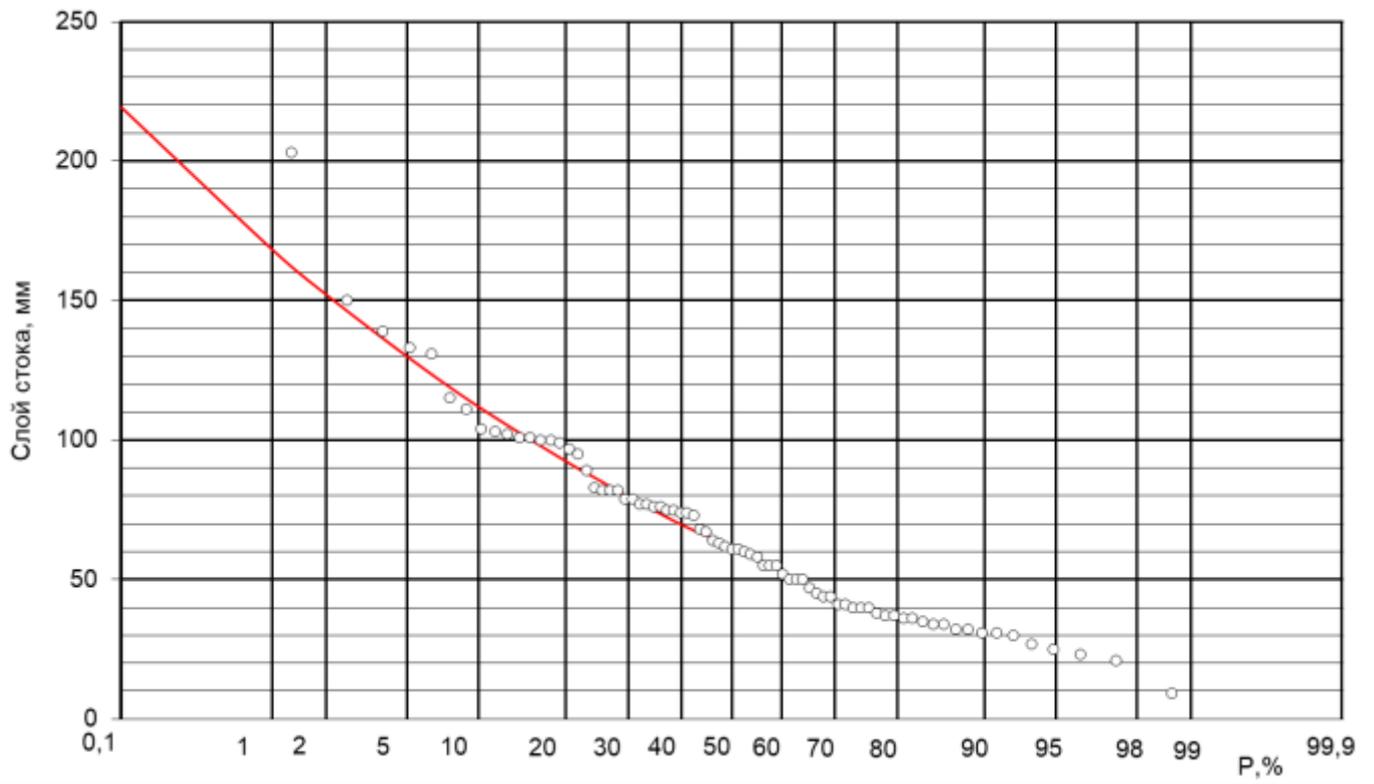
80148



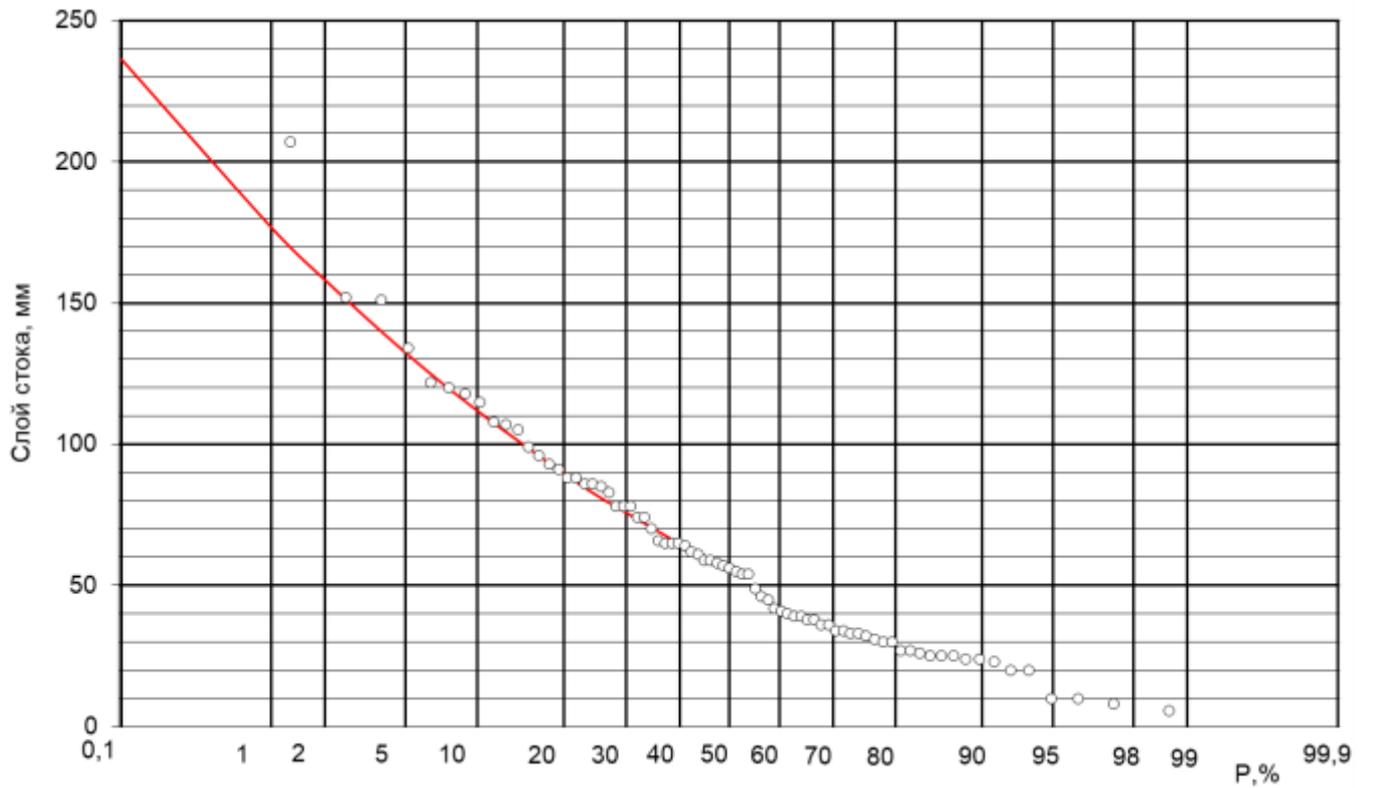
80592



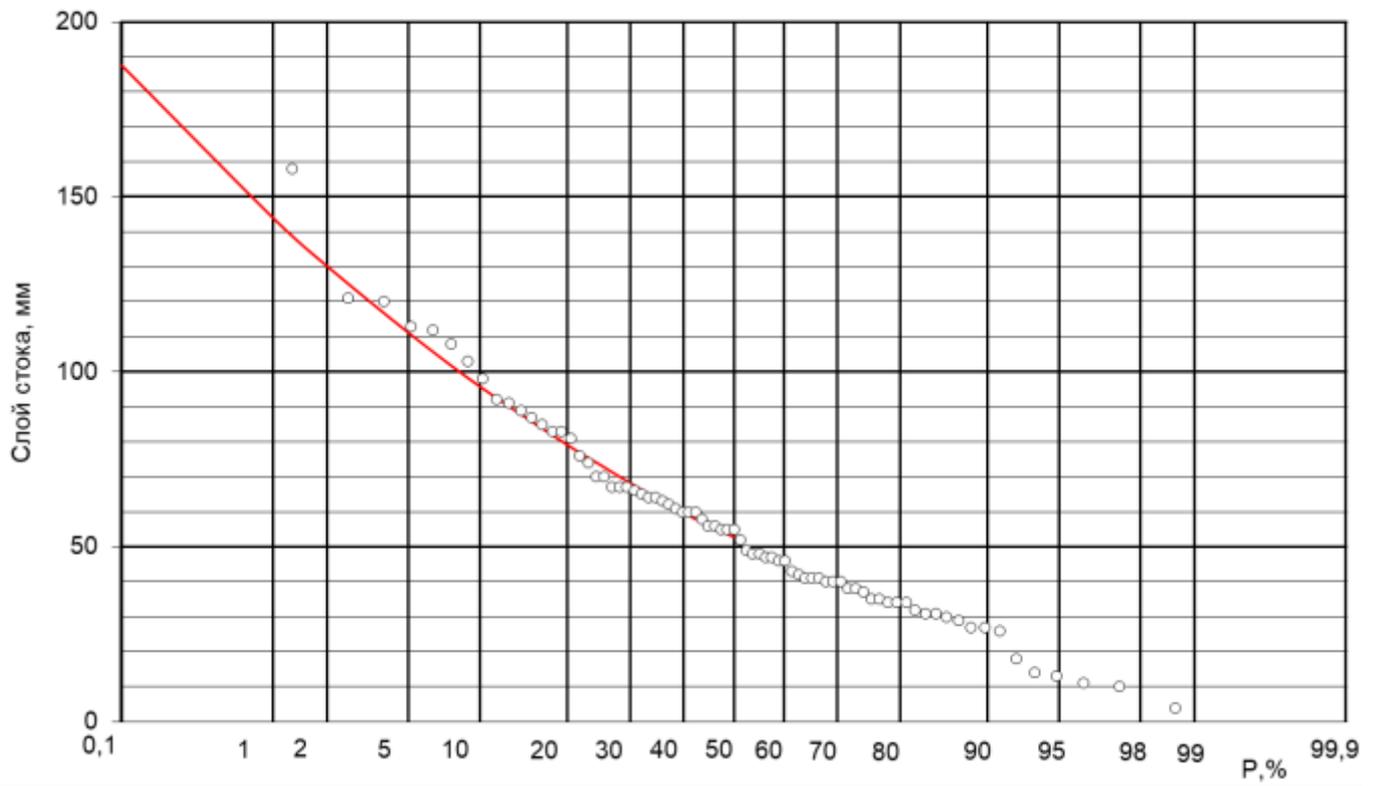
80157



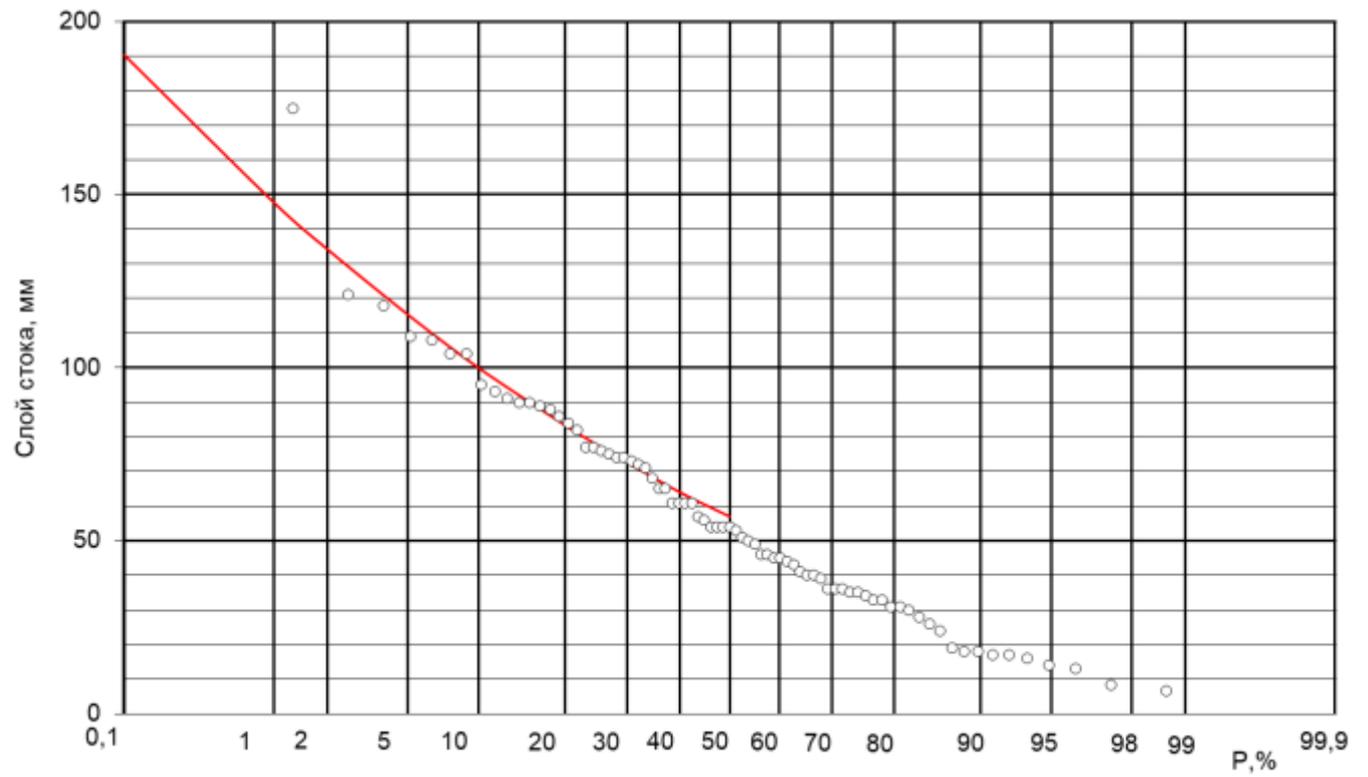
80160



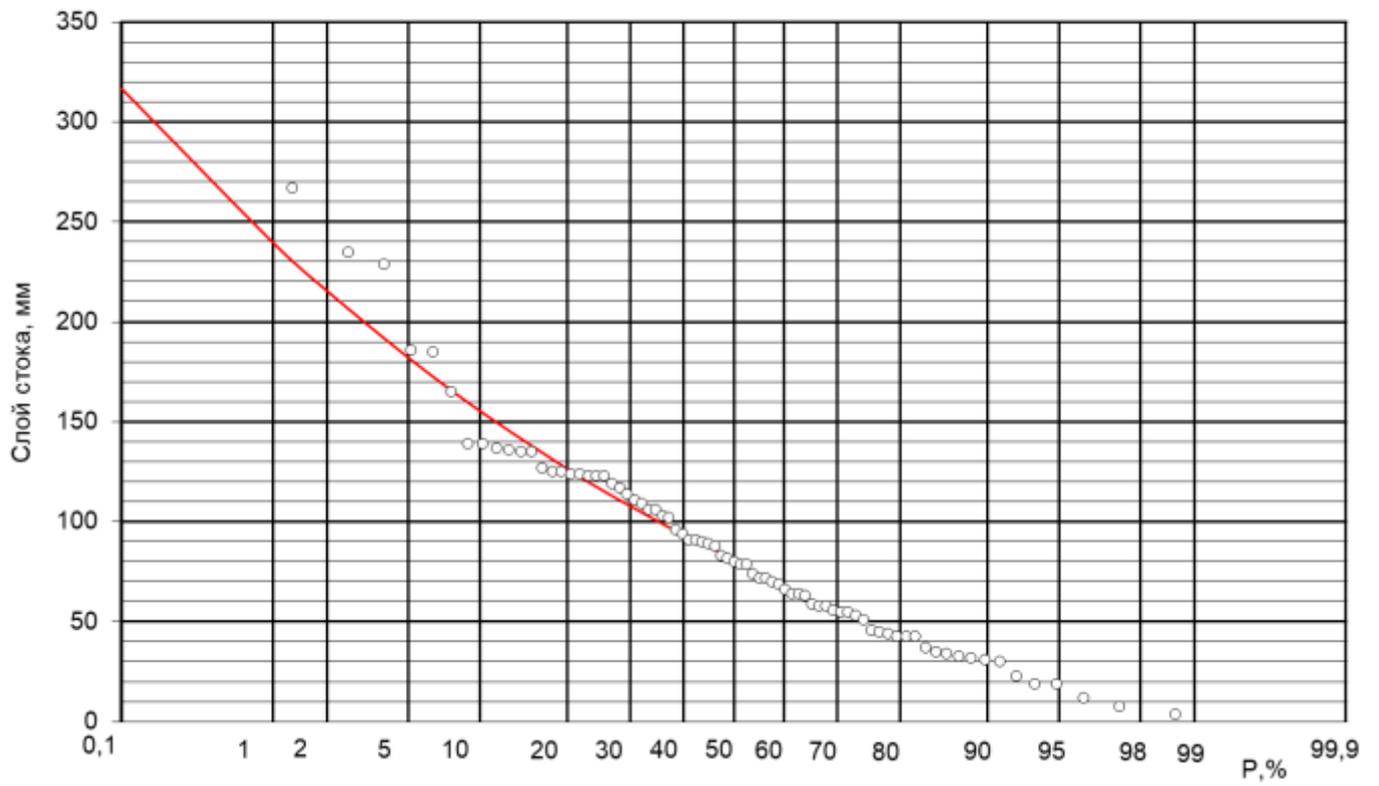
80165



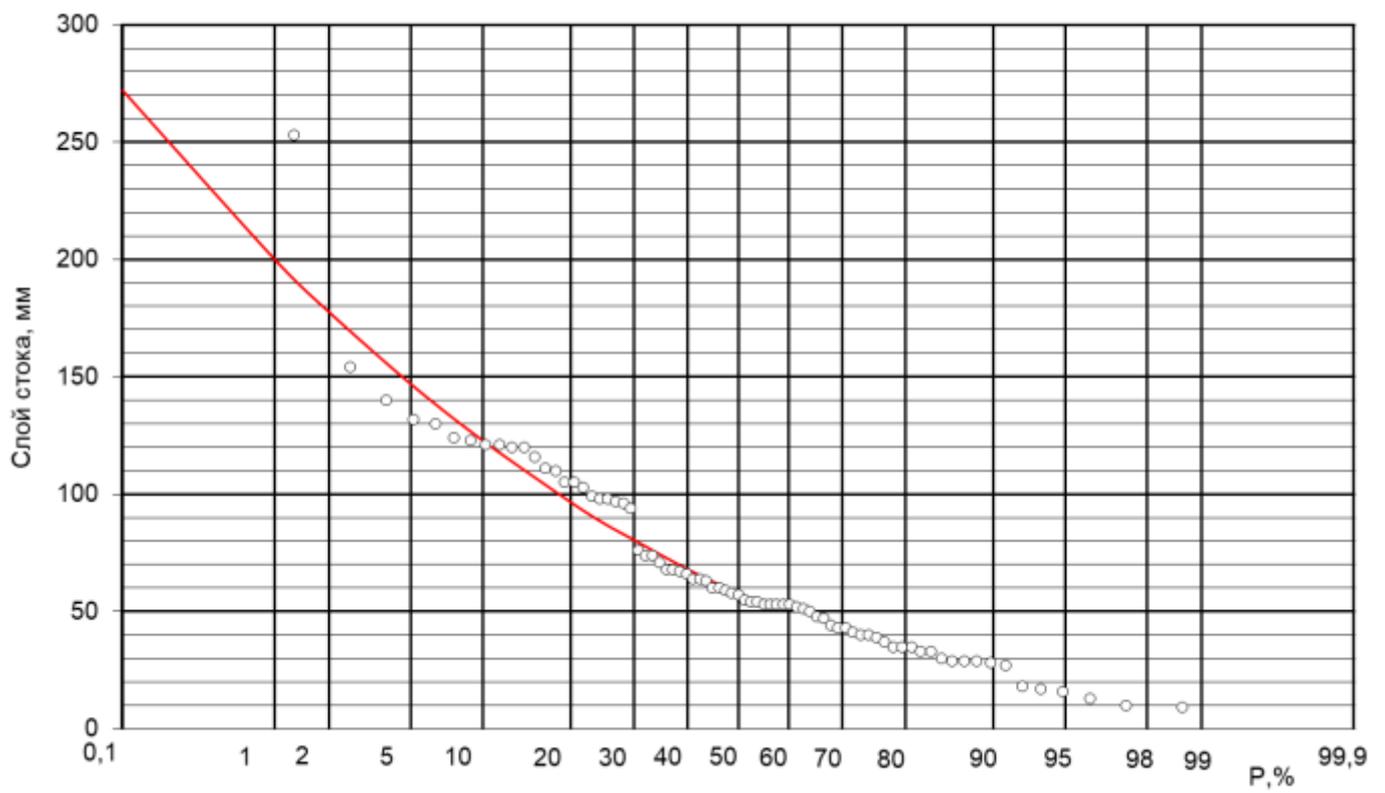
80172



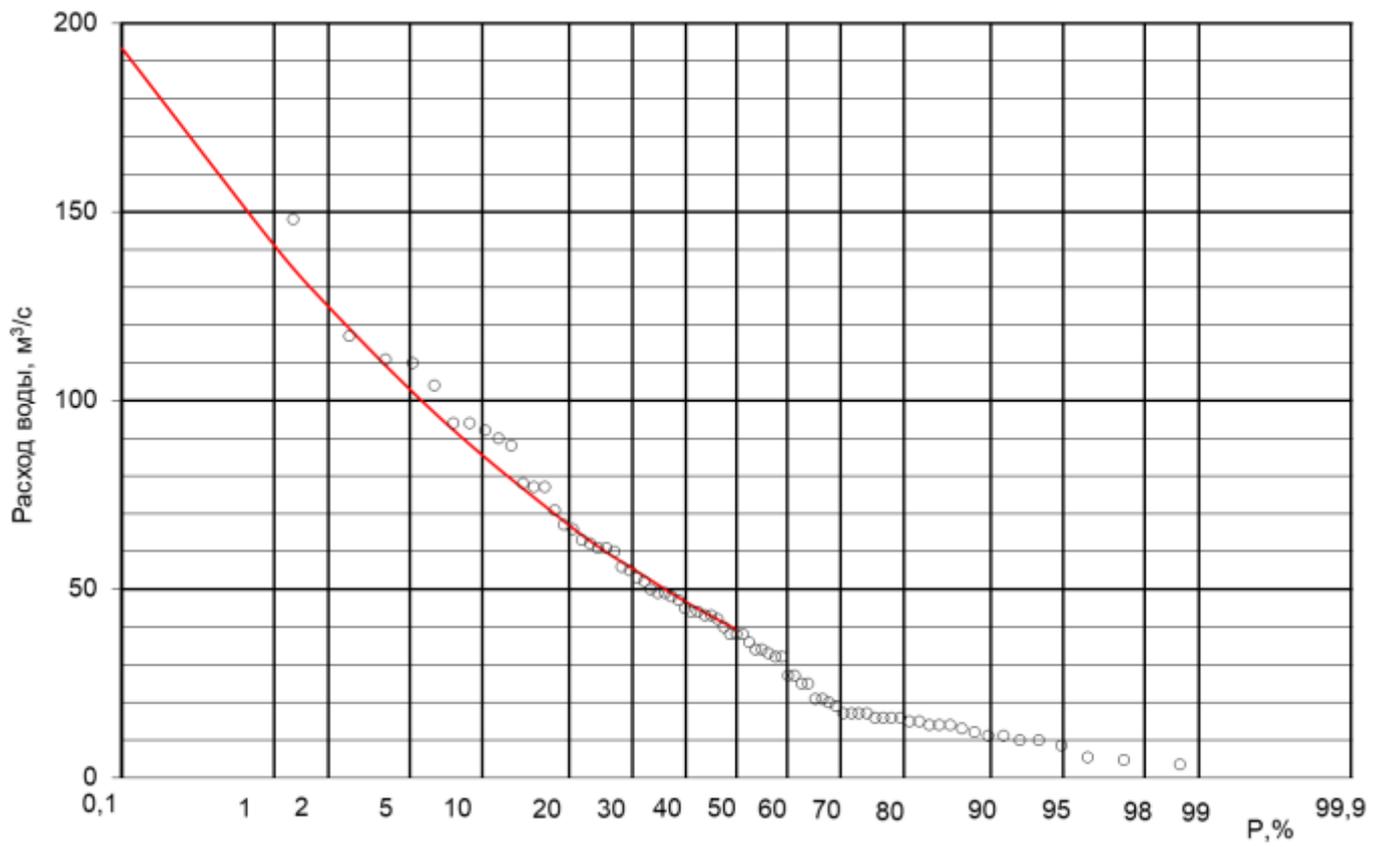
80174



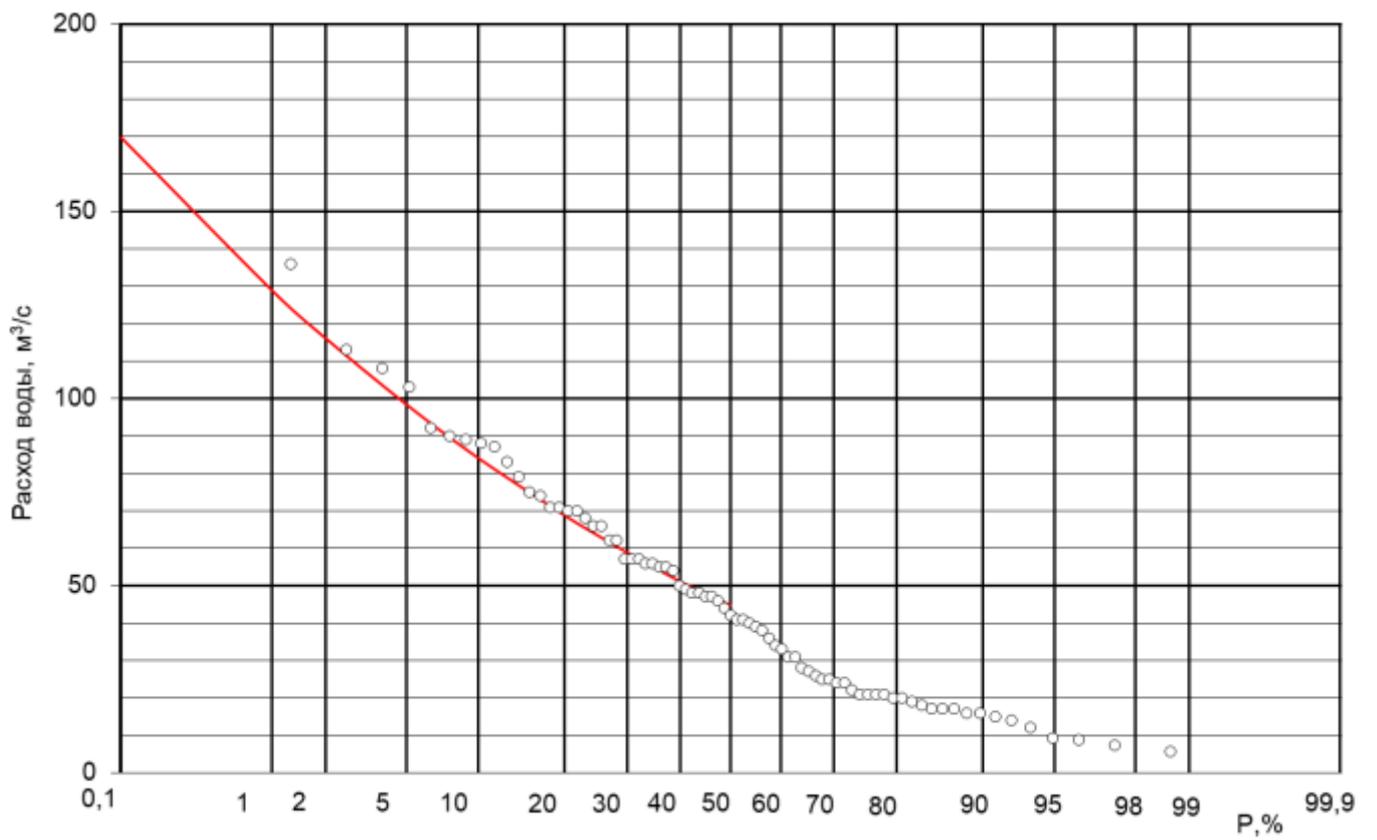
80175



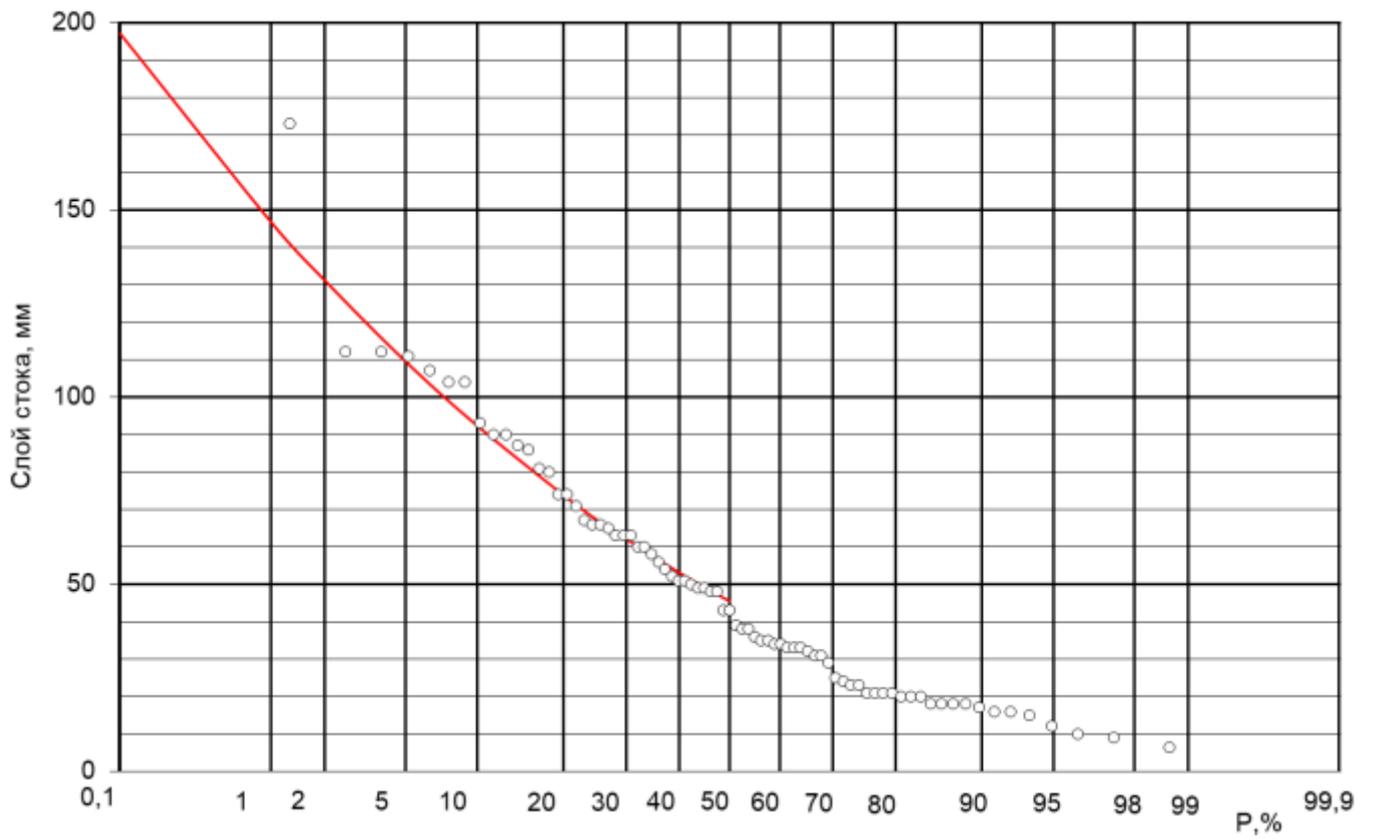
80196



