ОАО «ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ ГИДРОТЕХНИКИ им. Б.Е. ВЕДЕНЕЕВА»

СТАНДАРТ ПРЕДПРИЯТИЯ

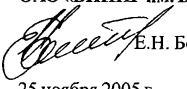
МЕТОДИКА РАСЧЕТА ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕХНОГЕННО-НАГРУЖЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

СТП ВНИИГ 210.01.НТ-05

Санкт-Петербург
2005

gost.e-ecolog.ru

УТВЕРЖДАЮ
Исполнительный директор
ОАО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева»



Е.Н. Беллендир

25 ноября 2005 г.

СТАНДАРТ ПРЕДПРИЯТИЯ

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕХНОГЕННО-НАГРУЖЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

СТП ВНИИГ 210.01.НТ-05

Срок действия стандарта – 31 декабря 2010 г.

ОАО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева»

Методика расчета гидрологических характеристик техногенно-нагруженных территорий / С.В. Сольский. СПб: ОАО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева». 2005.

Одобрено решением Ученого Совета
ОАО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева»,
протокол № 7 от 25.11.05.

«Методика расчета гидрологических характеристик техногенно-нагруженных территорий» разработана в ОАО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева» на основе обобщения модифицированных методов расчета гидрологических характеристик естественных ландшафтов и урбанизированных территорий и их адаптации к расчетам гидрологических характеристик сложных композиций стокоформирующих комплексов, свойственных техногенно-нагруженным территориям.

Методика позволяет получать гидрологические характеристики, необходимые для обоснования схем водообустройства, расчетов параметров водопроводящей и водорегулирующей сети, проведения водно-балансовых расчетов, расчетов качества стока, получения исходных данных для фильтрационных расчетов и др.

Методика используется для территорий, на которых рельеф, виды покрытий, в том числе растительный покров, экспозиции поверхностей, естественная и искусственная канализованность и др. сформированы под воздействием зачастую многовековой антропогенной деятельности и обладают одновременно как чертами природных ландшафтов, так и урбанизированных территорий.

Методика предназначена для широкого круга специалистов, использующих в практической деятельности аппарат расчета гидрологических характеристик применительно к техногенно-нагруженным территориям, студентов и аспирантов соответствующих специальностей, научных работников, проектировщиков, специалистов природоохранных предприятий, экологов, специалистов надзорных органов и органов исполнительной власти, участвующих в разработке и реализации комплексов мероприятий по водообустройству техногенно-нагруженных территорий и управлению качеством стока с этих территорий.

Рецензент – Заведующий отделом "Гидравлика сооружений и техводоснабжение", канд.техн. наук *В.А. Прокофьев*

© ОАО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева», 2005

ПРЕДИСЛОВИЕ

«Методика расчета гидрологических характеристик техногенно-нагруженных территорий» предназначена для расчета гидрологических характеристик техногенно-нагруженных территорий (ТНТ) – территорий, подвергшихся существенному антропогенному воздействию, которое привело к значительным изменениям естественного ландшафта и, как правило, к негативному влиянию на элементы окружающей природной среды. Эти изменения, с одной стороны, придают естественным ландшафтам азональные черты, а с другой, делают их урбанизированными территориями со значительной долей площадей с искусственными покрытиями, сильно канализованными, с полностью или частично организованным поверхностным и подземным стоком.

Техногенно-нагруженные территории в целом не имеют ярко выраженных черт ни естественных ландшафтов (в том числе азональных), ни урбанизированных территорий, представляя их сложную мозаику, тем не менее, объединенную в систему конкретных водосборов. Это объединение обусловлено сложным сочетанием комплекса природных, административных, производственных, социальных и других факторов, под воздействием которых формируются границы водосборов, водоразделы и тальвеги, соотношение поверхностного, подземного, дренажного стоков и инфильтрационной составляющей стока, качество стока, а также определяется положение расчетных створов. Все эти факторы оказывают непосредственное влияние на условия формирования и трансформации поверхностного и подземного стоков.

С учетом изложенного понятно значение результатов расчета гидрологических характеристик таких территорий, от которых зависят параметры водопропускных и водорегулирующих сооружений, параметры очистных сооружений, размеры платежей за водопользование и сбросы, размеры платежей естественным монополистам – энергетикам и водоканалу и др.