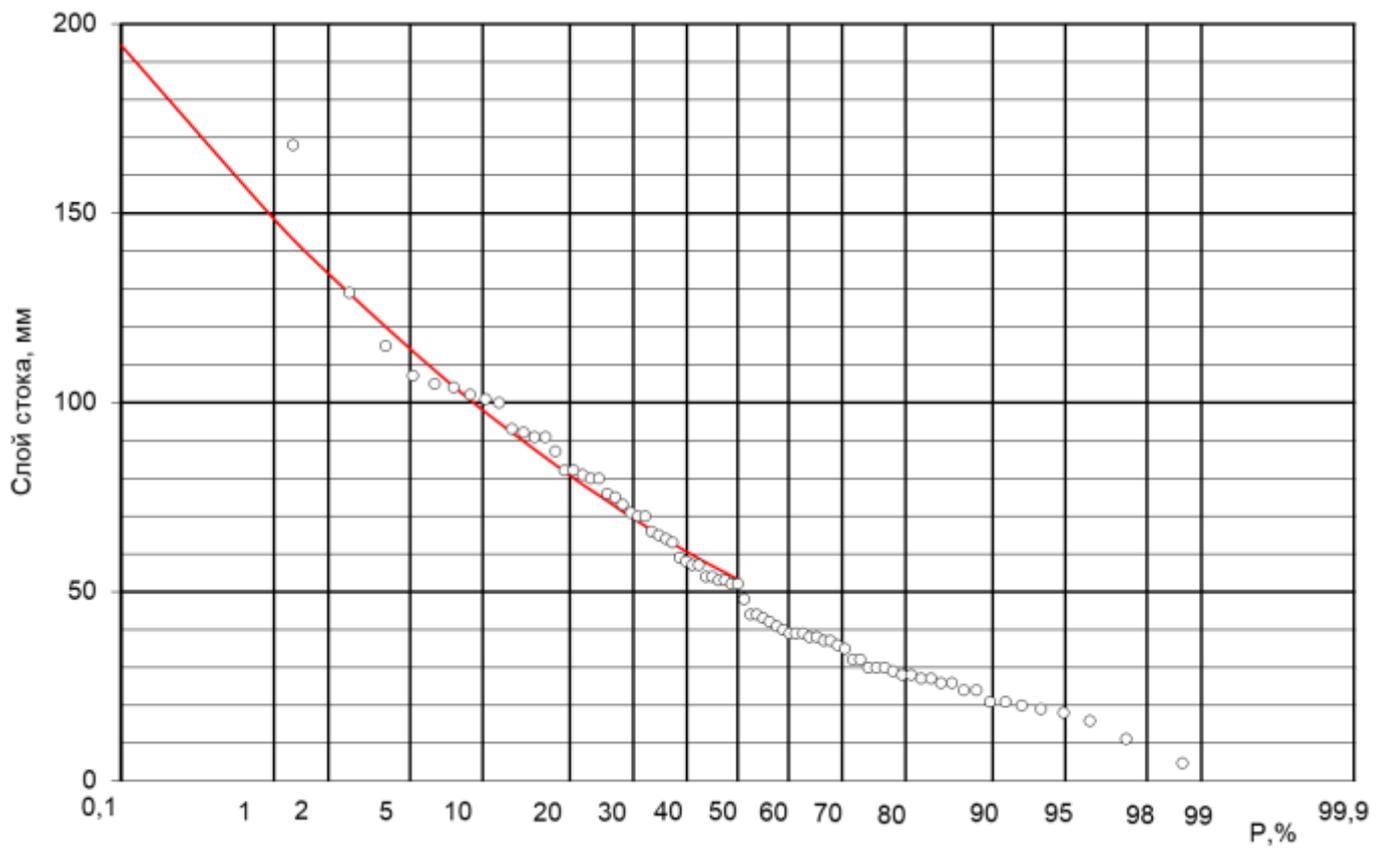
80197



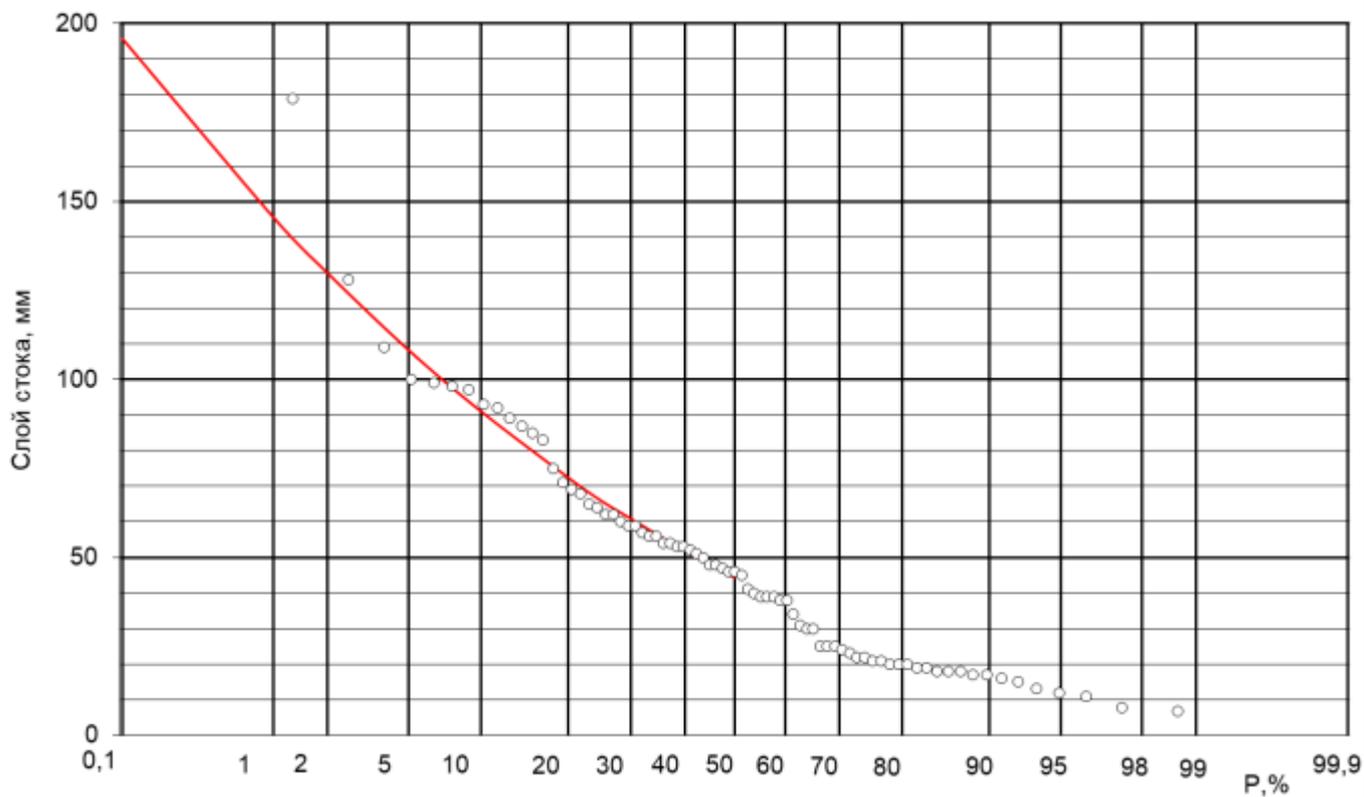
80198



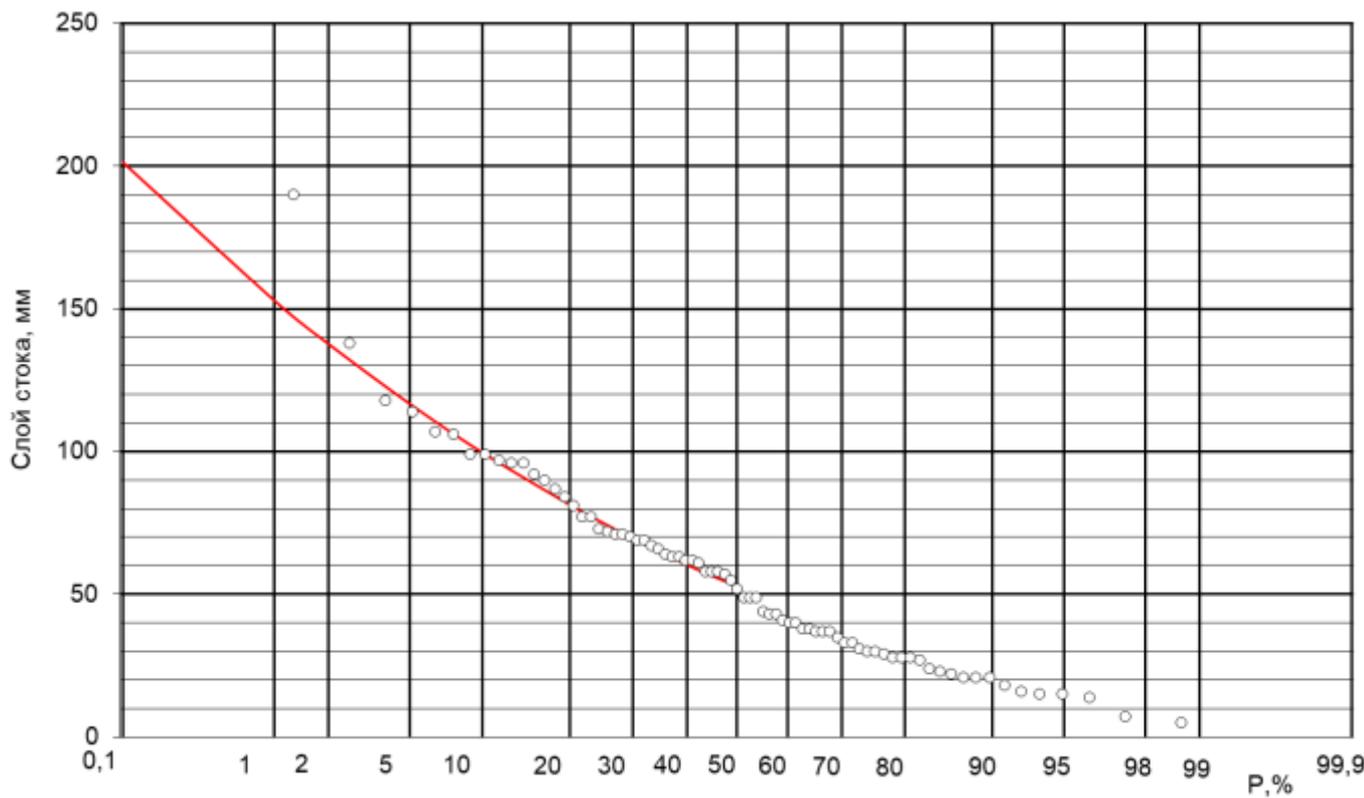
80204



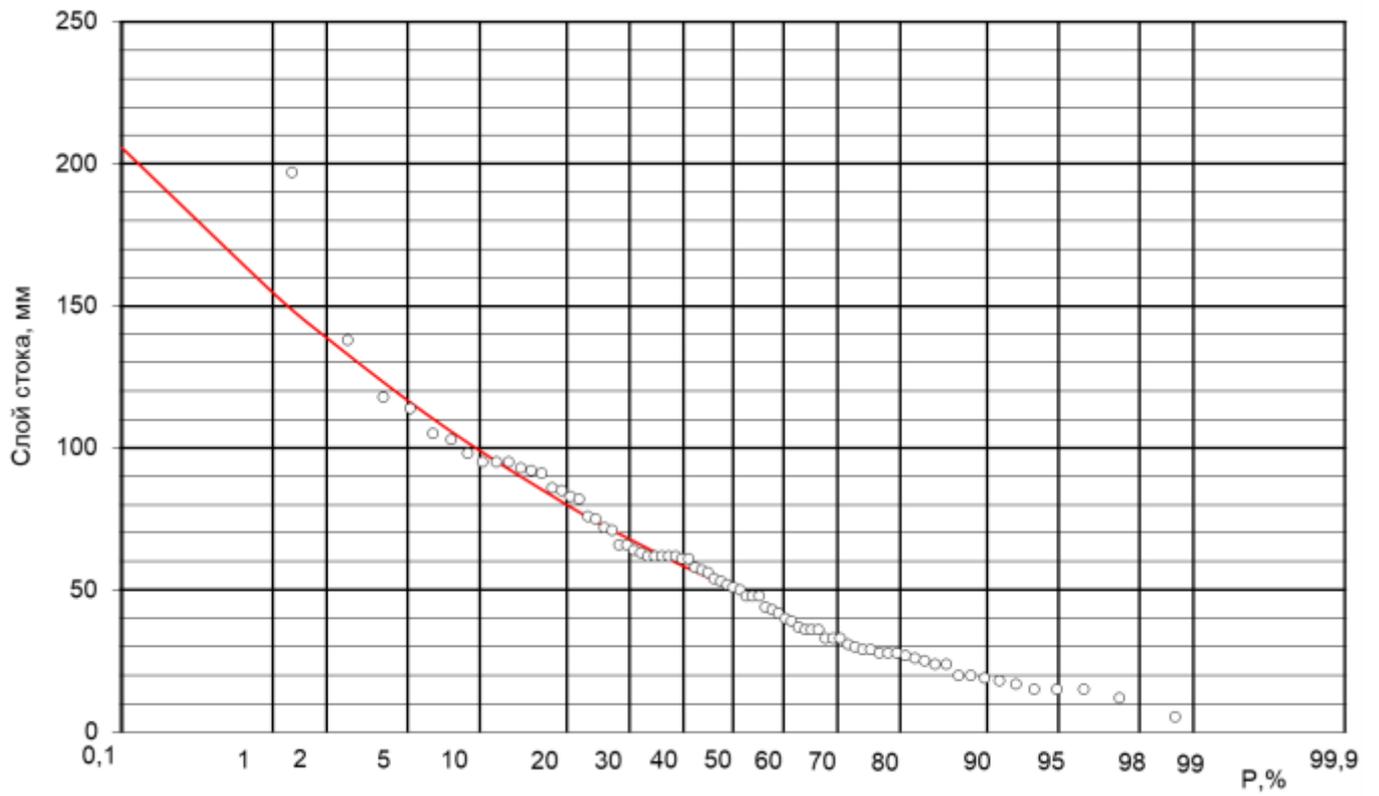
80218



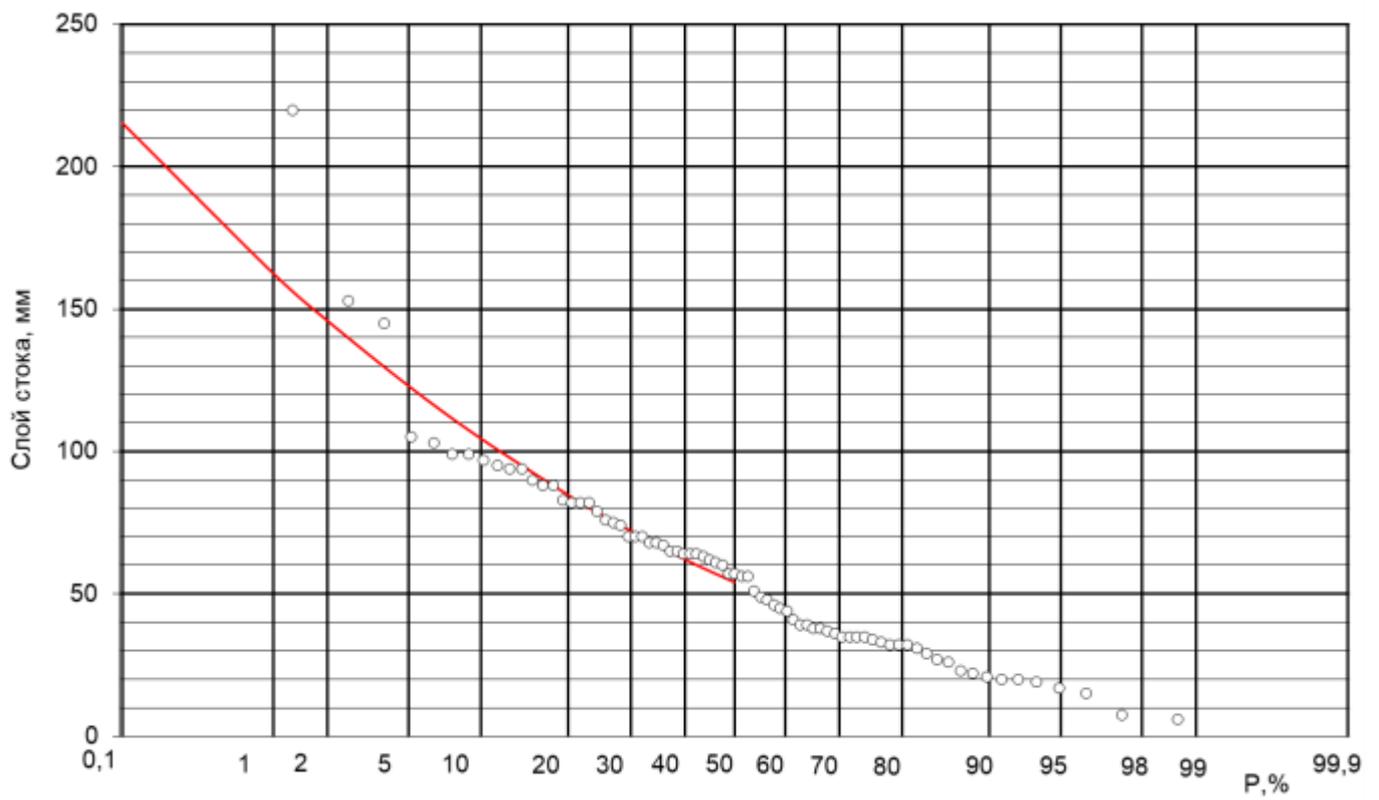
80220



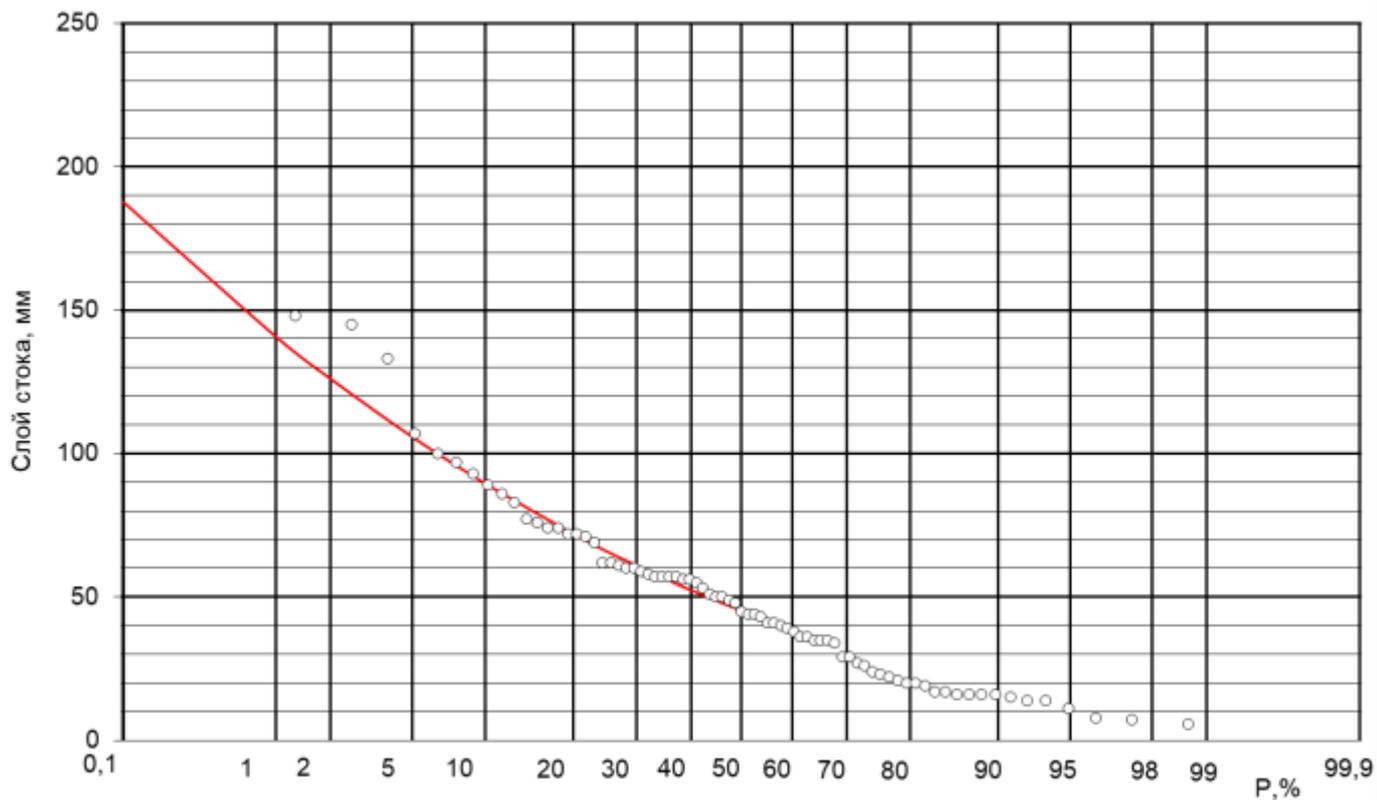
80222



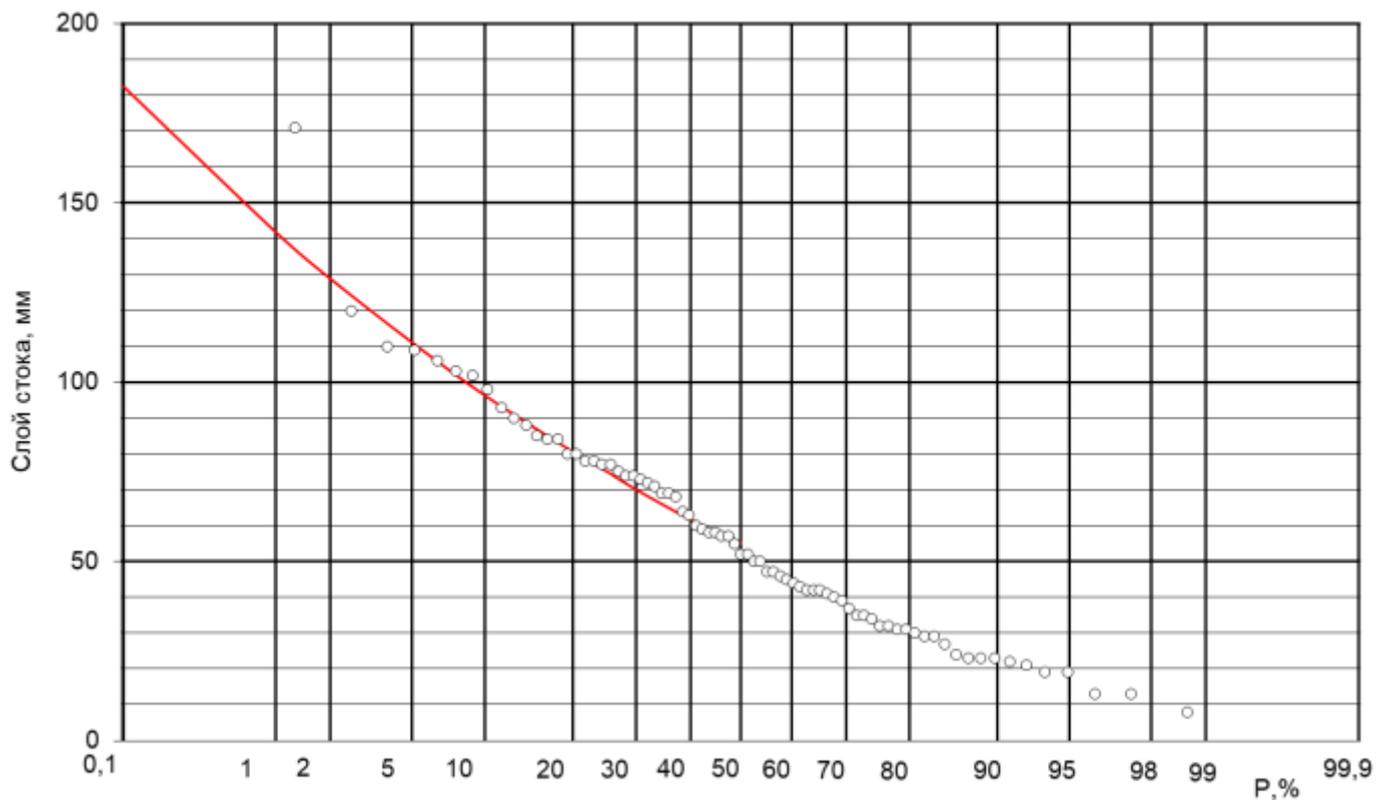
80224



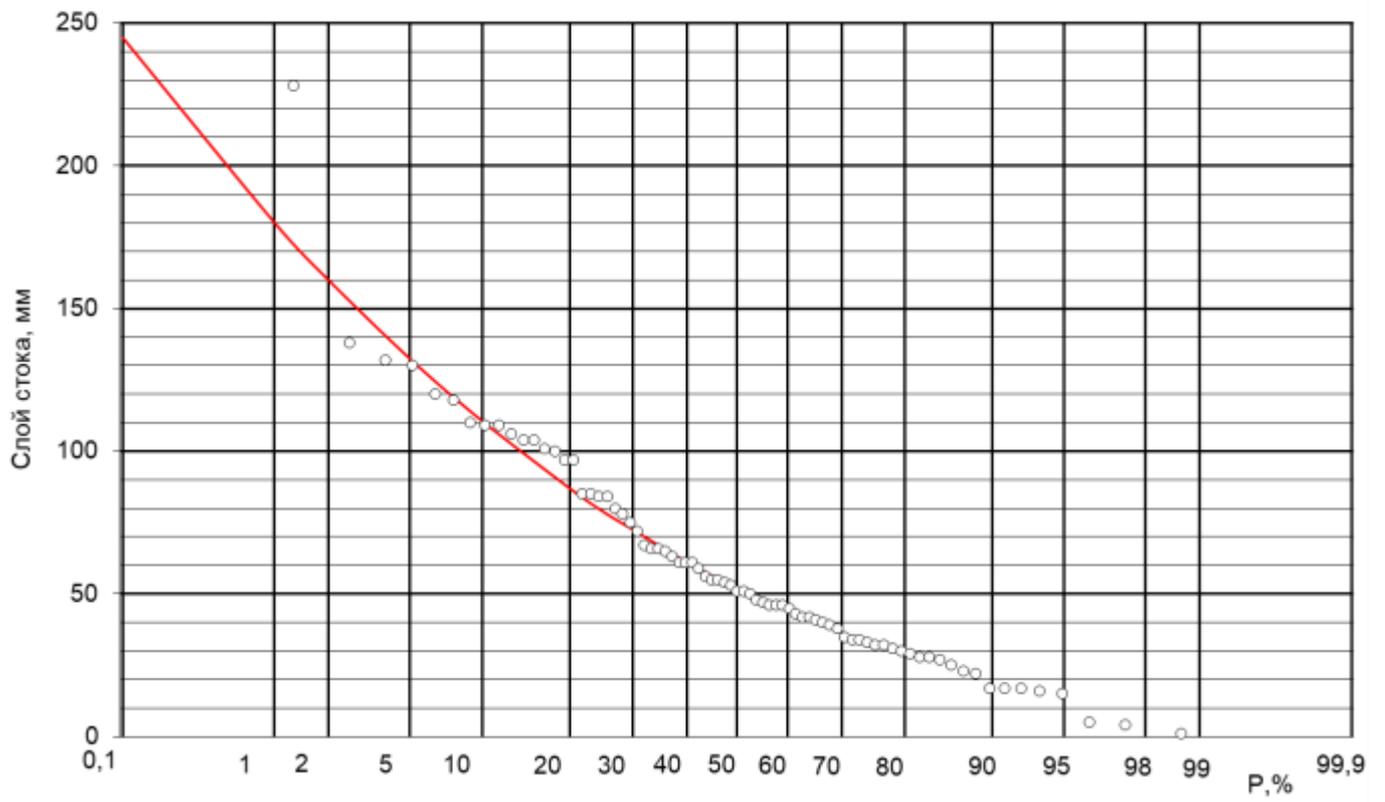
80230



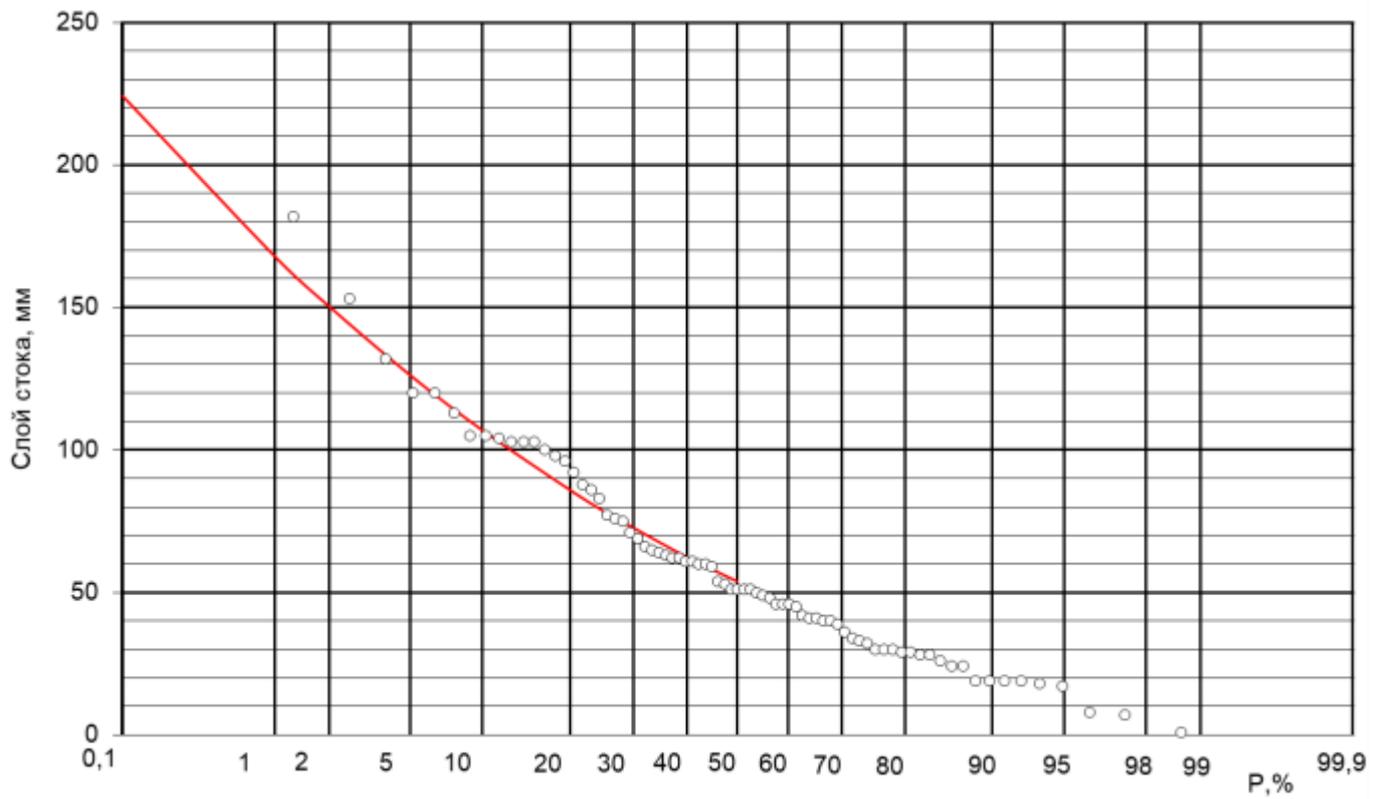
80232