До настоящего времени специализированная методика расчета гидрологических характеристик таких территорий, позволяющая учитывать ука-

занные факторы, не разработана. При проектировании и эксплуатации систем водообустройства техногенно-нагруженных территорий в Российской Федерации расчеты гидрологических характеристик проводятся в соответствии с СНиП 2.04.03-85, СП 33-101-2003, рядом руководств, пособий и указаний, выпущенных Гидрометеоиздатом в 70 – 80-е годы, ведомственными методиками и другими документами, не учитывающими в достаточной мере многообразие специфических особенностей, присущих техногенно-нагруженным территориям.

В Методике предпринята попытка на основе обобщения ранее разработанных многочисленных аналитических и эмпирических модифицированных методов расчета гидрологических характеристик естественных ландшафтов и урбанизированных территорий адаптировать их к расчетам гидрологических характеристик сложных композиций стокоформирующих комплексов, свойственных техногенно-нагруженным территориям. Разработанная Методика позволяет, выделив в пределах определенной водосборной площади ряд типовых стокоформирующих комплексов и рассчитав для них гидрологические характеристики, получить обобщенные гидрологические характеристики для каждого заданного расчетного створа, а соответственно, и для определенной территории с площадью в пределах выделенных границ.

В Методике приведены примеры расчета некоторых техногенно-нагруженных территорий, с существенно отличающимися друг от друга параметрами, влияющими на гидрологические характеристики, содержится ряд справочных данных, достаточных для расчета большинства гидрологических характеристик для объектов, расположенных на территории Российской Федерации.

В результате расчетов по предложенной Методике можно получить:

гидрологические характеристики годового стока;

гидрологические характеристики внутригодового стока;

характеристики максимального стока.

Методика может быть использована для расчетов гидрологических характеристик промышленных площадок комплексного назначения, зон жилой застройки, мест временного и постоянного размещения отходов производства и потребления. Методика с 1995 г. апробирована на ряде объектов, обладающих всеми чертами техногенно-нагруженных территорий – полигонах промышленных токсичных отходов, площадках размещения радиоактивных отходов, полигонах твердых бытовых отходов, накопителях осадка сточных вод, золошлакоотвалах тепловых электростанций, хвостохранилищах и шламонакопителях, загрязненных токсичными веществами территориях, вовлекаемых во вторичный оборот, промплощадках

энергетических объектов, объектах размещения сельскохозяйственных отходов и др. За время своего использования Методика была существенно усовершенствована и максимально приближена к пользователю.

В разработке Методики под руководством автора принимали участие к.т.н. *Д.П. Самофалов* (ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева) и инж. *Т.Г. Маркелова* (Государственный гидрологический институт). В апробации Методики на различных объектах участвовали сотрудники Лаборатории фильтрационных исследований им. академика Н.Н. Павловского отдела "Основания, грунтовые и подземные сооружения" ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева: кандидаты техн.наук *С.Г. Гордиенко, И.А. Кветная,* инженеры *Е.В. Николайчук, С.Ю. Ладенко* и др., которым автор выражает благодарность за советы и предложения при работе над Методикой. Автор также выражает благодарность *Е.В.Герасимовой* за помощь в редактировании рукописи и подготовке ее к изданию.

Методика предназначена для специалистов, занимающихся вопросами обоснования, проектирования и эксплуатации систем инженерно-экологического обустройства территорий, подвергающихся воздействию экологически опасных видов загрязнений, в том числе мест временного и постоянного размещения отходов производства и потребления.

Предложения, отзывы и замечания просьба направлять по адресу:
195 220, Санкт-Петербург, Гжатская ул., 21,
ОАО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева».
Контактный телефон: (812) 535-88-85
Факс: (812) 535-66-62
E-mail: gost.e-ecolog.ru

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Назначение Методики

Настоящая Методика предназначена для расчета гидрологических характеристик техногенно-нагруженных территорий (ТНТ) – территорий подвергшихся существенному антропогенному воздействию, приведшему к значительным изменениям естественного ландшафта и, как правило, к негативному влиянию на элементы окружающей природной среды.

В результате расчетов по предложенной Методике для объектов, расположенных на территории РФ, можно получить: гидрологические характеристики годового стока; гидрологические характеристики внутригодового стока; характеристики максимального стока.

1.2. Область применения

Методика может быть использована для расчета гидрологических характеристик территорий, обладающих чертами как естественных и нарушенных ландшафтов, так и урбанизированных территорий.