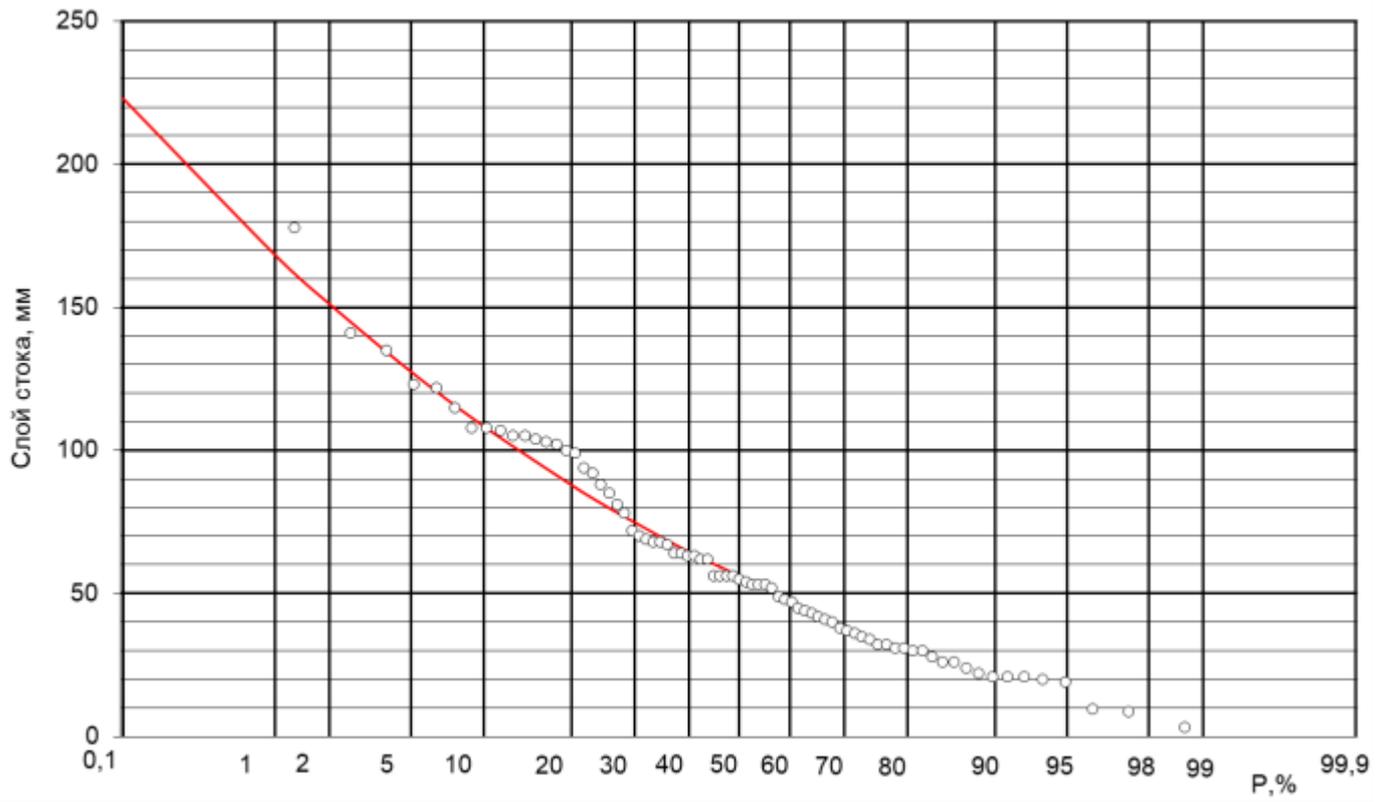
80233



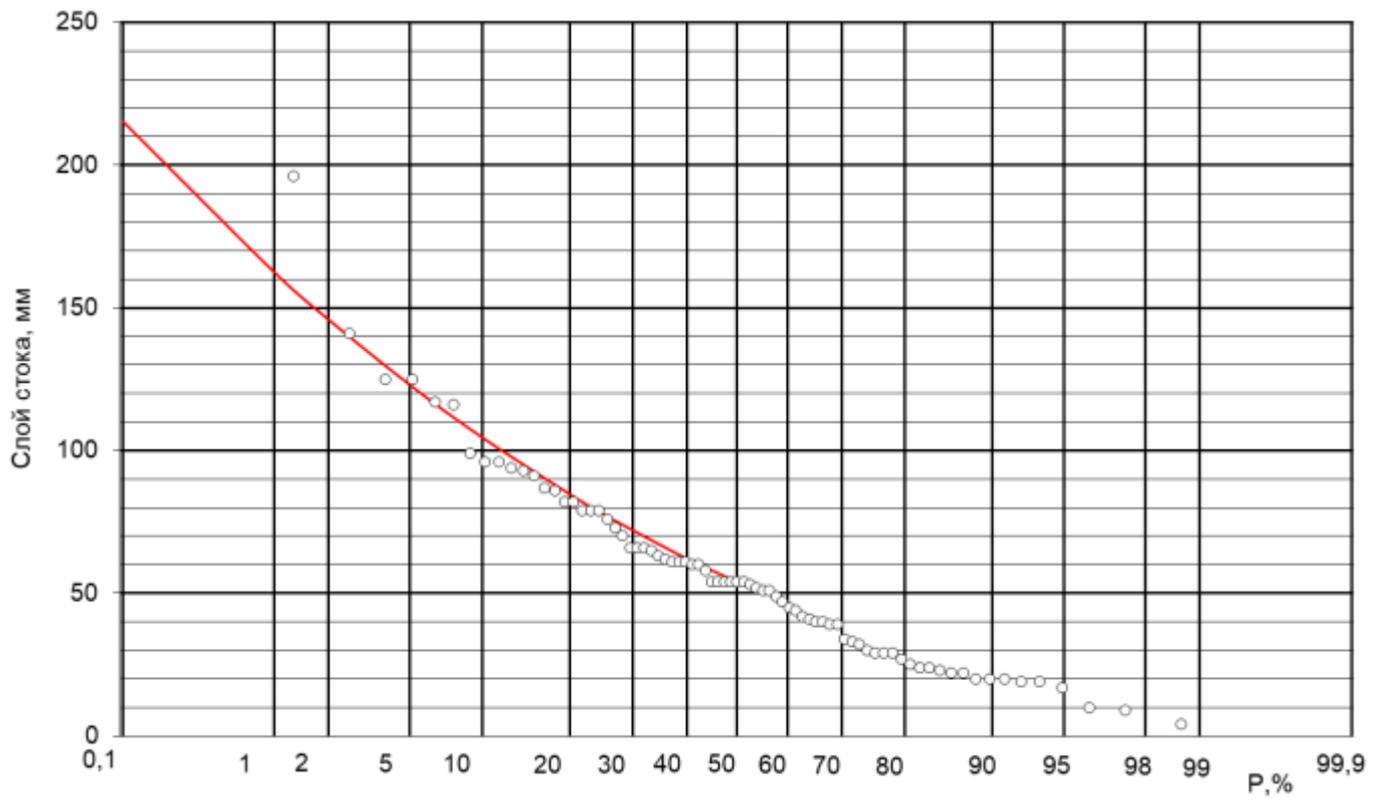
80235



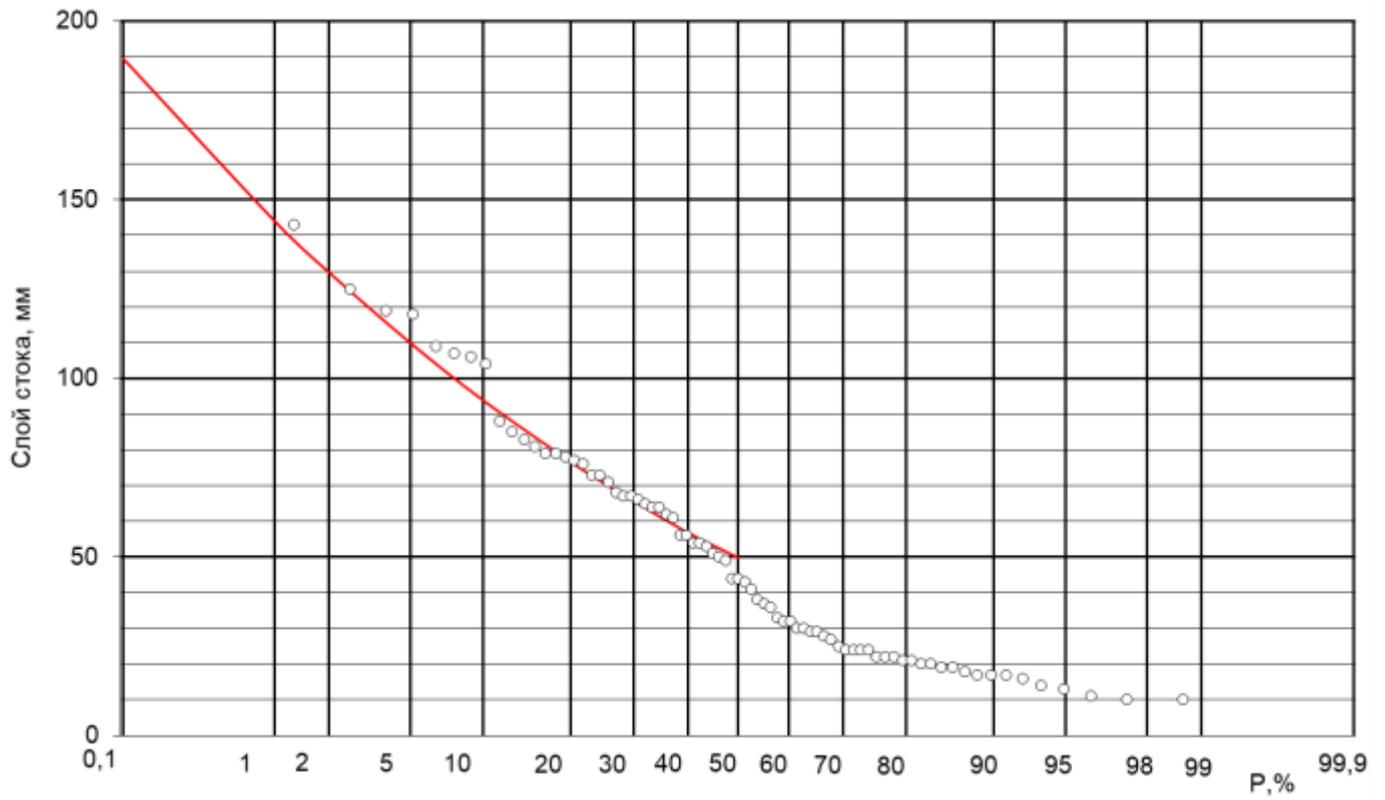
80236



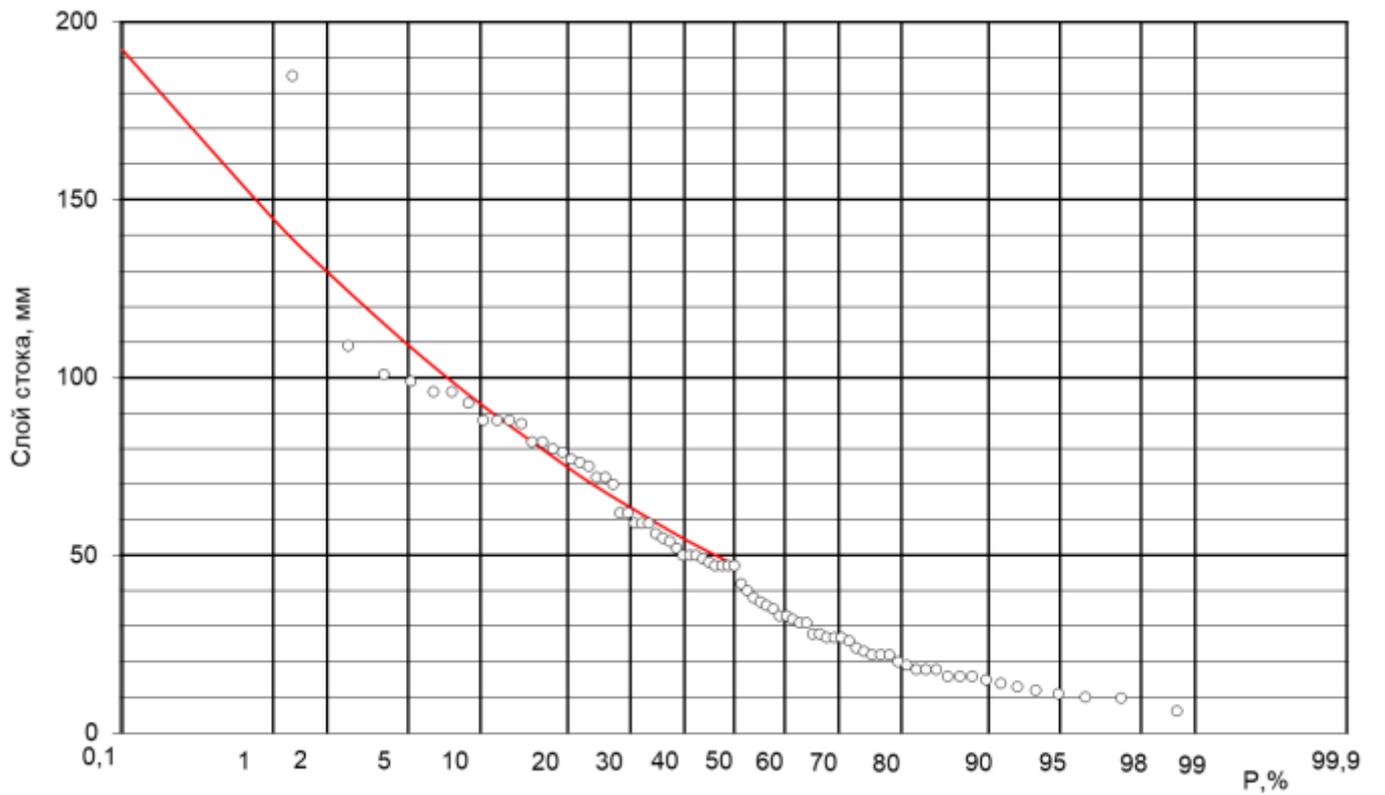
80239



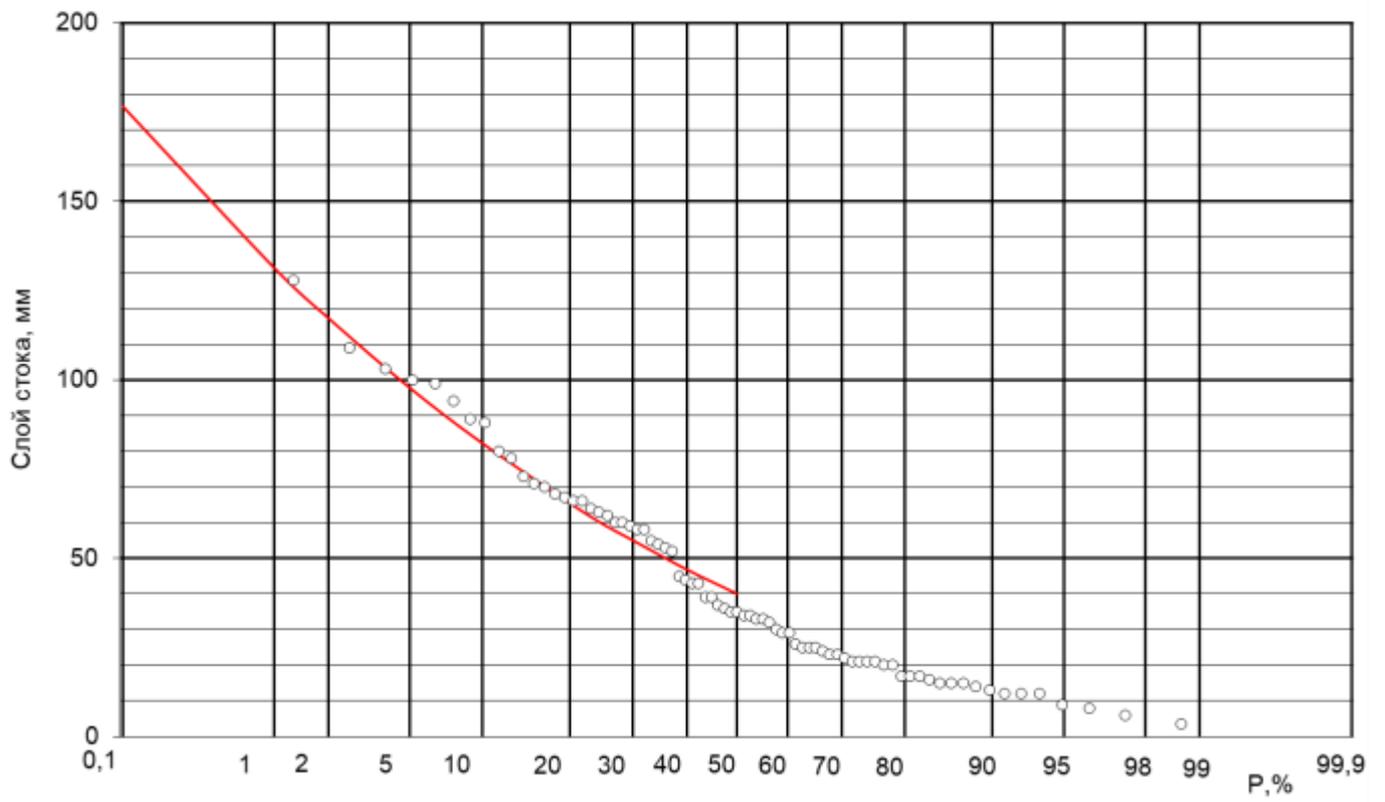
80405



80424

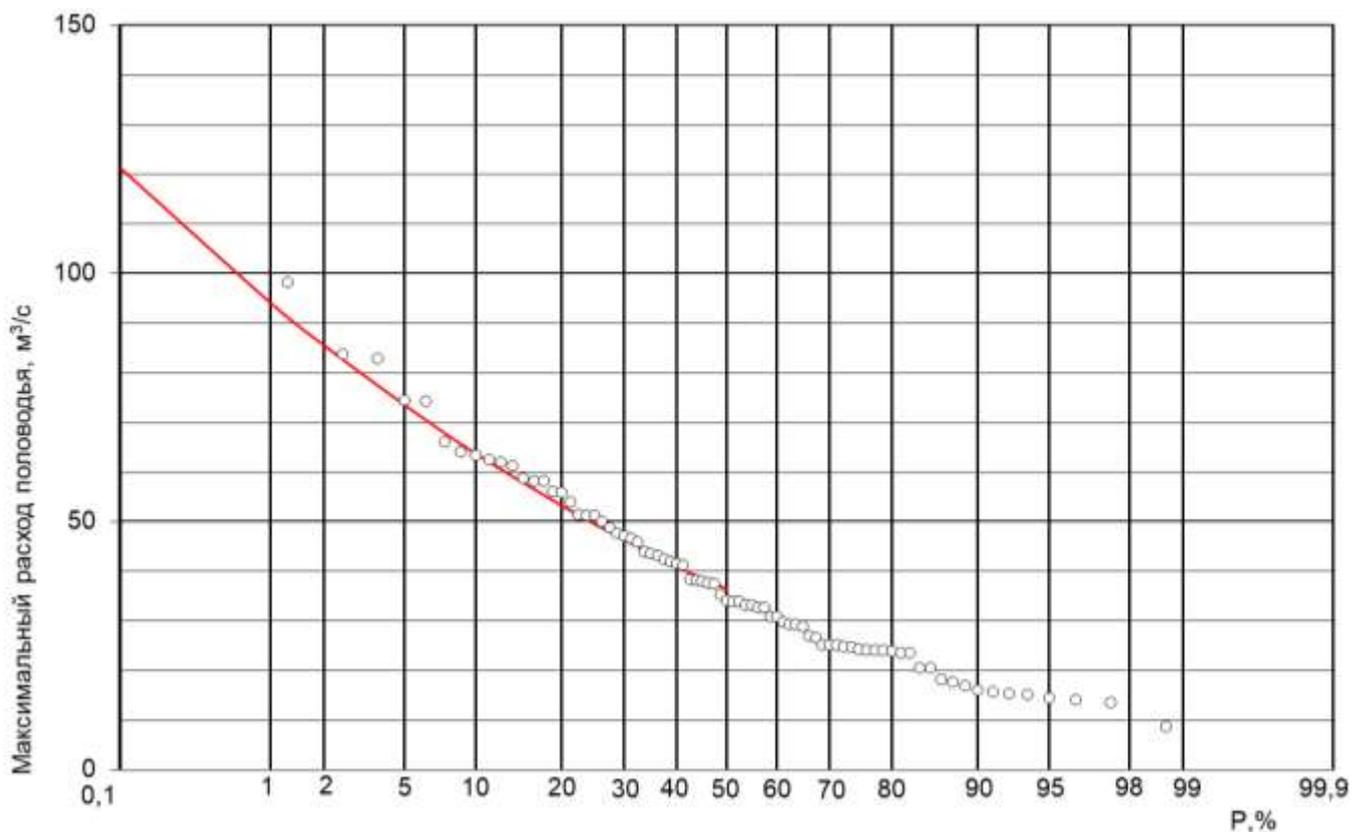


80442

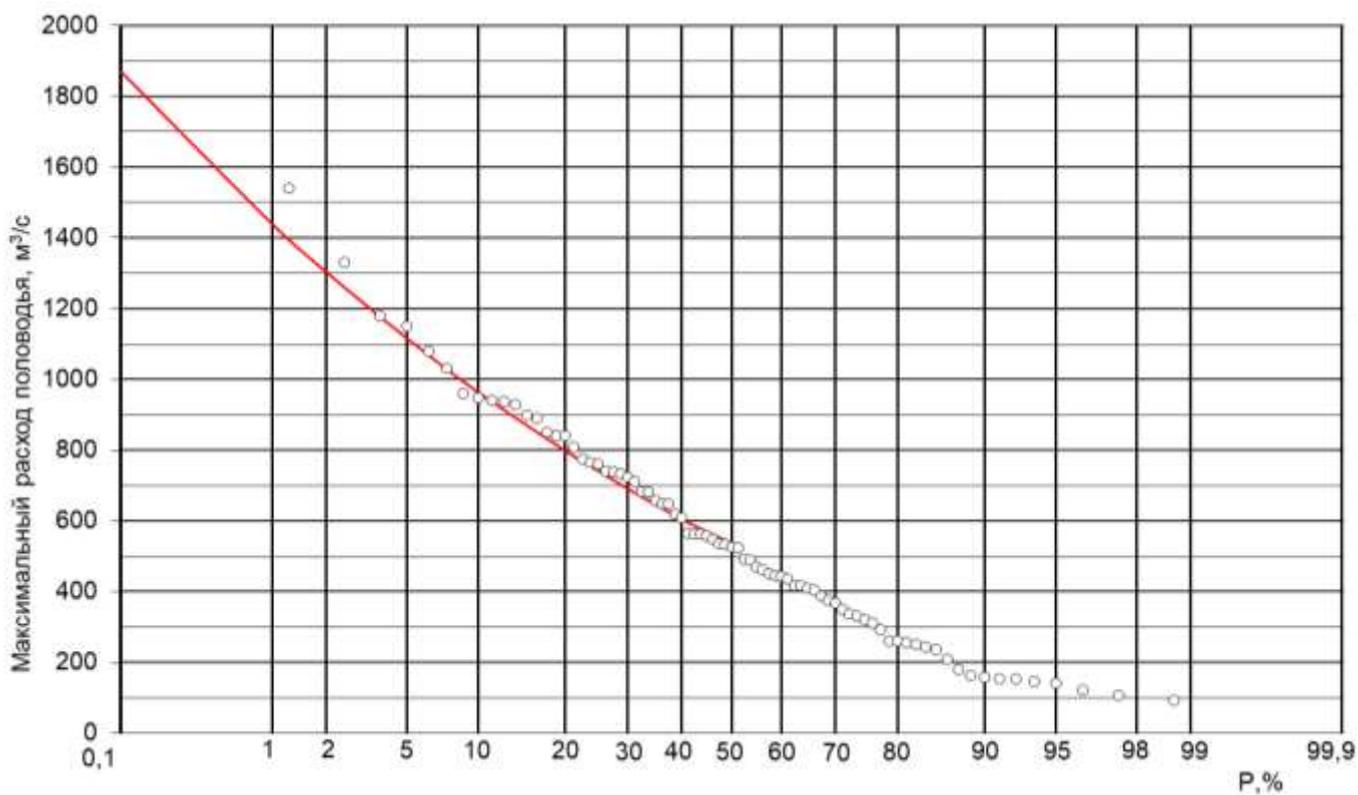


ПРИЛОЖЕНИЕ В – Эмпирические и аналитические кривые распределения
максимальных расходов весеннего половодья (1944-2022 гг)