Для естественных ландшафтов учитываются: лесистость, озерность, заболоченность территории, вид растительного покрова, уклоны поверхности и их экспозиций, гидрогеологические условия территории, вид грунтов, слагающих толщу зоны аэрации, ветровой перенос снега и другие природно-климатические характеристики местности.

Для нарушенных ландшафтов, кроме параметров, характеризующих естественные ландшафты, могут учитываться: площади; вид и характер искусственно обрабатываемых поверхностей (пашня, луг и др.); характеристики открытых выработок (карьеров) – их площадь, форма, глубина, ориентация относительно сторон света, крутизна откосов, виды поверхностей и др.; характеристики искусственных насыпей (отвалов, терриконов, дорожных насыпей, дамб обвалования и др.) – площадь, форма, размеры, крутизна откосов, ориентация относительно сторон света. Так же для нарушенных ландшафтов могут быть учтены дренированность и канализованность территории с учетом гидравлических характеристик проводящей сети и др.

Для урбанизированных территорий учитываются: вид, тип и характер застройки; вид и тип поверхностей, характерных для техногенно освоенных территорий (кровли и асфальтобетонные покрытия дорог; откосы дна и бортов каналов; щебеночные или гравийные дороги; дороги с грунтовым покрытием; спланированные уплотненные поверхности; газоны; неспланированные неуплотненные отвалы; откосы насыпей, отвалов, дамб; залуженные, закустаренные, залесенные площади с нарушенной естественной поверхностью; обвалованные бессточные территории; акватории отстойников; водотоки (кюветы, канавы, каналы и др.) и другие виды поверхностей). Кроме дренированности и канализованности территории учитываются также положительные элементы техногенного водного баланса территории – поливы газонов и зеленых зон, мойка территории, утечки из водотранспортирующих коммуникаций (водопровод, водопровод системы пожаротушения, теплотрассы, паропроводы, ливневая, общесплавная, фекальная, хозяйственно-бытовая и специальные канализации; дренажи и дренажные коллекторы; подземные емкости) и т.д. Кроме того, помимо ветрового переноса снега учитывается его уборка и вывоз с территории, а также завоз снега и организация снежных свалок и др.

Таким образом, Методика позволяет учесть все многообразие условий, влияющих на формирование и трансформацию поверхностного стока в широком диапазоне – от условий, характерных для естественных ландшафтов (в том числе азональных), до условий крайне техногенно-насыщенных урбанизированных территорий, а также для любых промежуточных условий.

Методику можно использовать для прогнозирования изменений гидрологических характеристик под воздействием факторов, изменяющих характеристики территории.

Методику рекомендуется применять для определения гидрологических характеристик территорий в диапазоне от крайне малых водосборов (единичных площадок от 100 м^2) до малых водосборов (в пределах крупных промышленных зон площадью до 10 км^2).

Применение настоящей Методики рекомендуется при необходимости детальной проработки вопросов формирования поверхностного и подземного стока для конкретных площадок с целью его регулирования. Такая необходимость может возникнуть при решении следующих задач: водообустройство территории; организация поверхностного и подземного стока; расчет расходов и объемов ливневого стока; прогноз гидрологических характеристик в случае реализации намечаемой деятельности; анализ условий формирования качества стока как на всей водосборной площади ТНТ, так и на отдельных стокоформирующих комплексах; разработка проектов рекультивации нарушенных земель, построения гидрогеодинамических

моделей ТНТ, а также широкого круга задач, в которых в качестве исходных данных используются расчетные гидрологические характеристики.

Методика может использоваться для расчетов гидрологических характеристик малых водосборов естественных ландшафтов, на территории которых намечается хозяйственная деятельность, ведущая к нарушению их гидрологического режима; малых водосборов нарушенных ландшафтов при планировании дальнейших воздействий – будь то увеличение техногенной нагрузки, либо мероприятия по их рекультивации; техногенно-нагруженных территорий – населенных пунктов, территорий промышленных и сельскохозяйственных предприятий и др. В особую группу ТНТ следует выделить различные места постоянного или временного размещения отходов производства и потребления, такие как: полигоны по обезвреживанию и захоронению промышленных и бытовых отходов; санкционированные свалки; шламонакопители, хвостохранилища; отвалы, терриконы, шлакозолоотвалы и т.п.; котлованы, карьеры; могильники отходов; размещение отходов на длительный срок на объектах, расположенных на территориях предприятий; временное накопление отходов на промплощадках; несанкционированные места размещения отходов; специальные места размещения радиоактивных отходов; скотомогильники; кладбища; склады просроченных и непригодных к использованию лекарственных препаратов и пестицидов; интенсивно загрязненные территории; снежные свалки; территории вдоль крупных автомагистралей, подверженных аэротехнической эмиссии на поверхность (в том числе на акватории), а также для различных природно-технических систем, для которых актуальна проблема получения расчетных гидрологических характеристик, в том числе в связи с решением задачи управления качеством стока.