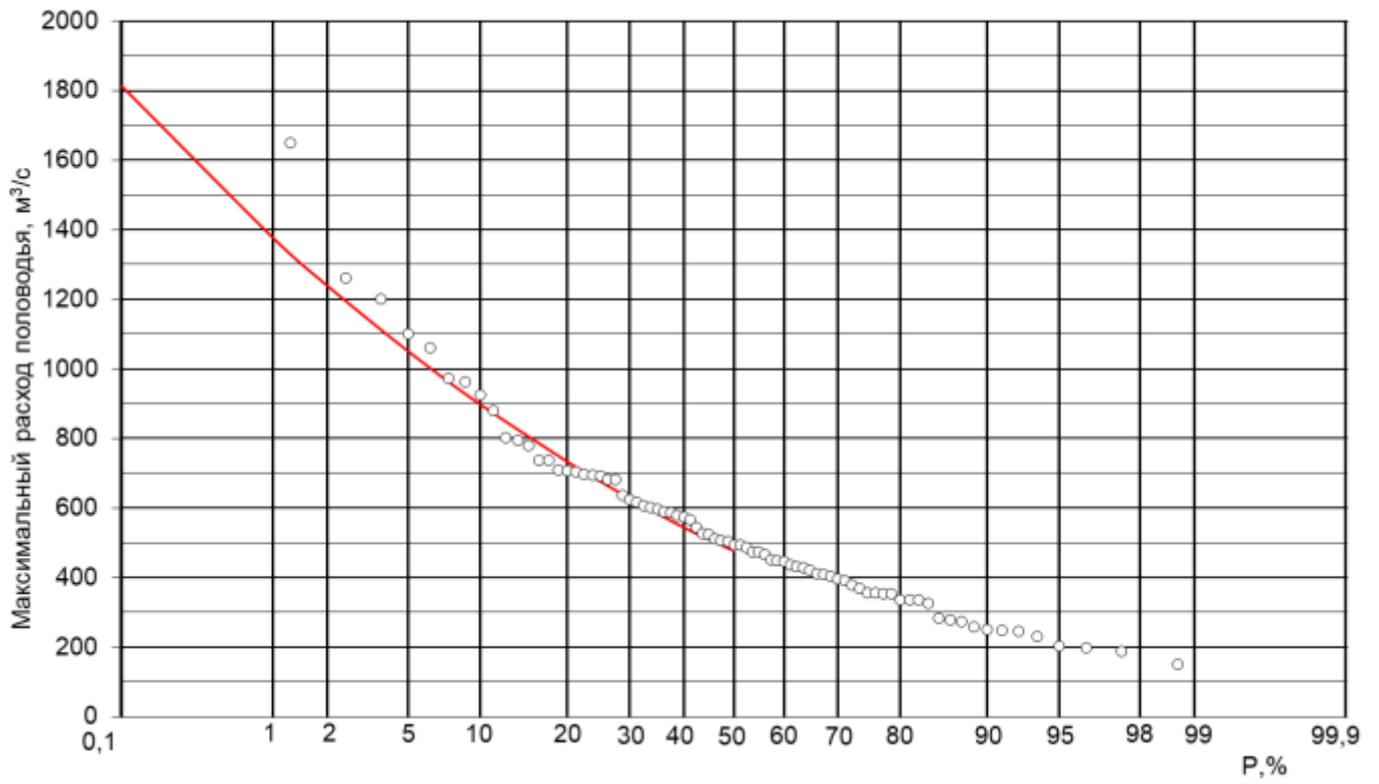
79001



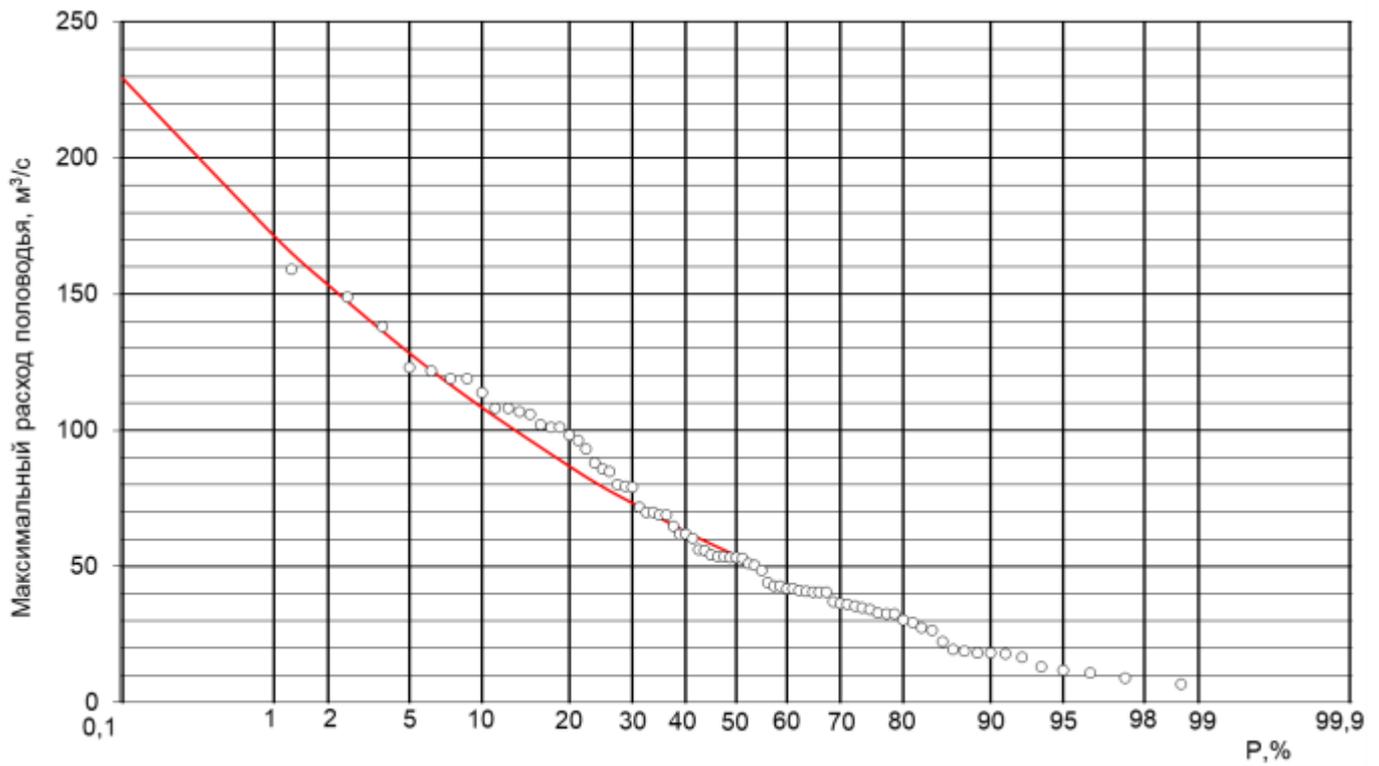
79006



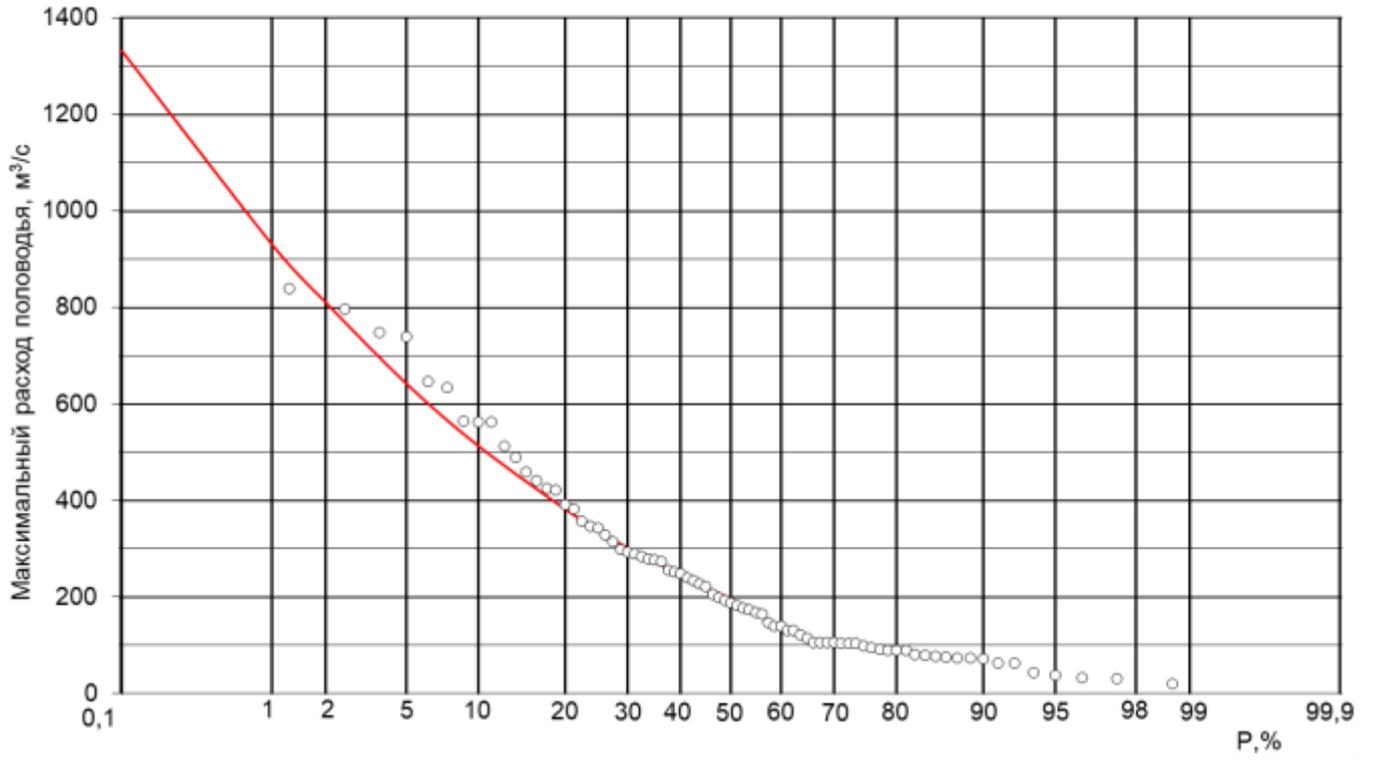
79011



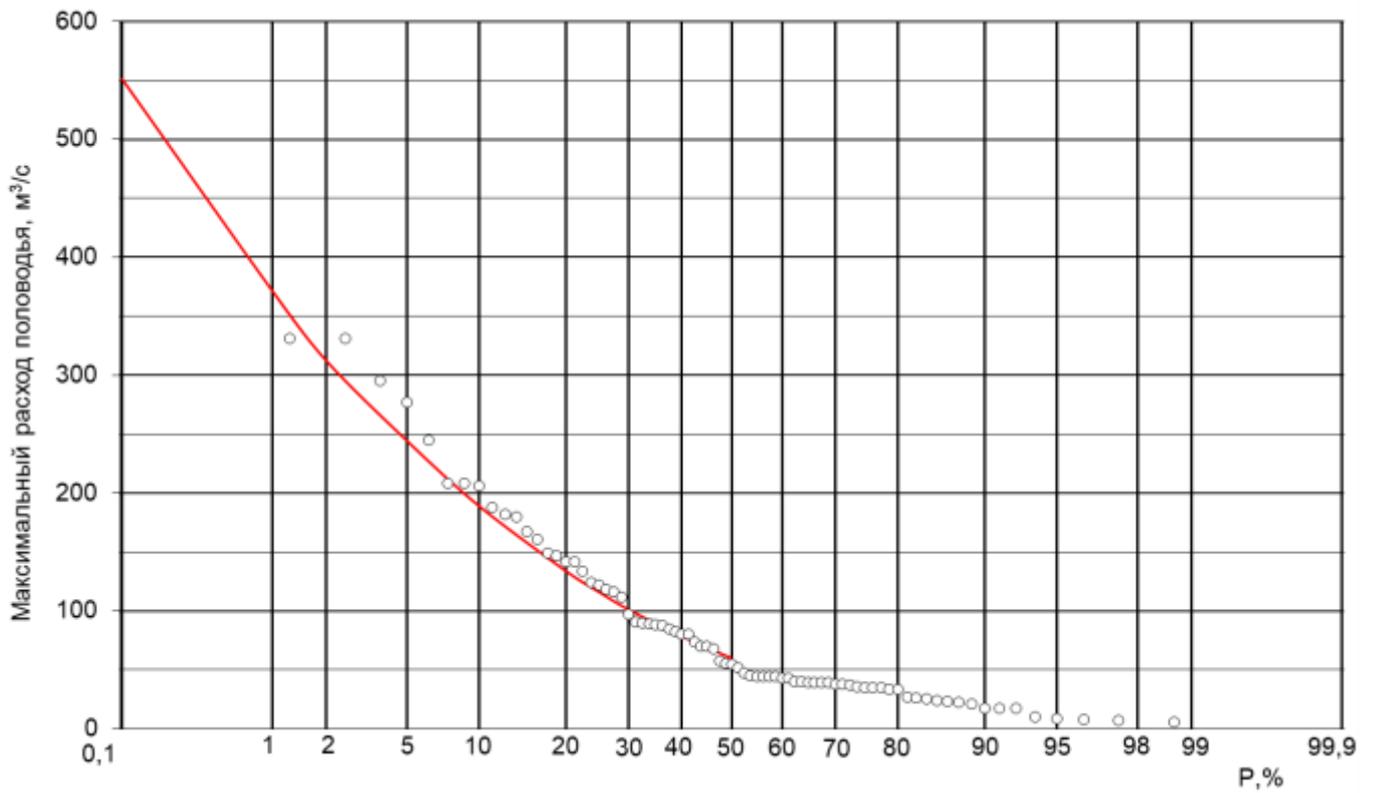
79051



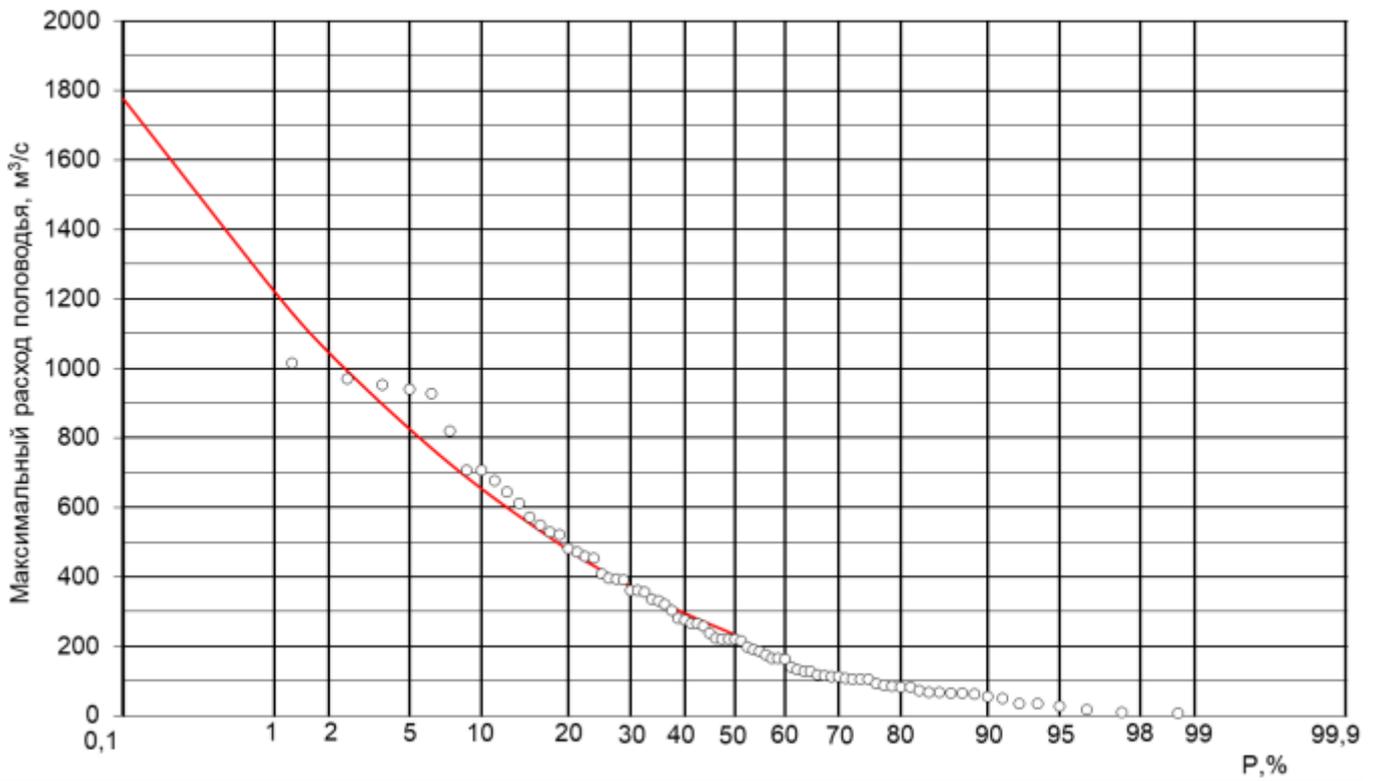
79244



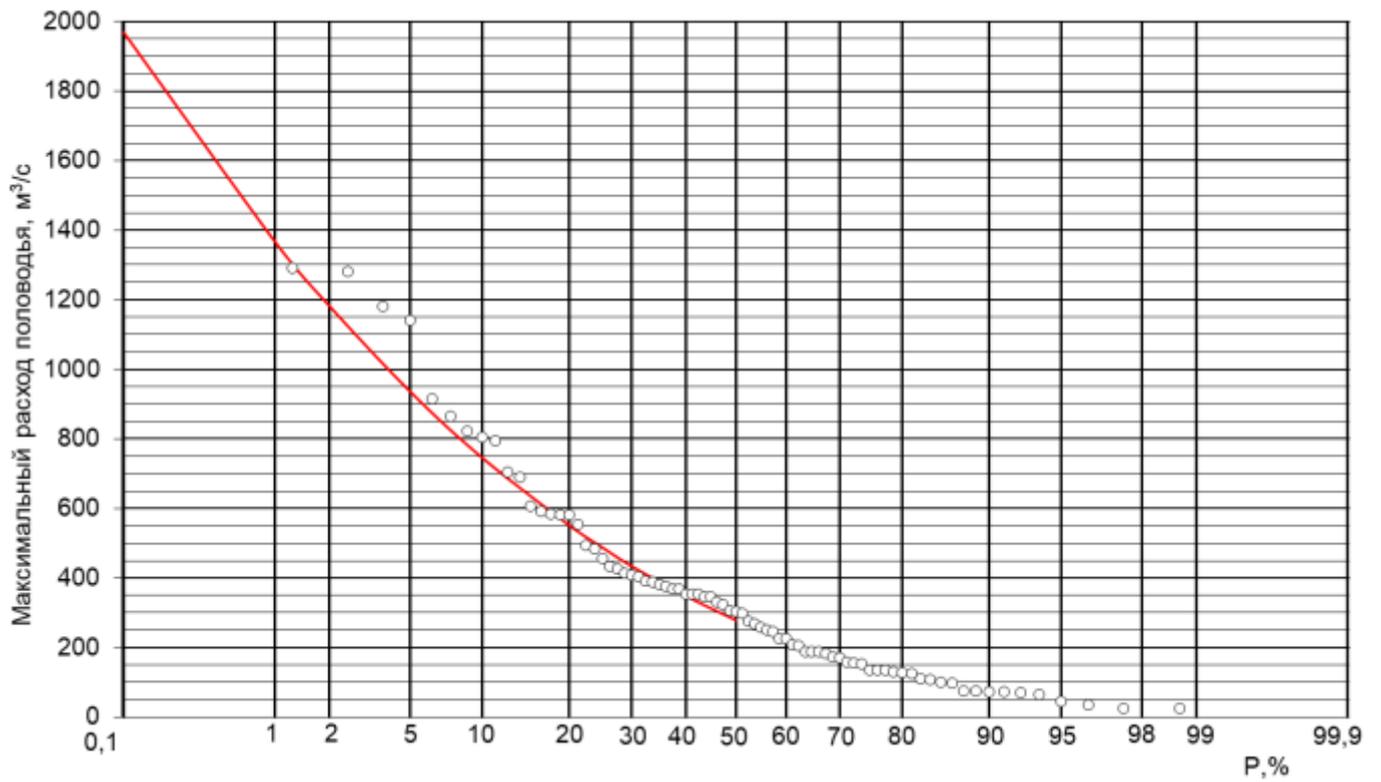
79261



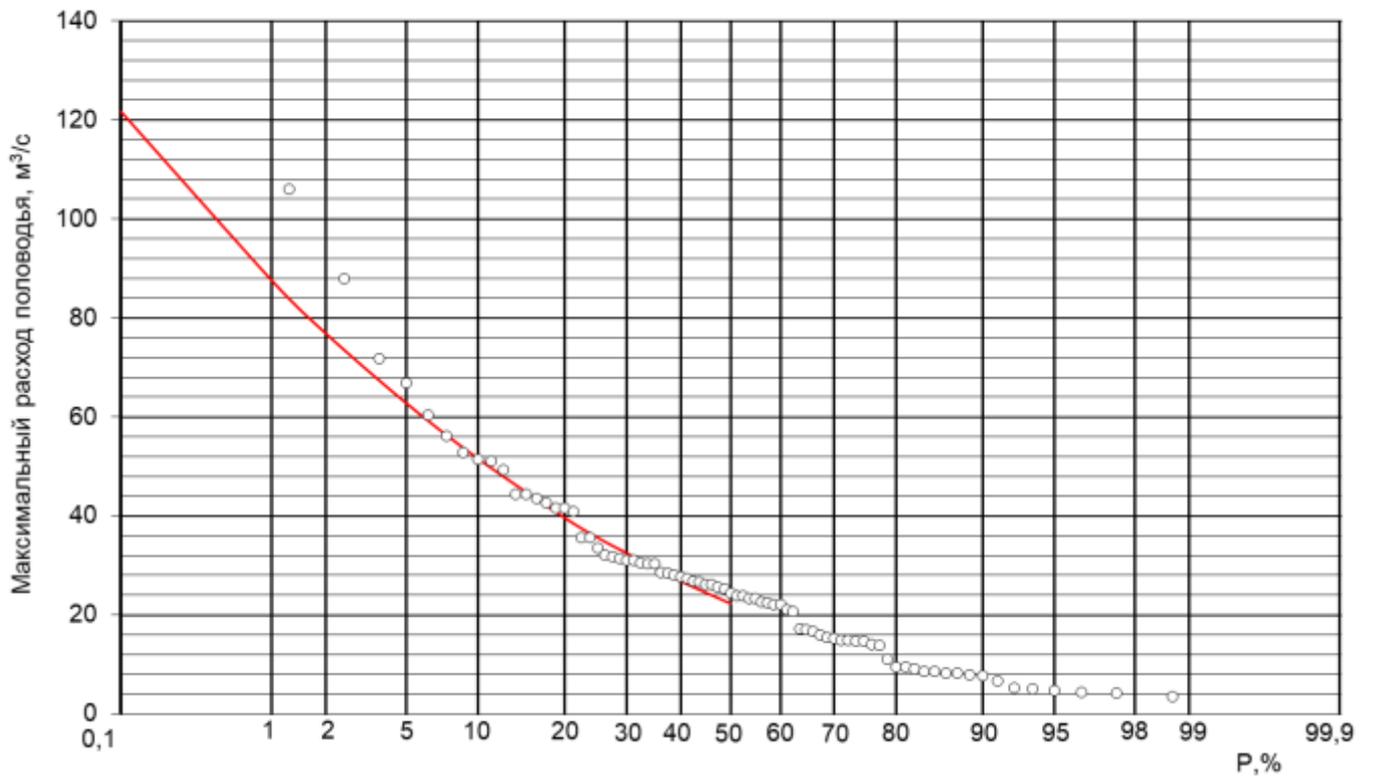
79306



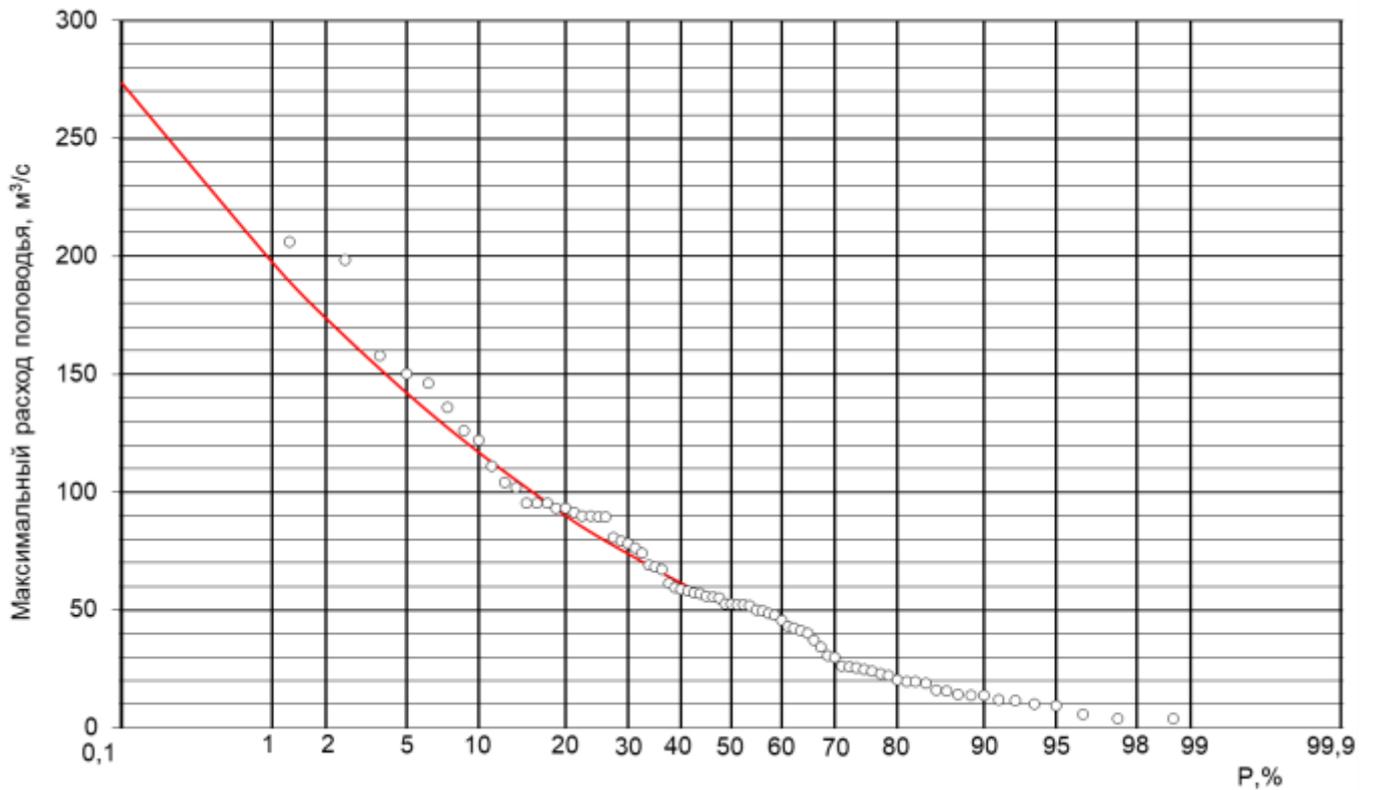
79324



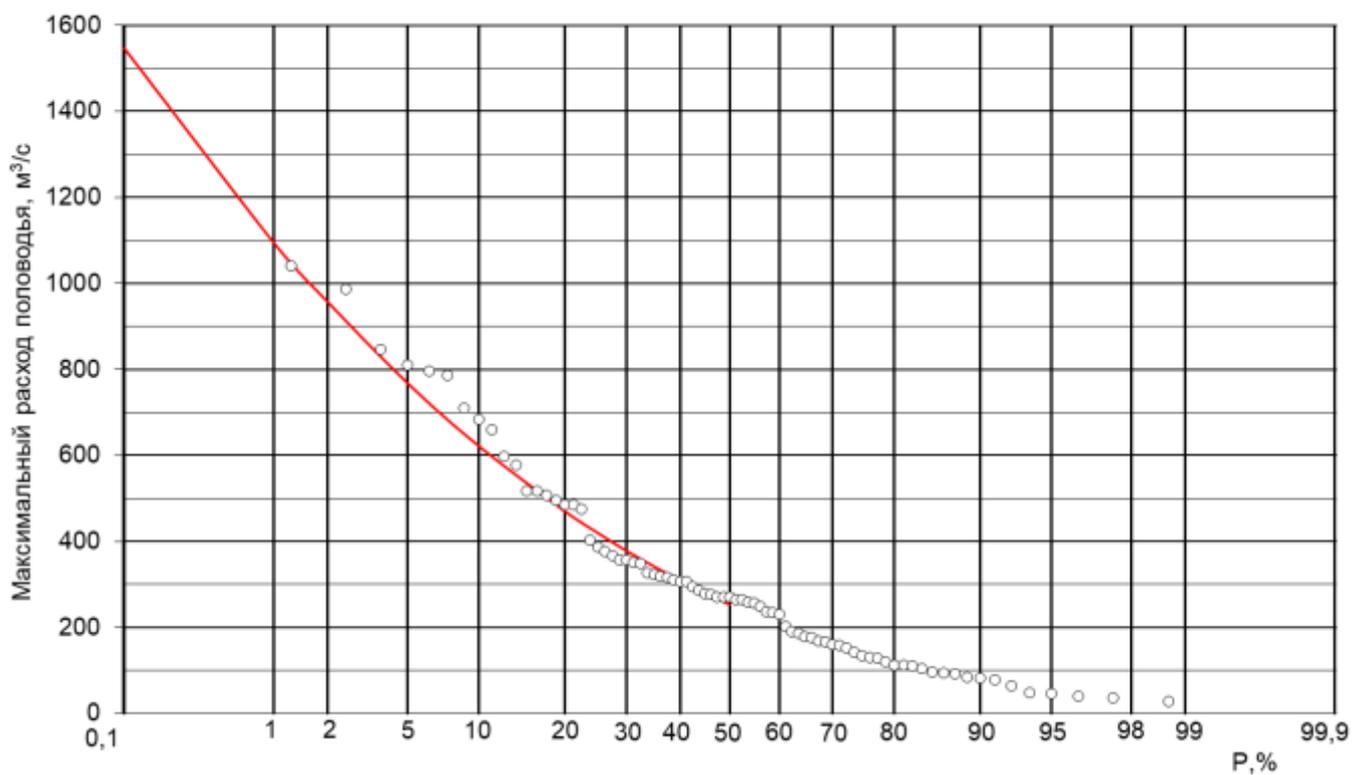
79333



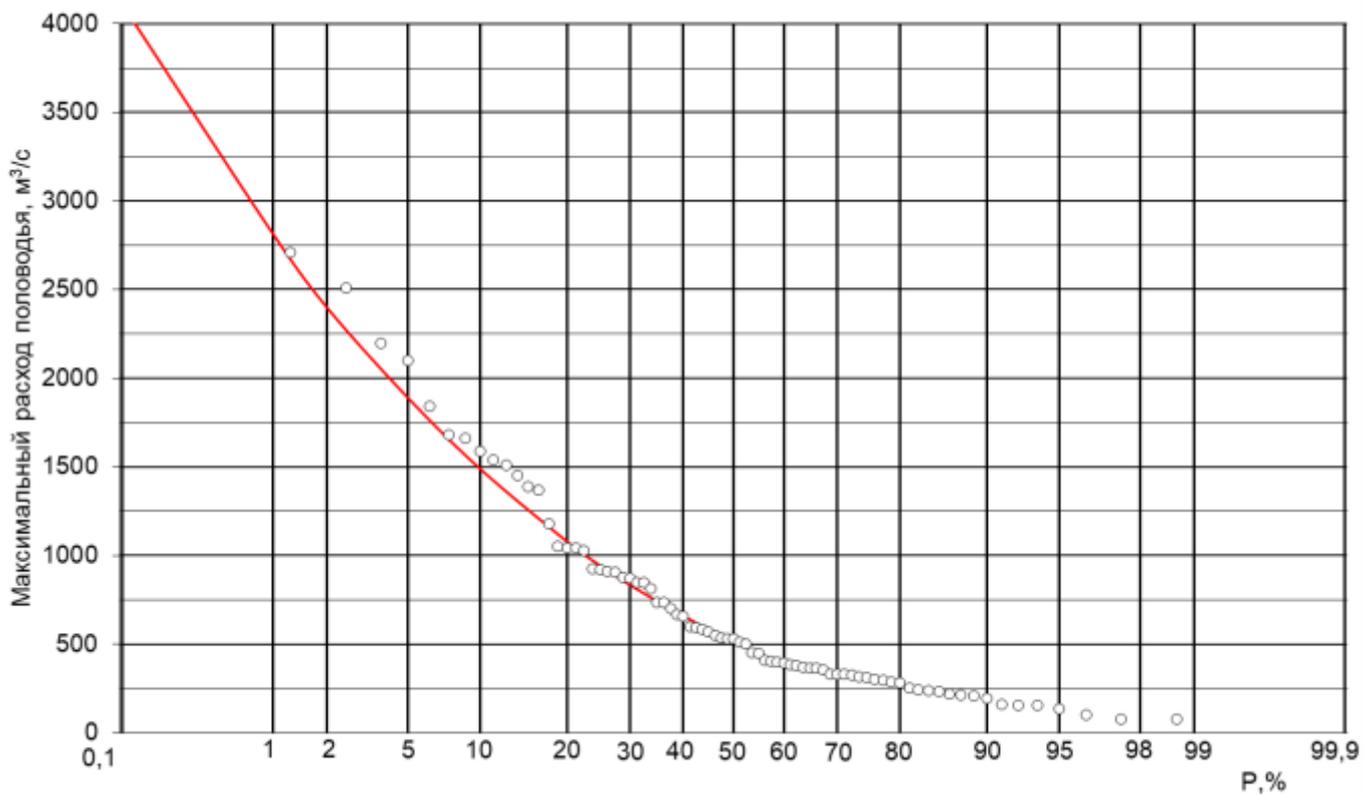
79335



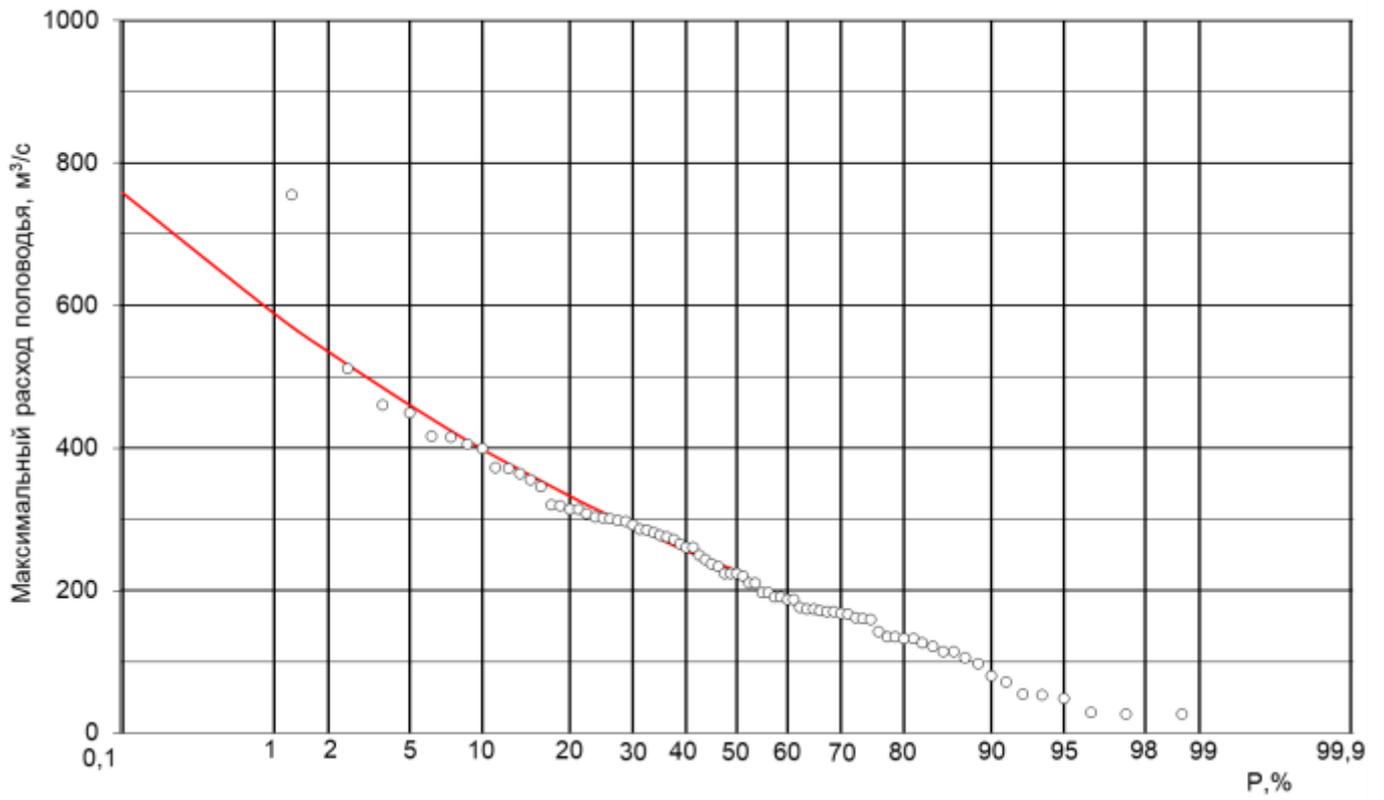
80113



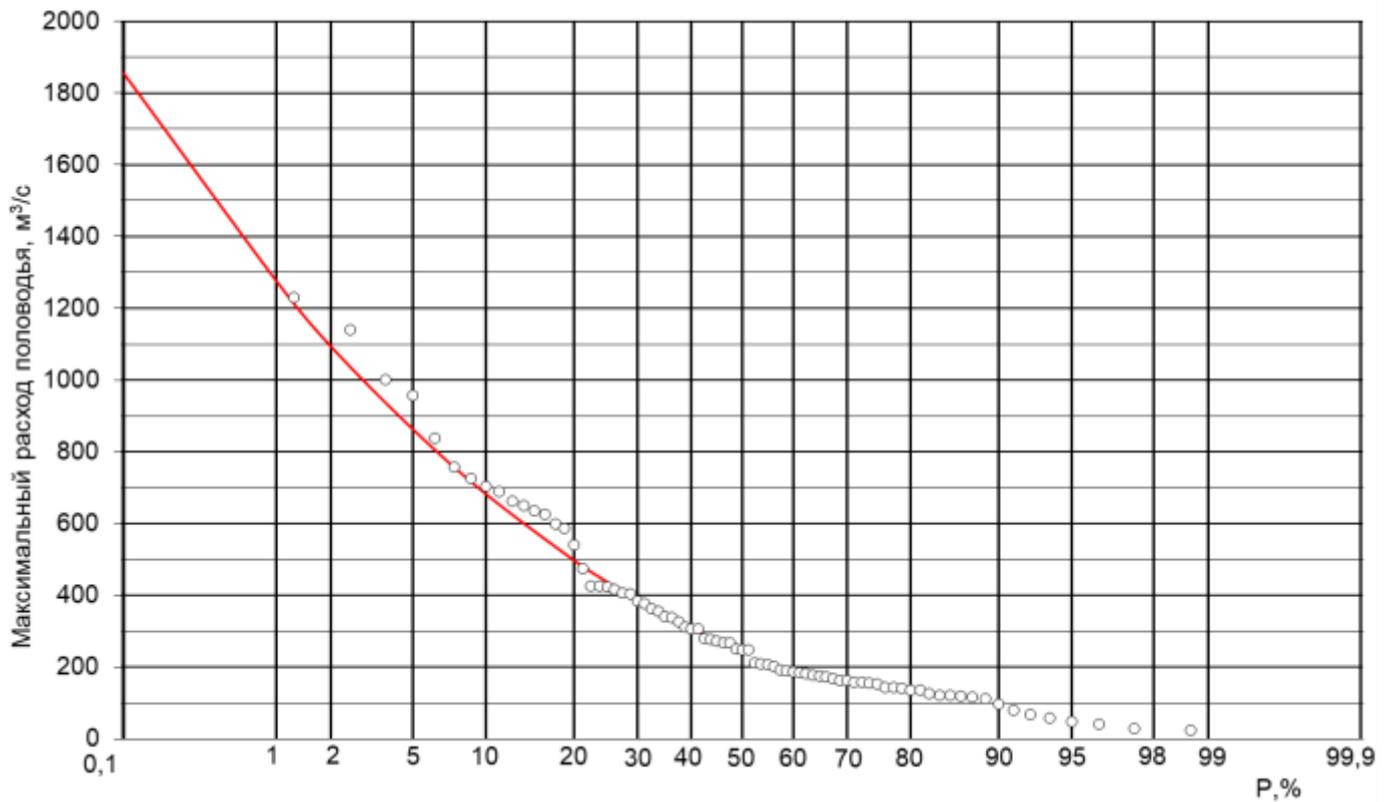
80118



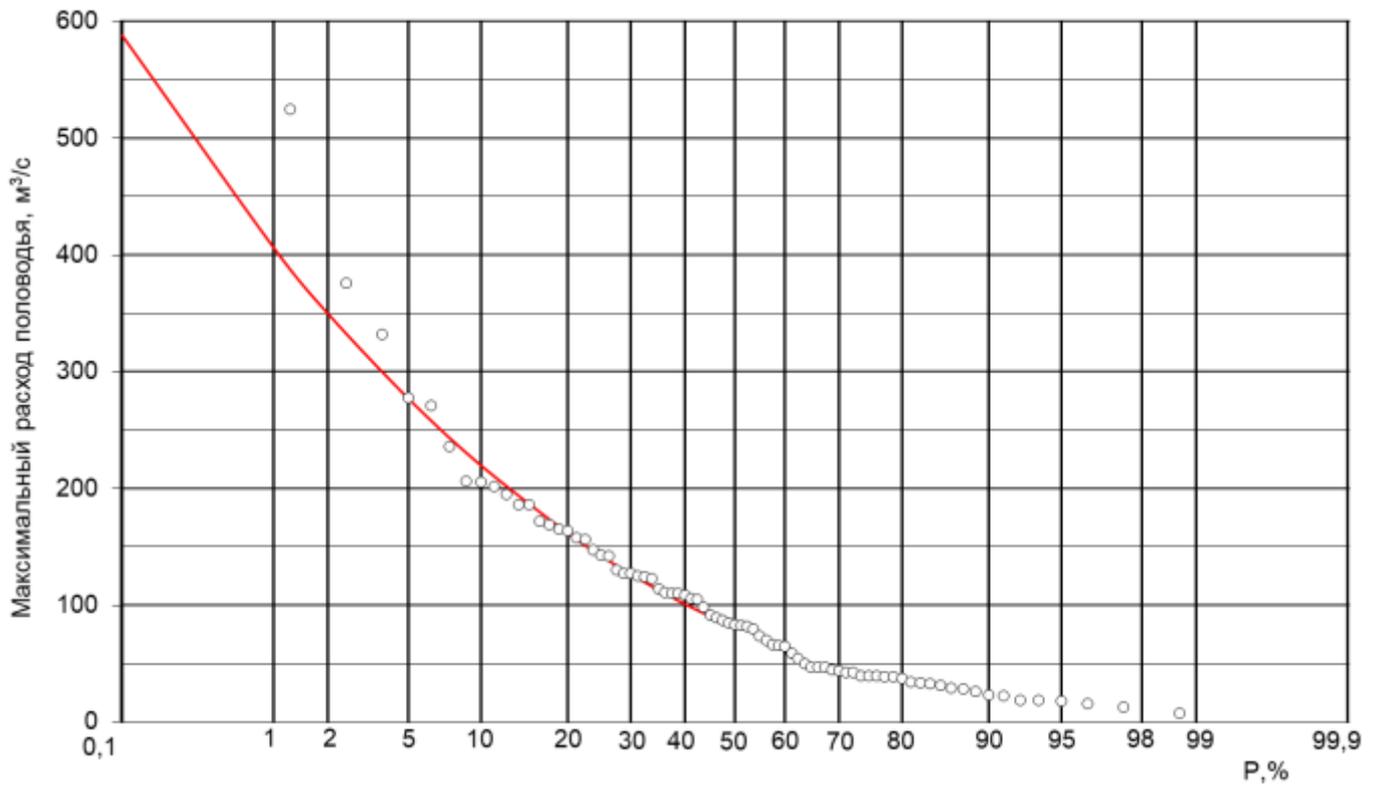
80148



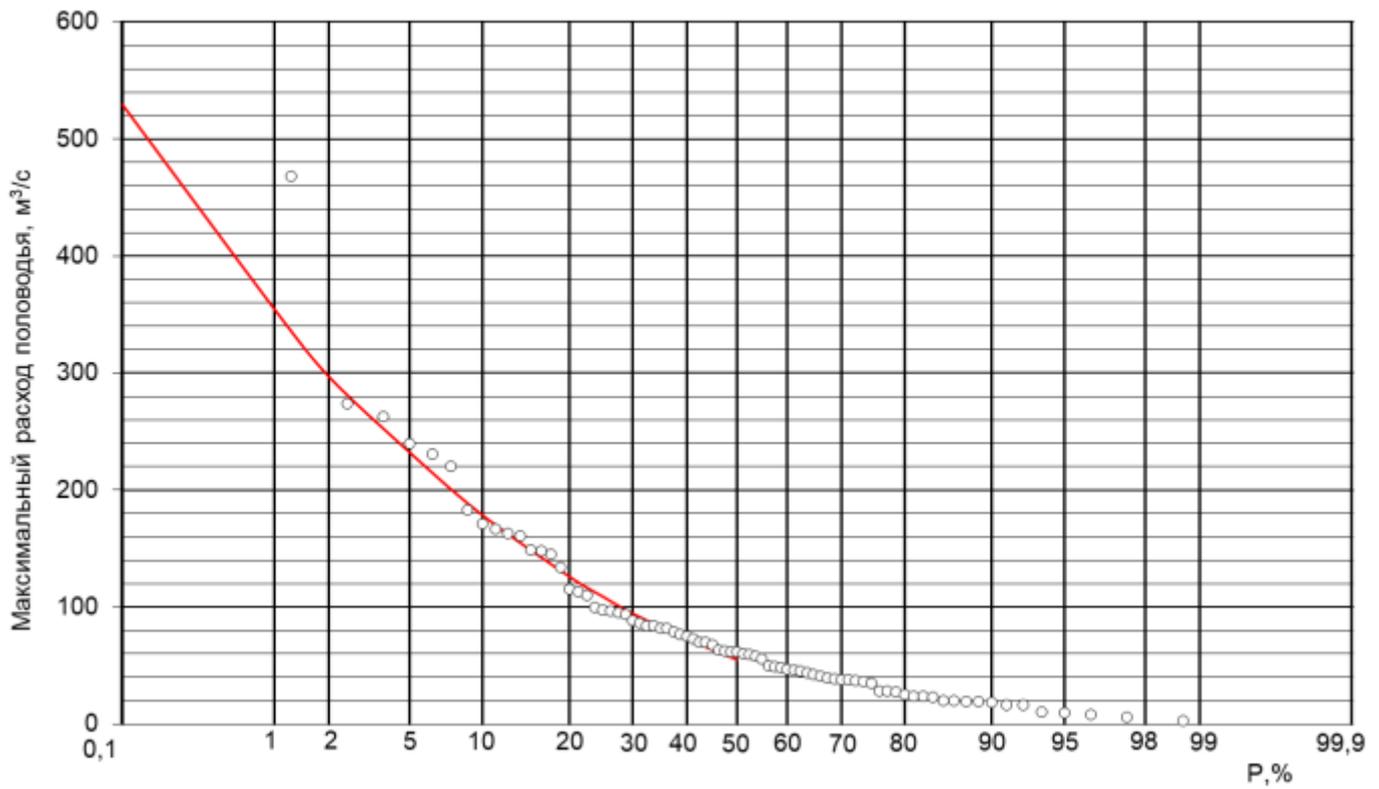
80592



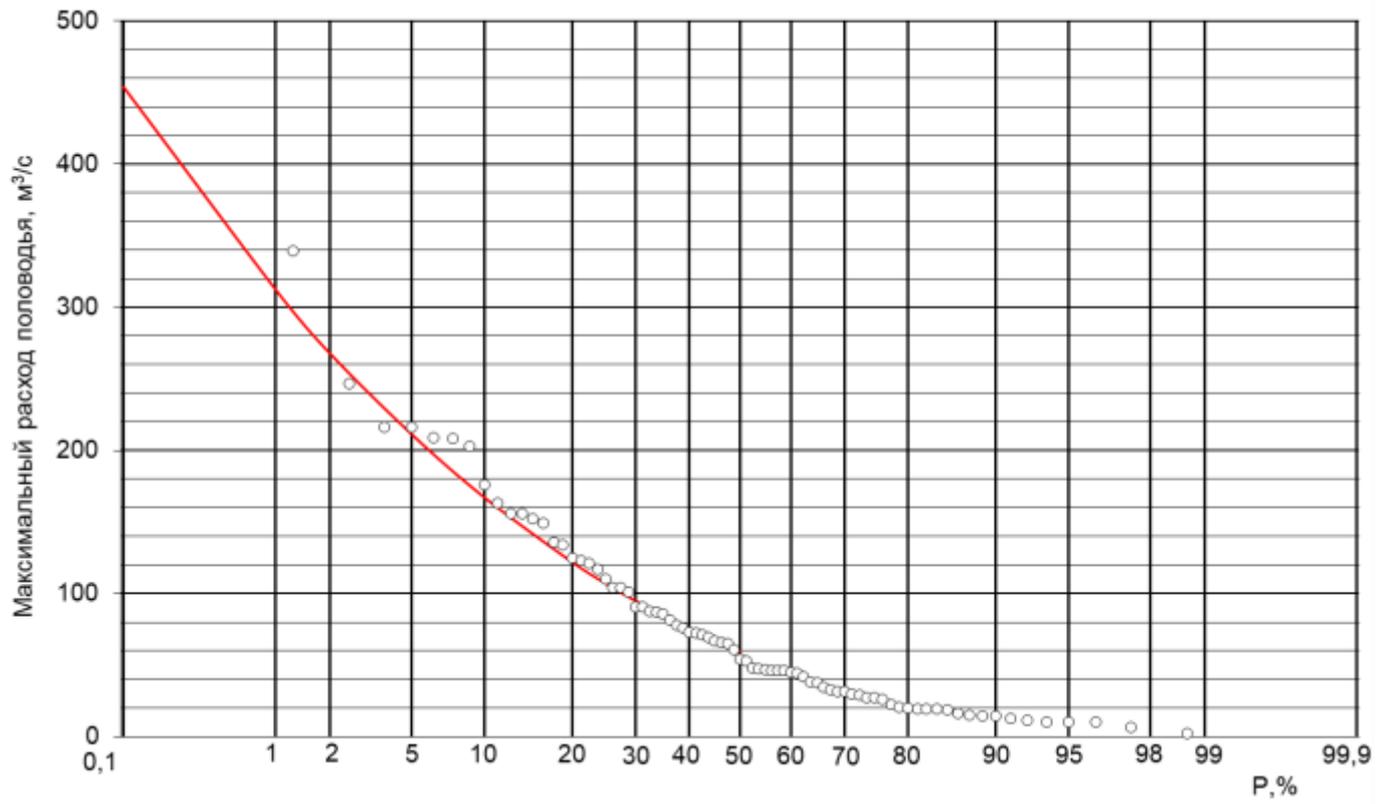
80157



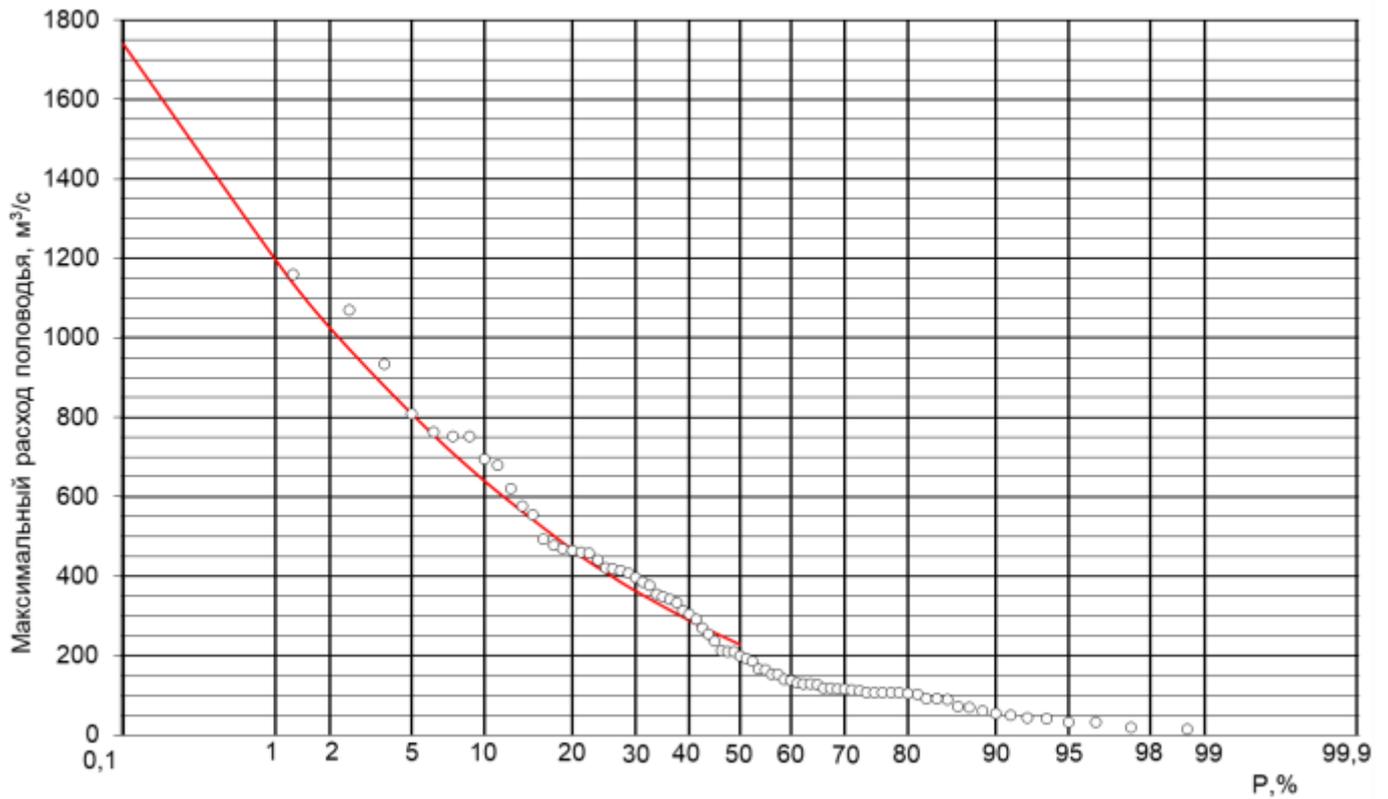
80160



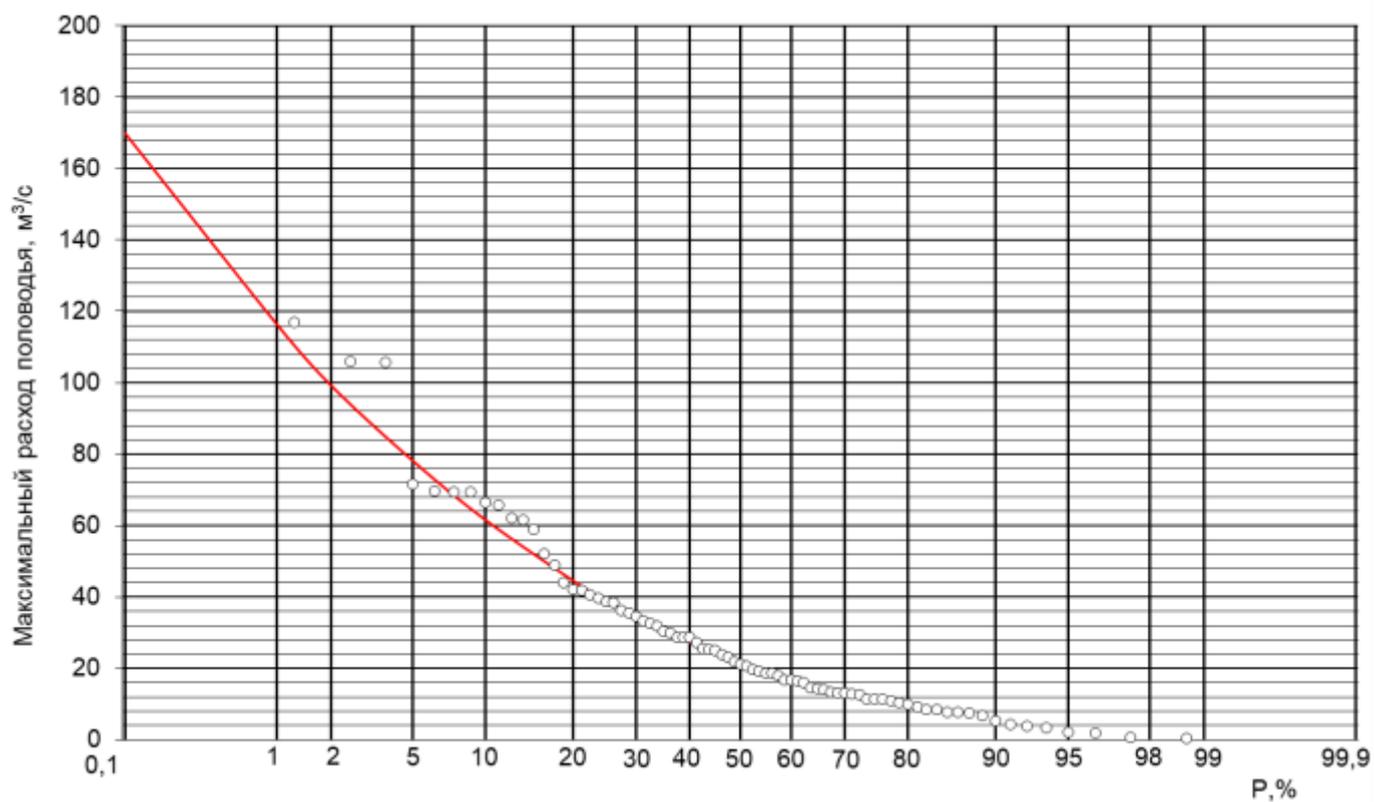
80165



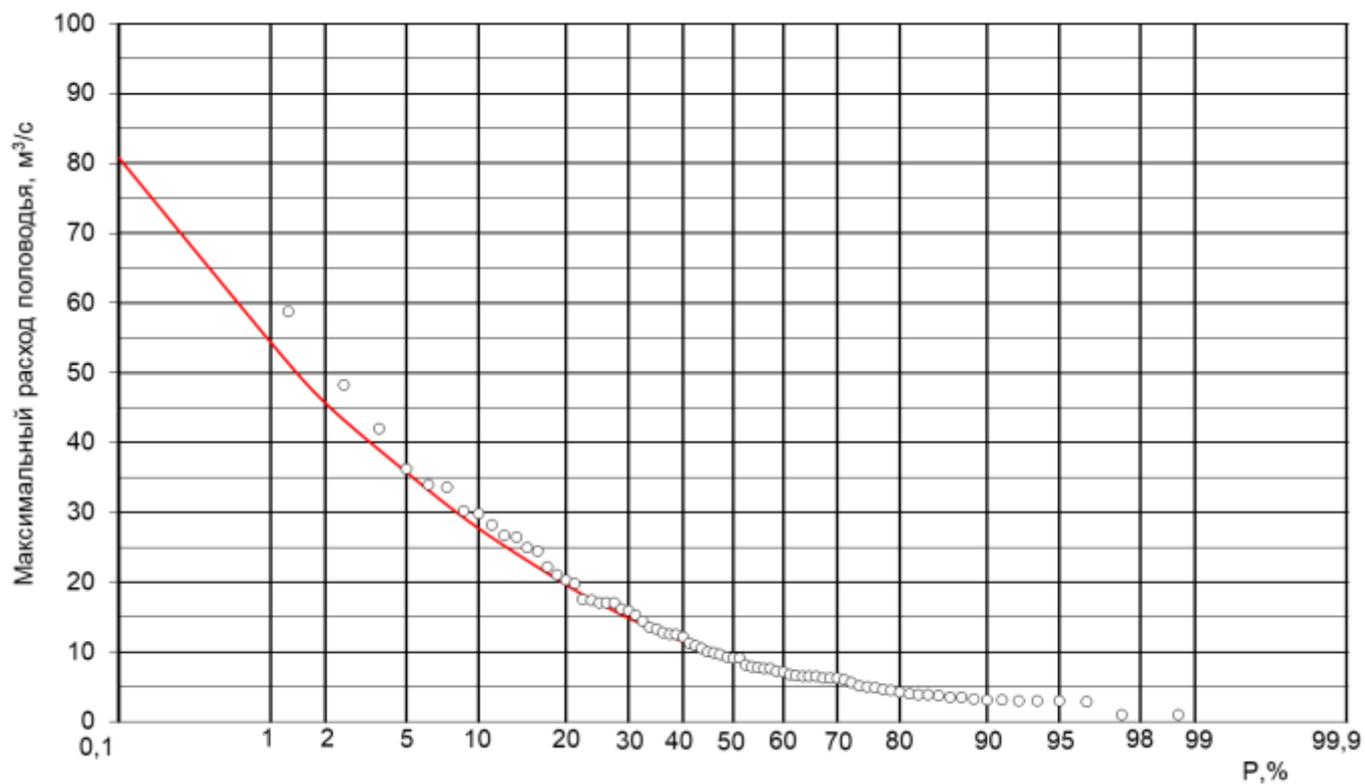
80172



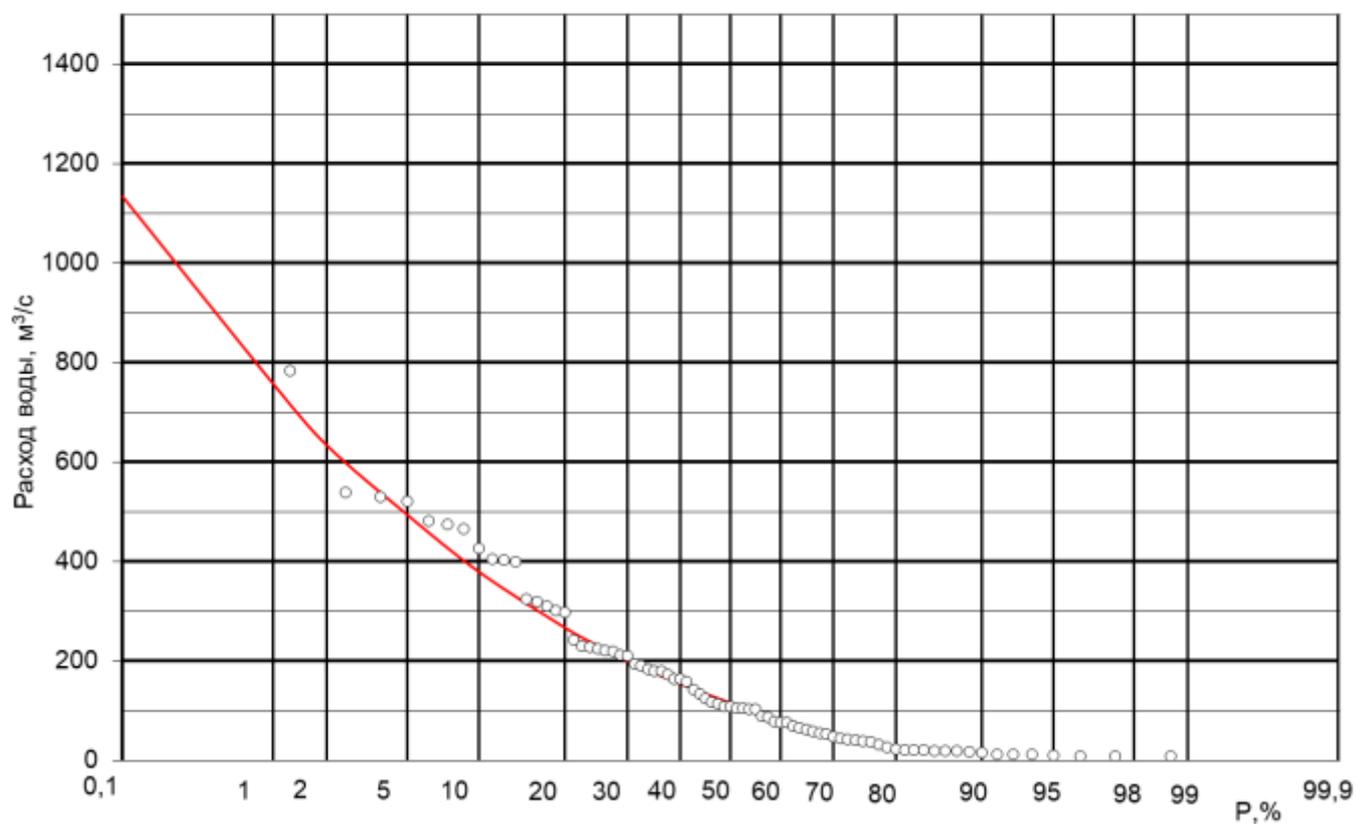
80174



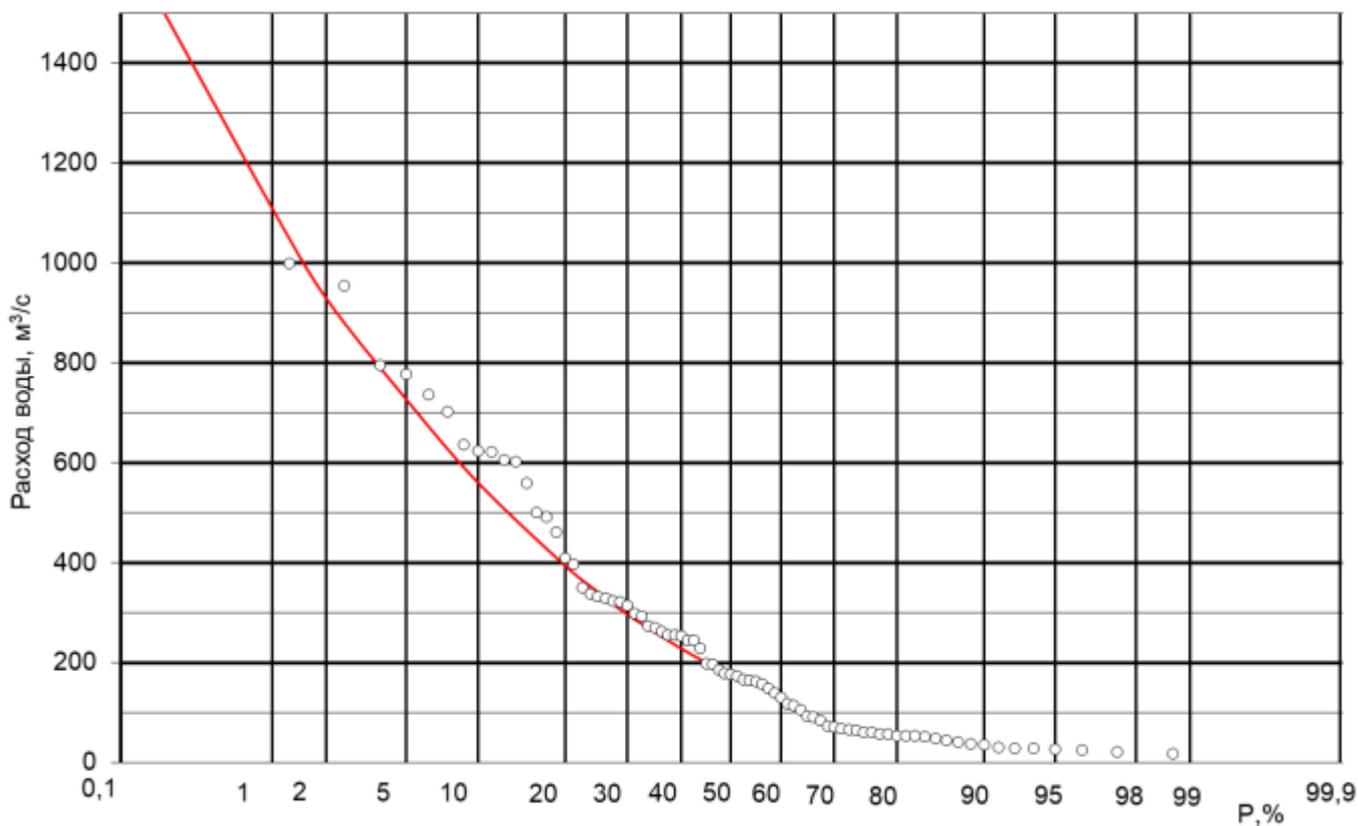
80175



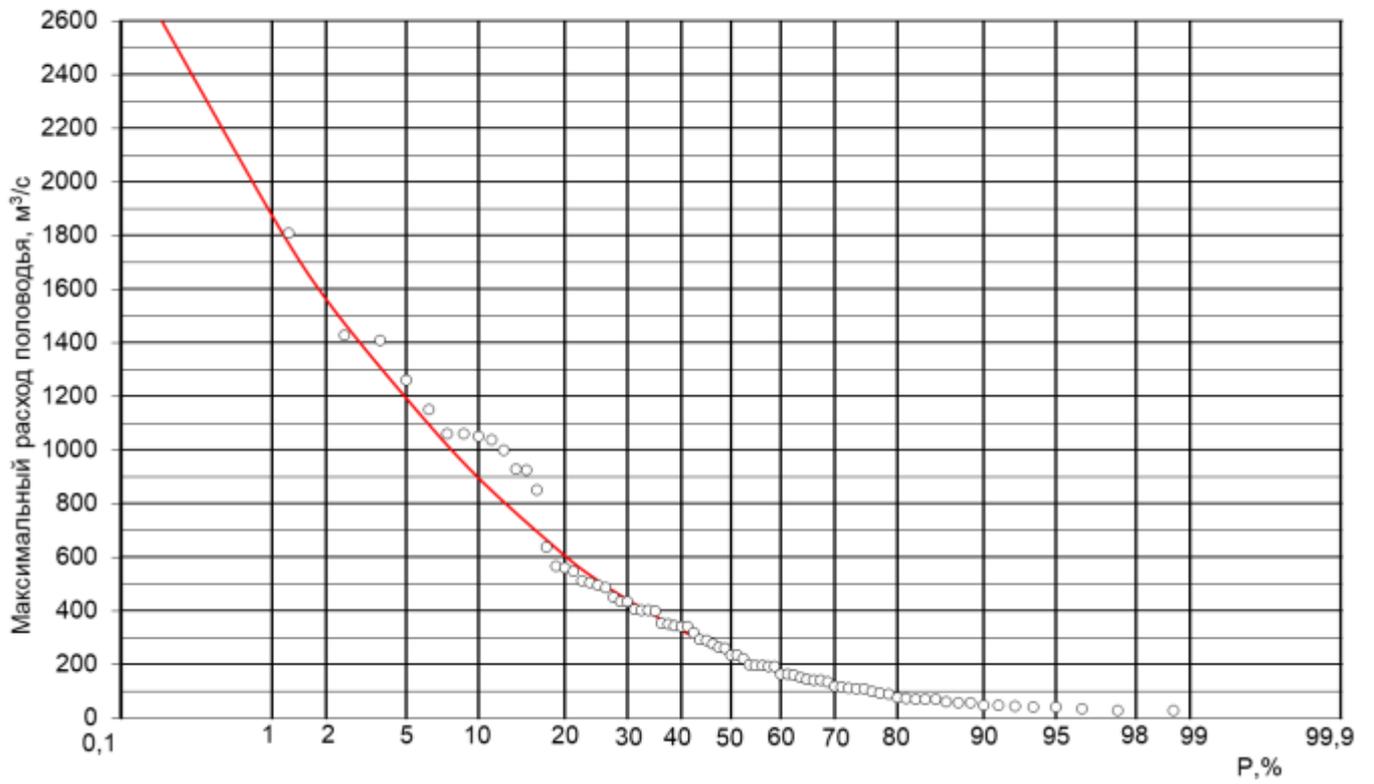
80196



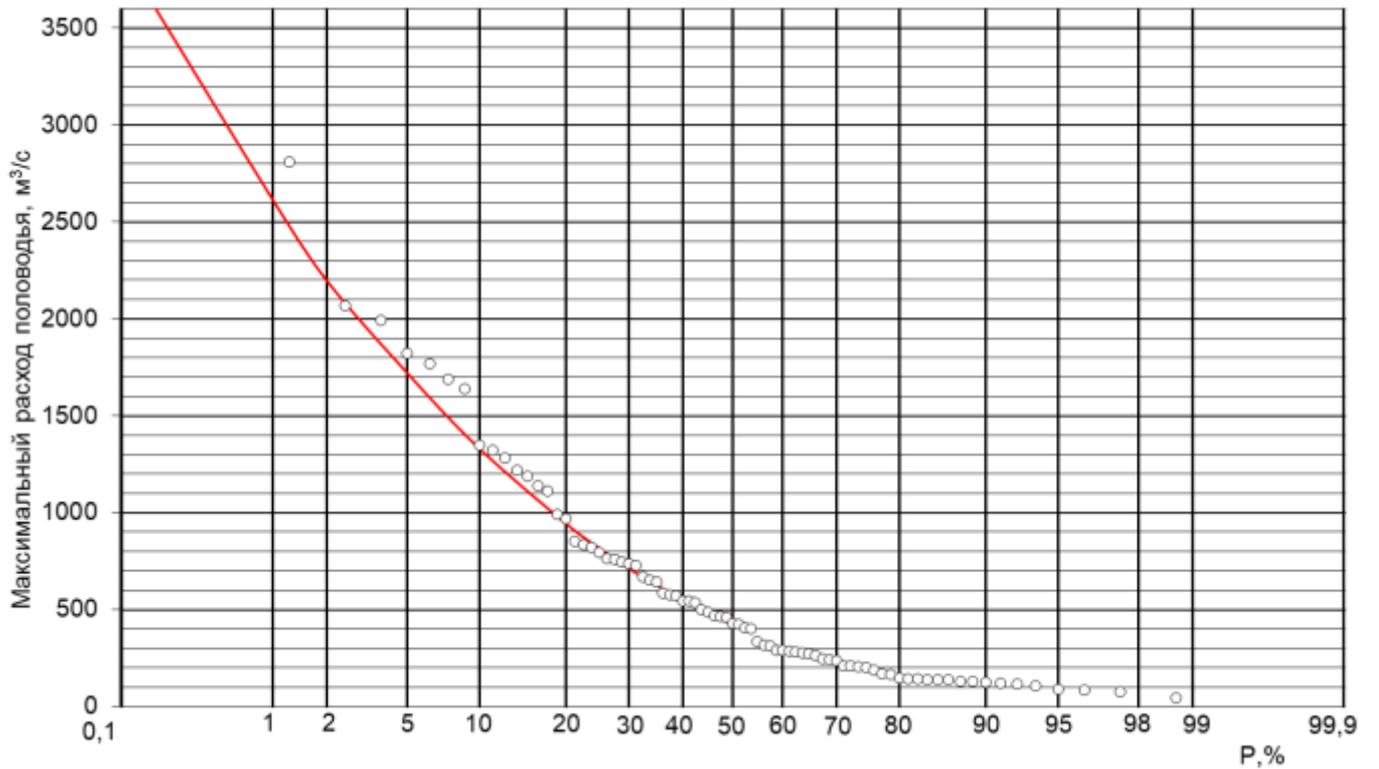
80197



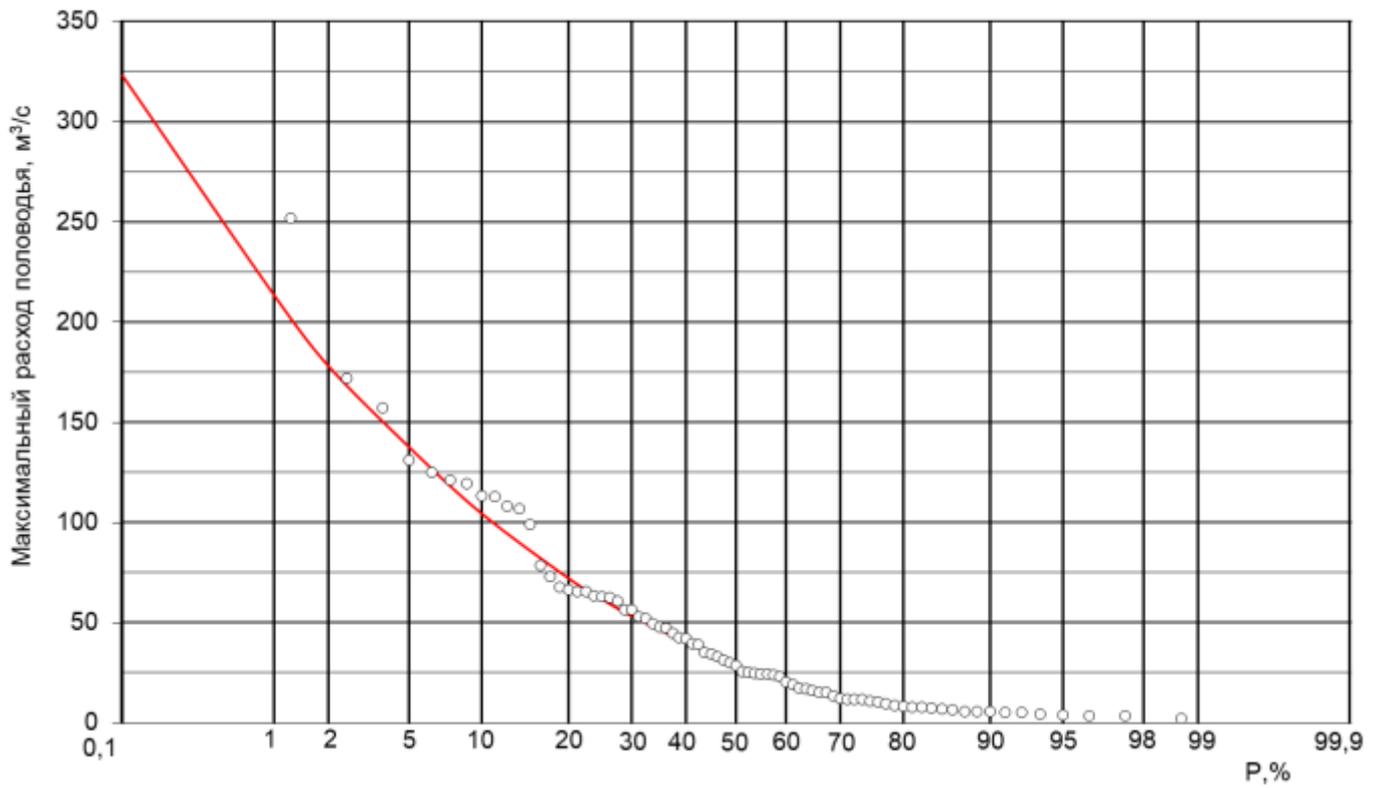
80198



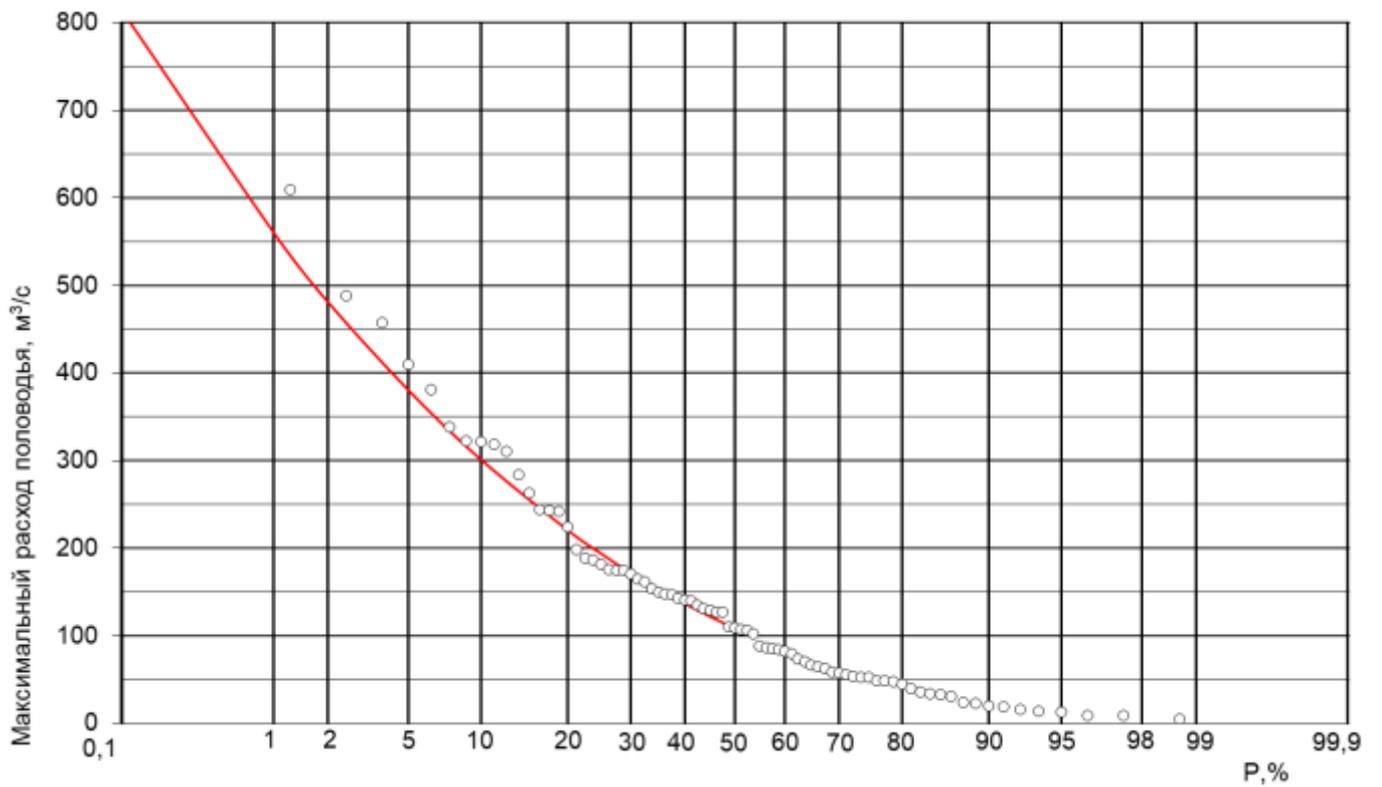
80204



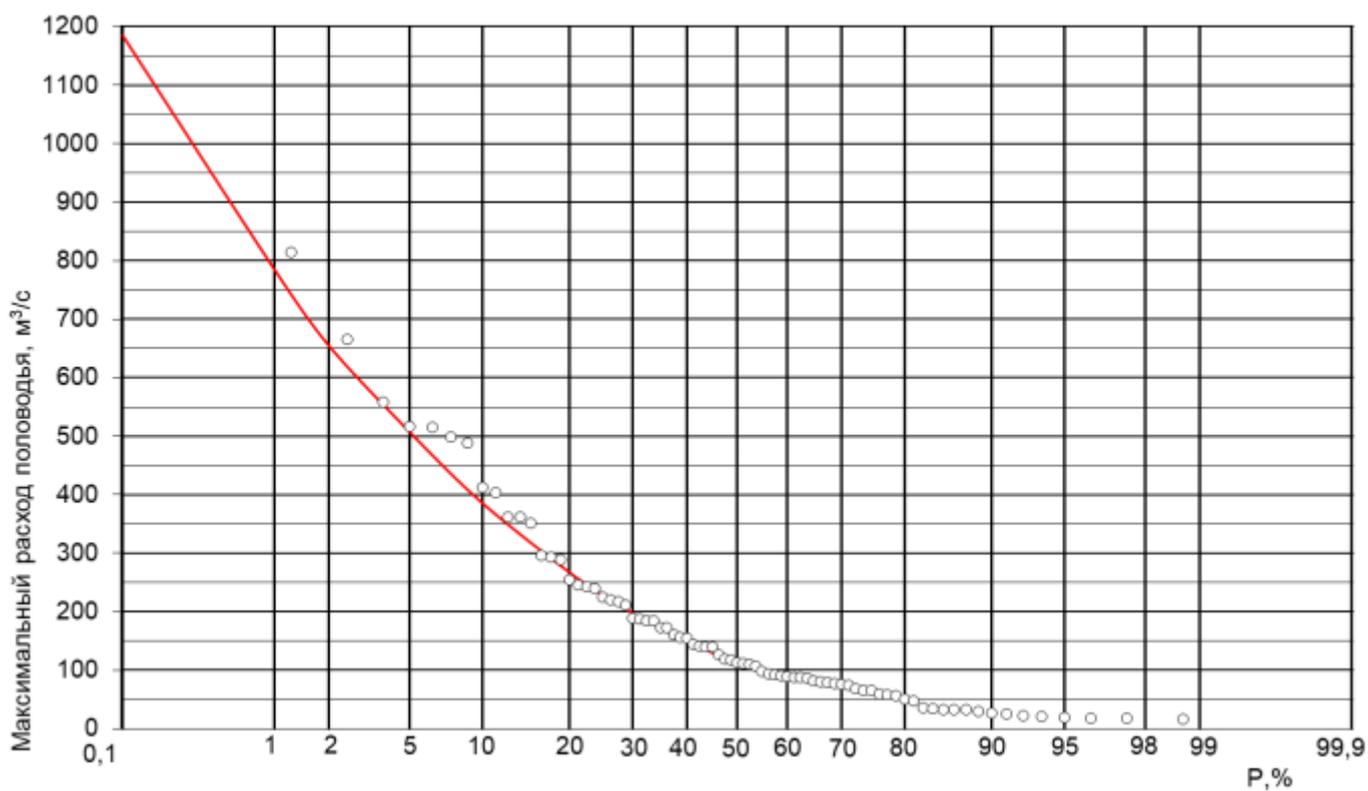
80218



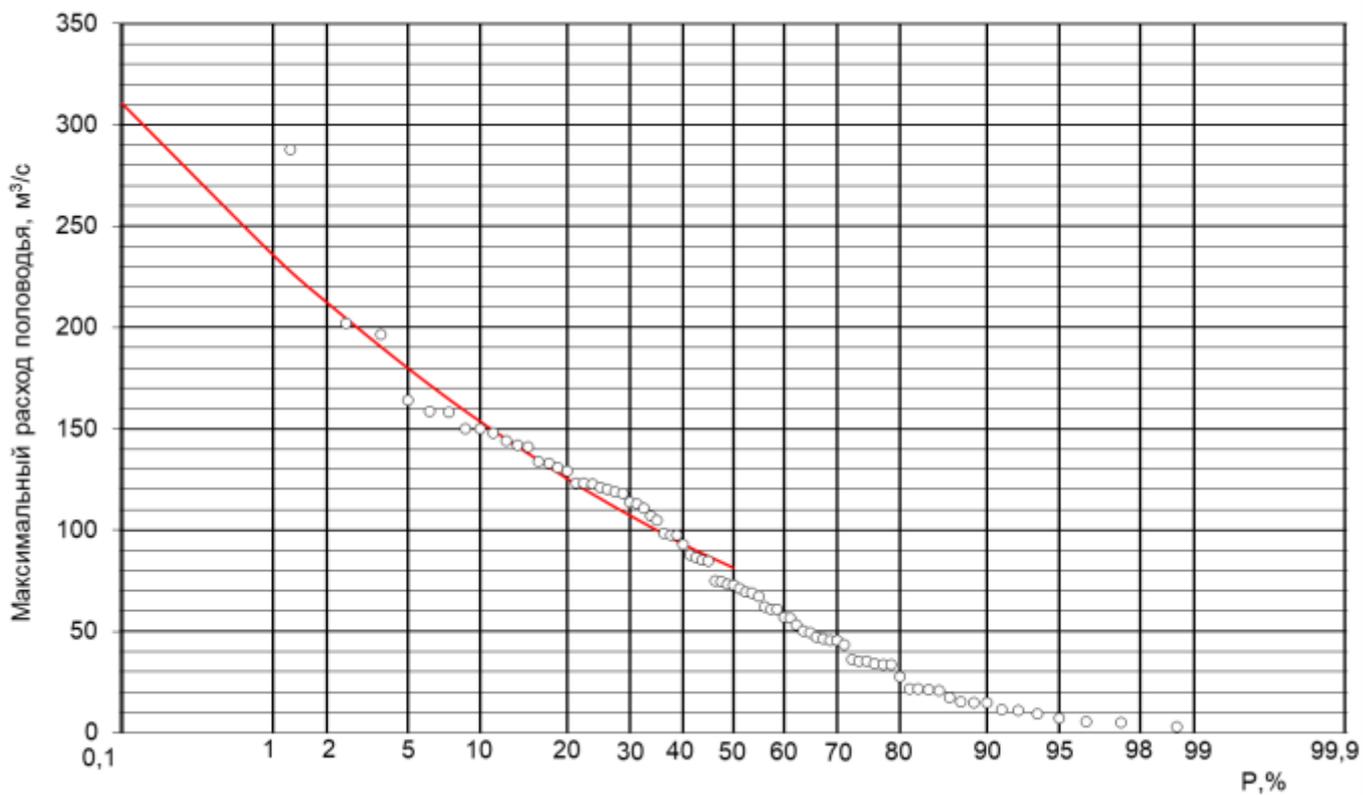
80220



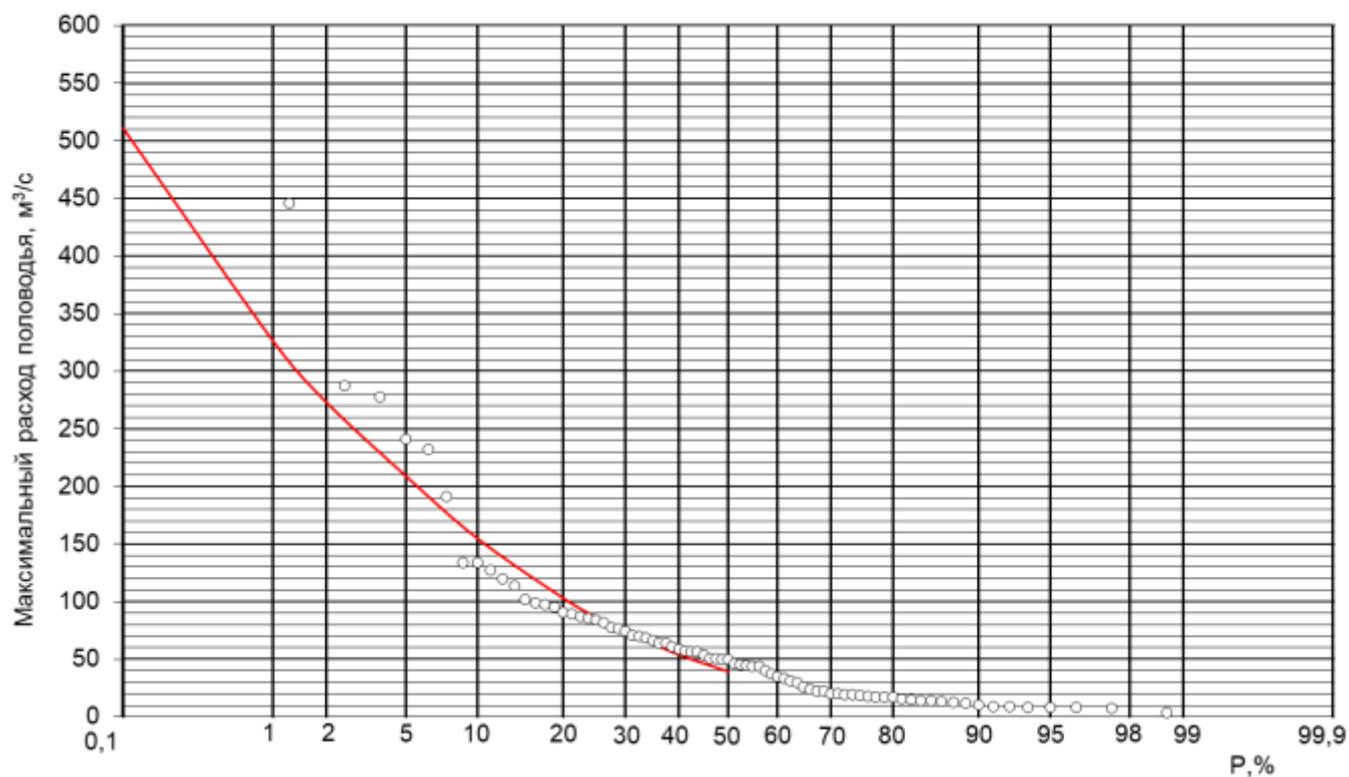
80222



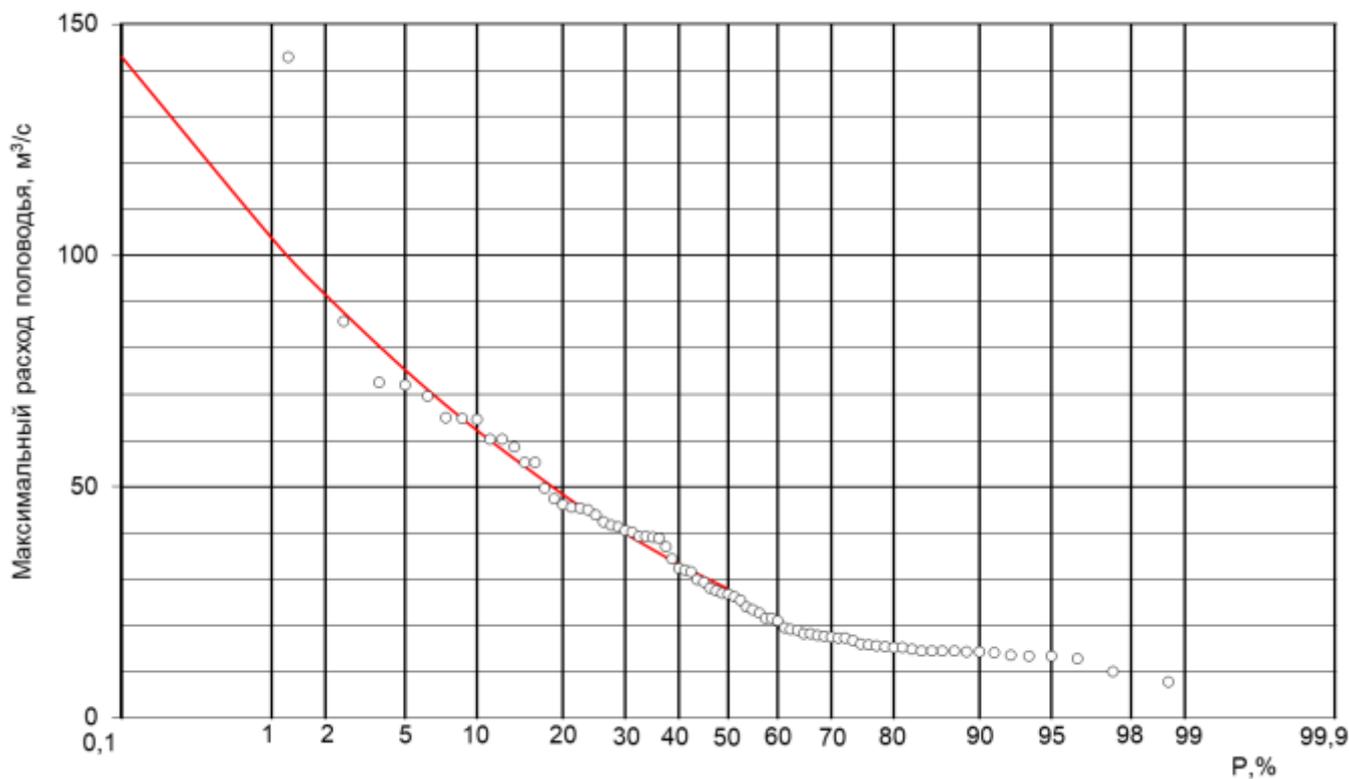
80224



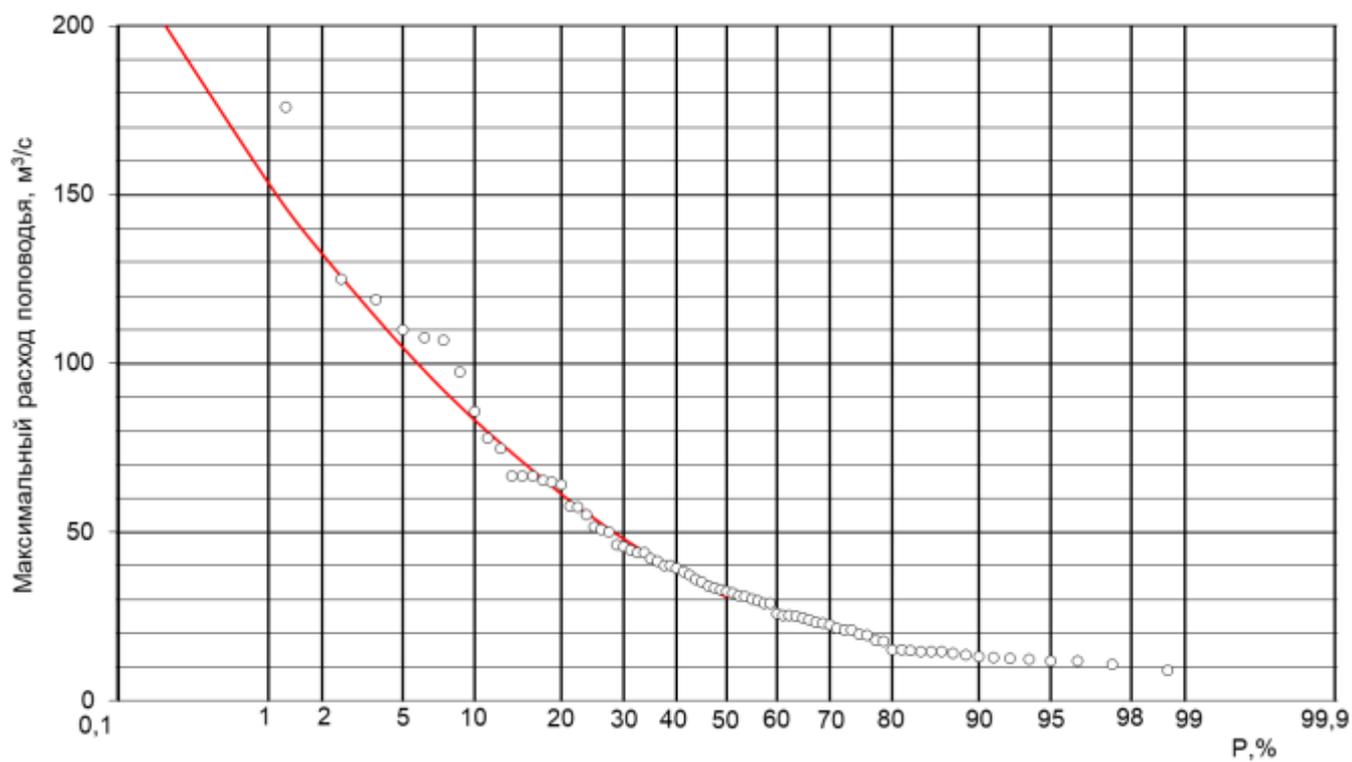
80230



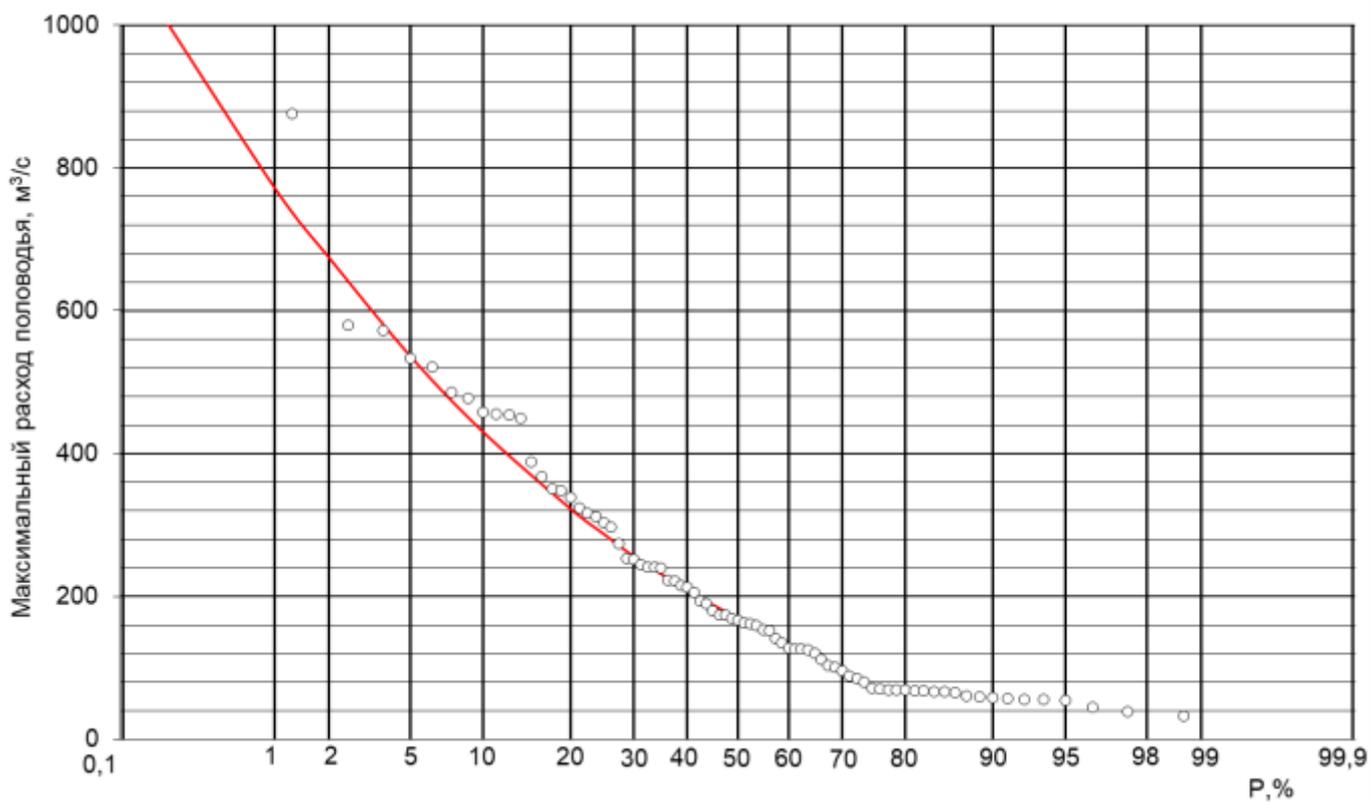
80232



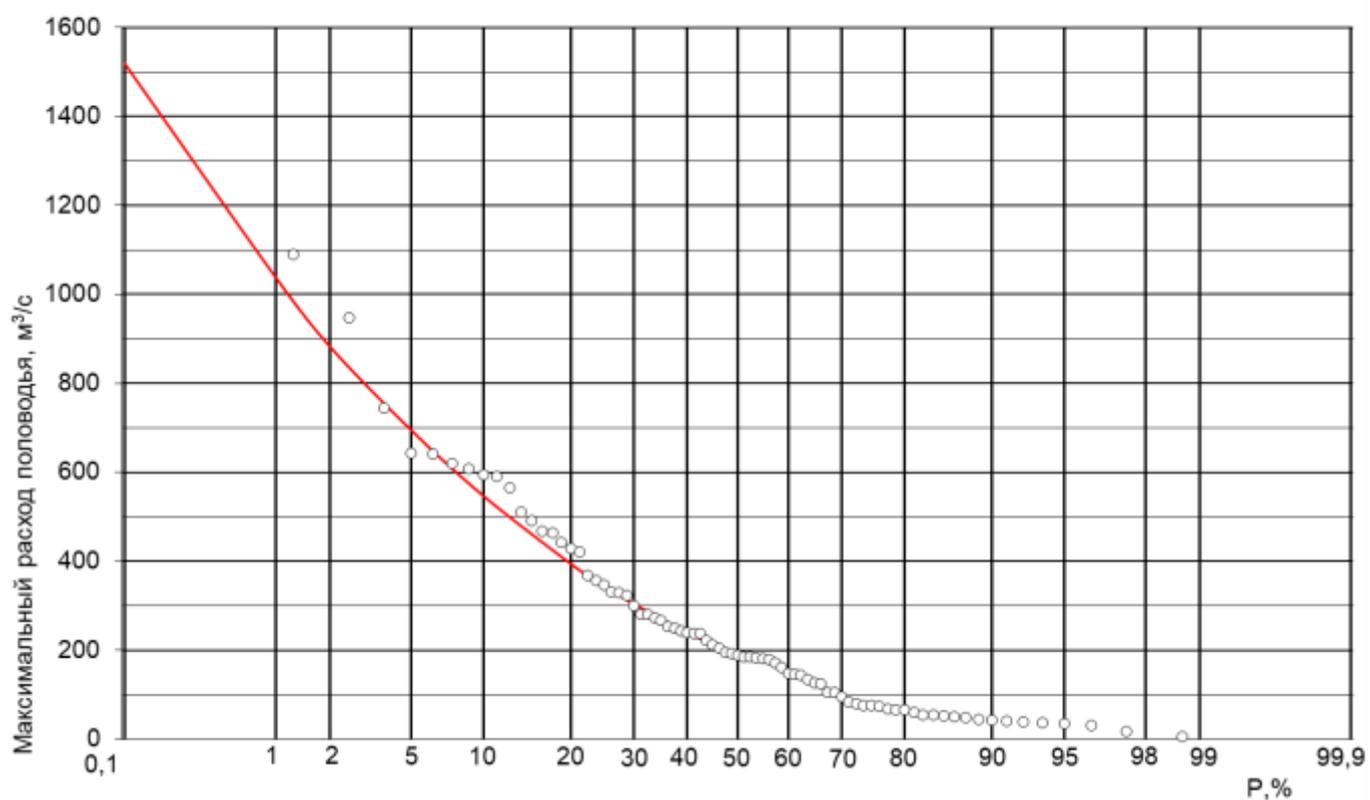
80233



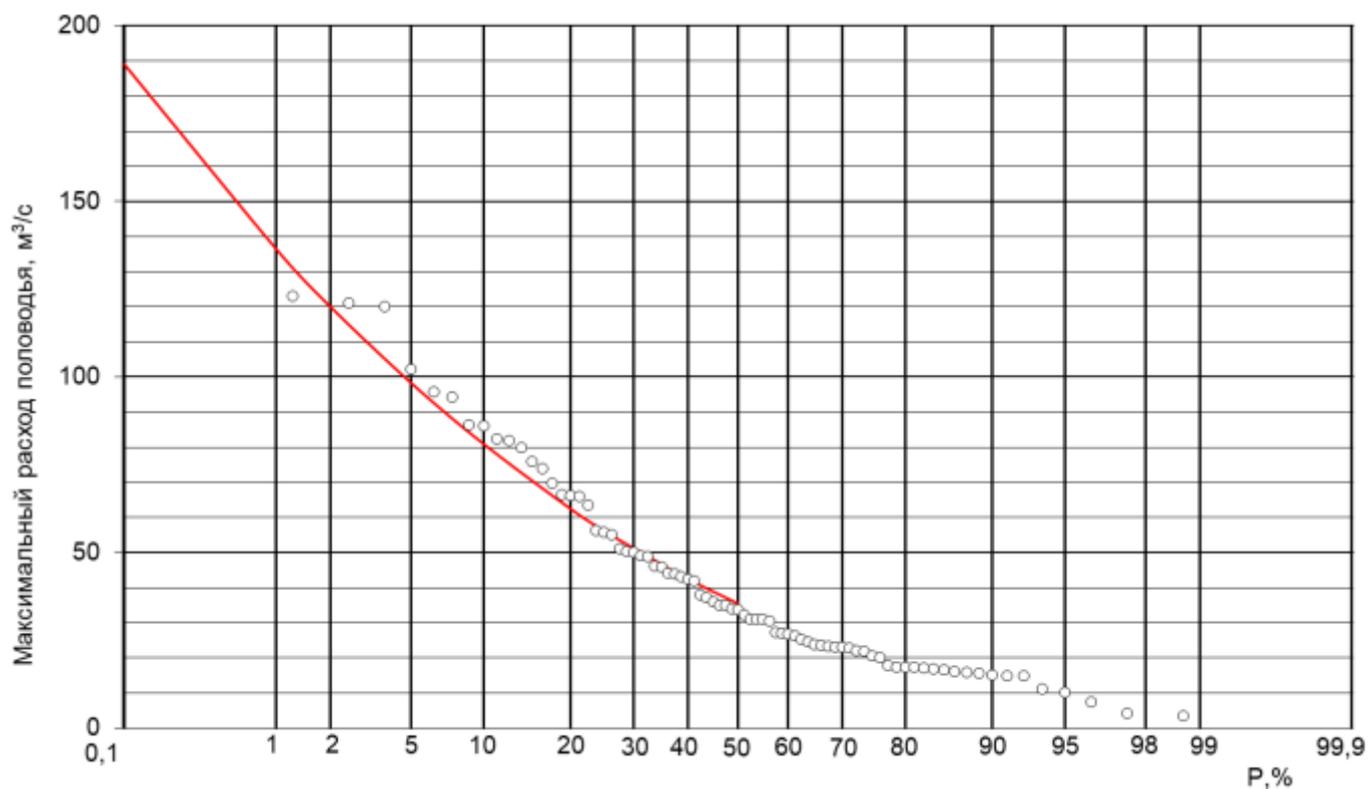
80235



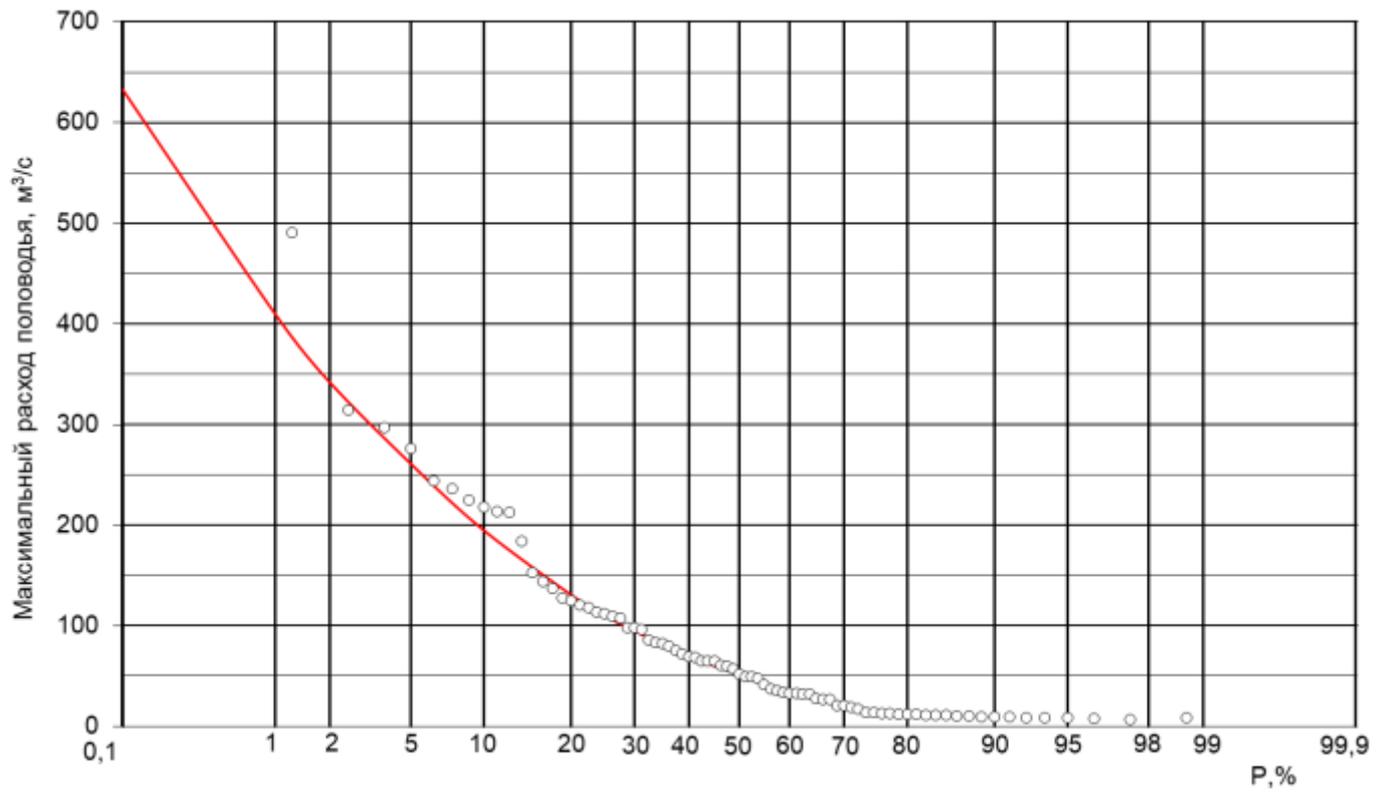
80236



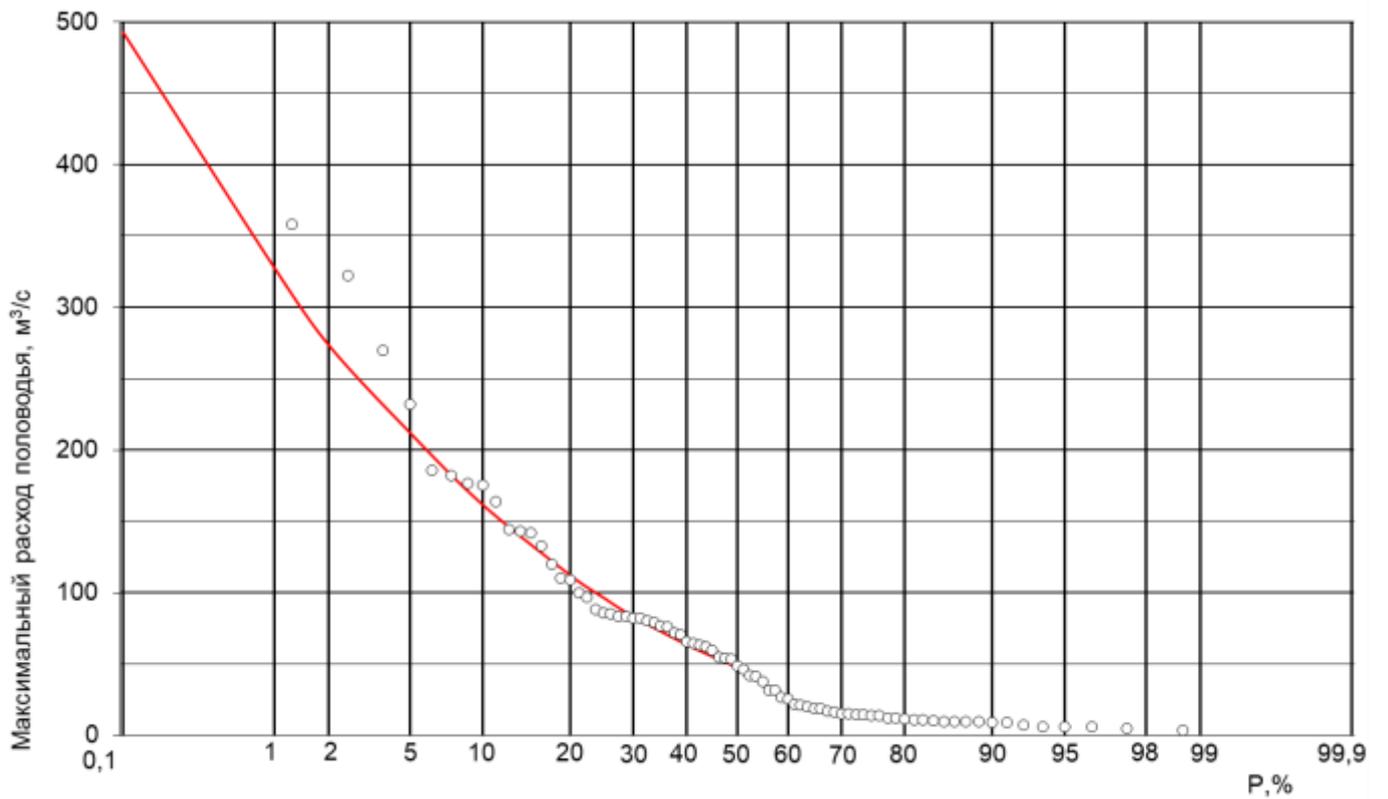
80239



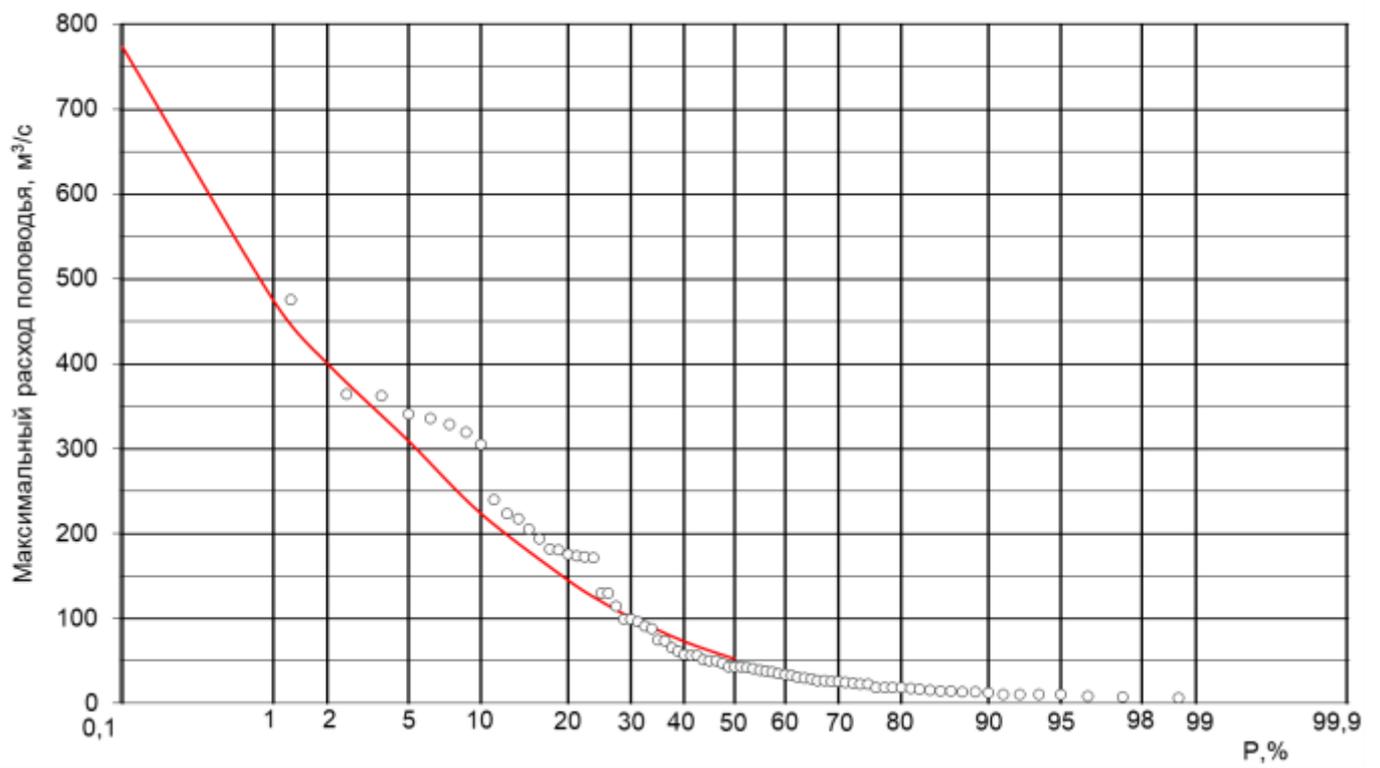
80405



80424



80442



**ПРИЛОЖЕНИЕ Г – Результаты расчетов слоев стока и максимальных расходов
весеннего половодья разной обеспеченности по первому климатическому сценарию
(1944-2022 гг)**

Слой стока весеннего половодья, мм

P, %	0,1	1	2	5	10	20	25	30	40	50
79001	365	304	285	254	230	203	193	185	171	158
79006	293	240	223	198	178	155	147	140	128	118
79011	265	216	201	178	159	138	130	125	114	104
79051	278	223	205	179	158	135	127	121	108	98
79244	269	208	189	162	140	116	108	101	89	79
79261	287	223	202	174	151	126	117	110	97	86
79306	251	191	172	146	125	102	94	87	75	66
79324	265	208	189	164	142	120	112	105	93	83
79333	288	221	200	171	147	121	113	105	92	81
79335	185	146	133	116	101	86	80	76	67	60
80113	258	206	190	166	146	125	118	112	100	91
80118	272	211	192	165	143	119	111	104	91	81
80148	222	176	162	141	123	105	98	93	83	75
80592	317	244	220	188	162	134	124	116	101	89
80157	219	168	152	130	112	93	86	80	70	62
80160	236	177	158	132	112	90	82	76	65	56
80165	188	144	130	111	96	79	73	68	60	53
80172	190	148	134	115	100	83	78	73	64	57
80174	316	239	215	182	155	126	116	108	93	81
80175	272	200	177	147	123	97	88	81	68	58
80196	193	141	125	103	86	67	61	56	47	39
80197	170	129	116	98	84	69	63	59	51	45
80198	197	147	131	110	92	74	67	62	53	46
80204	194	148	134	114	98	81	75	69	61	53
80218	196	145	130	108	91	72	66	61	52	44
80220	201	153	138	117	100	81	75	70	60	53
80222	206	155	139	117	99	80	73	68	58	51
80224	215	162	146	123	105	85	78	72	62	54
80230	188	141	126	106	90	72	66	61	52	45
80232	183	142	129	111	96	81	75	70	62	55
80233	245	180	160	132	111	87	79	73	61	52
80235	224	168	151	126	107	86	79	73	63	54
80236	223	168	151	127	108	88	81	75	64	56
80239	215	162	146	123	105	85	78	72	62	54
80405	189	144	130	110	94	77	71	66	57	50
80424	192	145	130	109	93	75	69	63	55	47
80442	177	131	117	98	82	65	59	55	47	40

Максимальные расходы весеннего половодья, м³/с

P, %	0,1	1	2	5	10	20	25	30	40	50
79001	121	94,1	85,5	73,6	63,7	53,2	49,5	46,3	40,8	36,3
79006	1870	1440	1300	1120	963	798	741	691	605	537
79011	1810	1380	1240	1050	898	733	676	627	544	476
79051	229	171	153	128	109	87,0	79,4	73,4	62,9	54,1
79244	1333	930	810	642	514	383	340	302	245	197
79261	551	371	312	244	189	134	116	101	78,1	59,8
79306	1780	1220	1050	825	653	476	418	370	294	232
79324	1970	1370	1180	936	746	552	488	434	349	279
79333	122	87,5	76,9	62,8	51,6	39,6	35,7	32,5	26,9	22,4
79335	274	197	174	142	117	90,2	81,2	74,1	61,5	51,3
80113	1550	1090	957	768	621	469	419	377	308	252
80118	4110	2810	2400	1890	1490	1080	944	835	659	517
80148	758	588	535	460	398	332	309	290	255	227
80592	1860	1280	1090	862	682	497	437	387	307	243
80157	588	406	350	277	220	161	142	126	101	80,1
80160	529	355	297	232	179	126	109	94,5	72,8	55,1
80165	454	312	267	211	167	122	107	94,7	75,2	59,4
80172	1740	1200	1030	809	640	467	410	363	288	228
80174	170	116	99,1	78,1	61,6	44,6	39,0	34,5	27,3	21,4
80175	80,8	54,3	45,7	35,8	27,7	19,6	17,0	14,8	11,5	8,77
80196	1130	758	634	495	380	267	231	200	153	116
80197	1660	1110	930	726	560	394	341	296	228	172
80198	2870	1870	1560	1190	896	605	513	442	327	241
80204	3890	2620	2200	1720	1330	944	819	714	553	422
80218	323	213	178	137	104	71,9	61,6	53,1	40,1	29,8
80220	813	560	481	380	302	221	194	172	137	109
80222	1190	784	655	506	386	267	229	197	150	112
80224	310	236	212	180	154	126	116	107	93,1	81,5
80230	510	326	273	209	155	103	86,5	74,1	54,2	39,6
80232	143	104	91,5	75,2	62,2	48,3	43,6	39,8	33,2	27,8
80233	221	153	132	105	83,3	61,4	54,2	48,1	38,6	30,8
80235	1100	771	674	536	430	323	287	256	209	169
80236	1520	1040	881	694	547	395	345	305	240	187
80239	189	137	120	98,2	80,9	62,4	56,2	51,2	42,5	35,4
80405	633	410	342	261	195	131	110	94,7	69,6	51,1
80424	493	327	273	212	162	112	96,5	83,2	63,3	47,3
80442	773	474	400	309	224	145	120	101	72,4	51,9

**ПРИЛОЖЕНИЕ Д – Результаты расчетов слоев стока и максимальных расходов
весеннего половодья разной обеспеченности по второму климатическому сценарию
(1971-2022 гг)**

Слой стока весеннего половодья, мм

Р, %	0,1	1	2	5	10	20	25	30	40	50
79001	319	286	273	252	233	209	198	189	173	156
79006	278	231	216	193	175	154	147	140	130	120
79011	203	179	170	157	144	128	122	117	107	97,3
79051	215	178	167	148	134	118	112	107	98,6	90,7
79244	181	152	142	126	113	97,4	91,6	86,5	77,1	68,9
79261	242	191	175	152	133	112	104	97,9	87,1	77,8
79306	165	136	126	112	99,5	84,9	79,3	74,6	66,1	58,4
79324	207	173	161	143	126	106	99,3	92,5	80,8	70,1
79333	232	193	179	158	139	116	109	101	88,2	76,8
79335	149	125	117	105	93,0	79,0	74,0	69,0	60,5	52,6
80113	233	193	180	159	140	118	110	103	90,2	79,1
80118	228	184	169	147	129	109	101	94,7	83,6	74,2
80148	247	187	169	144	124	102	95,2	88,6	78,2	69,1
80592	283	218	198	169	146	121	112	104	91,4	80,8
80157	192	144	129	110	93,6	77,0	71,3	66,2	58,1	51,0
80160	202	139	120	97,7	80,4	63,1	57,5	52,9	45,2	39,0
80165	159	126	115	98,5	85,3	70,2	64,9	60,1	52,2	45,4
80172	132	112	105	93,4	82,5	69,8	65,0	60,7	52,8	45,4
80174	184	161	152	138	124	106	99,3	92,7	80,6	69,1
80175	180	139	125	106	90,7	74,0	68,1	63,1	54,5	47,4
80196	106	85,9	78,7	67,9	58,5	47,1	43,1	39,6	33,2	27,5
80197	118	94,0	85,5	73,4	63,2	51,4	47,4	43,6	37,4	32,0
80198	126	97,6	88,1	75,0	64,0	51,9	47,7	43,9	37,7	32,4
80204	140	109	98,8	84,5	72,9	59,9	55,4	51,4	44,6	39,1
80218	128	100	90,8	77,4	66,0	53,3	48,9	44,9	38,4	32,7
80220	145	115	105	90,3	77,9	63,6	58,6	54,1	46,6	40,0
80222	151	115	104	88,1	75,5	61,9	57,2	53,1	46,2	40,6
80224	143	118	109	95,1	83,3	69,4	64,4	59,7	52,0	45,0
80230	113	93,4	86,4	75,8	66,2	54,8	50,7	47,0	40,5	34,5
80232	124	103	95,3	84,0	74,4	62,9	58,8	55,0	48,4	42,7
80233	161	125	113	96,1	82,1	66,6	61,2	56,4	48,4	41,6
80235	148	118	108	92,9	80,3	65,7	60,6	55,9	48,2	41,3
80236	156	124	113	97,4	84,1	68,8	63,5	58,6	50,5	43,5
80239	147	116	105	90,5	78,0	63,8	58,8	54,3	46,9	40,5
80405	142	110	99,8	84,7	72,2	57,9	53,0	48,6	41,3	34,9
80424	142	110	98,7	83,4	70,7	56,1	51,1	46,8	39,4	33,0
80442	103	86,1	79,9	70,3	61,4	50,8	46,8	43,5	37,1	31,2

Максимальные расходы весеннего половодья, м³/с

P, %	0,1	1	2	5	10	20	25	30	40	50
79001	120	93,0	84,2	71,9	61,9	50,9	47,0	43,7	38,0	33,3
79006	1770	1320	1170	971	812	648	588	542	462	396
79011	957	820	771	696	635	559	529	506	460	419
79051	135	106	96,8	83,1	71,9	59,2	54,7	50,7	44,0	38,4
79244	568	430	384	322	271	216	197	181	154	131
79261	415	252	207	155	118	83,7	73,2	64,4	51,1	41,0
79306	721	547	489	407	339	263	236	214	176	143
79324	1140	847	752	620	513	395	354	321	264	216
79333	91,9	68,7	61,1	50,9	42,6	33,6	30,4	27,9	23,4	19,8
79335	151	132	112	96,5	83,0	66,4	60,6	55,5	46,3	38,0
80113	1145	809	702	568	464	356	320	288	241	201
80118	2220	1580	1380	1110	906	688	616	556	457	376
80148	514	436	409	367	326	279	262	245	217	190
80592	954	696	616	505	418	329	297	272	230	195
80157	348	251	221	180	147	112	100	90,4	74,0	60,8
80160	255	180	156	126	103	78,3	70,2	63,2	52,4	43,5
80165	363	235	196	151	116	83,0	72,3	63,4	49,9	39,4
80172	912	694	620	514	423	324	288	258	208	164
80174	76,3	58,9	53,0	44,5	37,5	29,3	26,4	24,1	19,9	16,2
80175	43,4	31,7	28,0	22,9	18,8	14,3	12,8	11,6	9,43	7,70
80196	664	450	384	297	230	162	139	121	91,8	69,0
80197	918	628	536	422	333	241	211	187	147	116
80198	2050	1160	927	668	493	336	289	252	195	153
80204	2040	1420	1230	983	786	585	519	462	371	299
80218	165	113	96,9	76,0	59,5	42,5	36,9	32,3	24,9	19,1
80220	856	497	403	294	220	152	131	115	89,7	70,8
80222	908	534	434	321	241	169	147	130	102	81,8
80224	245	201	184	159	135	106	95,7	86,7	70,1	55,4
80230	184	133	117	94,6	77,0	58,3	51,9	46,6	37,8	30,6
80232	105	67,5	57,6	46,5	38,3	30,5	28,0	26,1	22,8	20,2
80233	164	100	84,1	65,4	52,2	39,8	36,2	33,0	28,0	24,1
80235	792	533	457	361	290	219	196	176	146	121
80236	849	625	552	450	366	275	243	217	173	136
80239	185	119	100	78,8	62,7	47,3	42,4	38,3	31,9	26,8
80405	307	207	174	136	105	74,7	64,8	56,5	43,8	33,4
80424	620	292	219	145	98,6	61,4	50,9	43,1	31,7	23,7
80442	541	298	236	167	119	78,0	66,1	56,2	42,3	32,0