1.3. Нормативные ссылки

Международное руководство по методам расчета основных гидрологических характеристик. Л.: Гидрометеоидат. 1989.

Методика расчета объемов организованного и неорганизованного дождевого и талого стока в системы коммунальной канализации. СПб.: «Экология и право». 2000.

Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. Л.: Гидрометеоиздат. 1984.

СНиП 2.04.03-85. Строительные нормы и правила. Канализация. Наружные сети и сооружения.

СП 33-101-2003. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. М.: Госстрой России. 2004.

1.4. Термины и определения

Биологический коэффициент испаряемости – коэффициент, полученный эмпирически по соотношению измеренной для конкретных культур испаряемости и дефицита влажности воздуха.

Весеннеее половодье – фаза водного режима водотока, характеризующаяся наибольшей в году водностью и длительным подъемом уровня, вызываемыми весенним снеготаянием.

Влажность завядания (влажность устойчивого завядания растений) – влажность почвы, при которой проявляются первые признаки увядания растений с хорошо развитой корневой системой, не исчезающие при помещении растений на 12 ч в атмосферу, насыщенную водяным паром.

Внутренний водосбор – выделенная на территории часть земной поверхности, включая толщу почво-грунтов, откуда происходит сток вод к замыкающему его створу.

Водоаккумулирующая емкость поверхности – способность слоя почвы вместить (накопить) определенное количество влаги. Выражается разностью между полной влагоемкостью почвы и запасом влаги в почве в данный момент времени; обусловлена водоудерживающей способностью почвы, вызываемой силами взаимодействия между молекулами воды и почвы.

Водоток – водный объект (в местах размещения отходов – канал, канава и т.д.), характеризующийся движением воды в направлении уклона.

Время добегания – время, за которое массы воды с разноудаленных частей бассейна достигают замыкающего створа.

Гидравлический радиус – отношение площади поперечного сечения потока к смоченному периметру русла.

Дождевой паводок – быстрый, сравнительно кратковременный подъем уровня воды в каком-либо фиксированном створе водотока, завершающийся столь же быстрым спадом и, в отличие от половодья, возникающий нерегулярно.

Испаряемость – максимально возможное испарение при данных метеорологических условиях с достаточно увлажненной подстилающей поверхности (при сколь угодно большой скорости подвода воды к испаряющей поверхности).

Коэффициент поверхностного стока – отношение величины поверхностного стока к величине выпавших на площадь водосбора осадков, обусловивших возникновение этой порции стока.

Коэффициент полного стока – отношение величины полного (поверхностного и подземного) стока к величине выпавших на площадь водосбора осадков, обусловивших возникновение этой порции стока.

Коэффициент Шези – коэффициент, учитывающий влияние шероховатости русла и его геометрические размеры на скорость течения.

Критическая влажность грунта – критическое значение продуктивной влажности почвы, при котором и выше которого испарение равно испаряемости.

Ландшафт естественный (природный) – территориальная система, состоящая из взаимодействующих природных компонентов и формирующаяся или сформировавшаяся под влиянием природных процессов.

Ландшафт нарушенный – ландшафт, испытавший или испытывающий антропогенные воздействия, приводящие к критическому (неустойчивому) состоянию, при котором последующее изменение при продолжении воздействия может привести к смене структуры или прекращению выполнения ландшафтом социально-экономических функций.

Ливневой сток – сток, возникающий в результате выпадения интенсивных дождей (ливней).

Максимальная интенсивность снеготаяния – максимальное количество воды (в мм слоя), образующейся в процессе таяния снега в единицу времени.

Места размещения отходов (объекты размещения отходов) – территории, специально отведенные для размещения отходов производства и потребления (полигоны захоронения промышленных токсичных и твердых бытовых отходов, хвостохранилища, шламонакопители, отстойники сточных вод, хранилища радиоактивных отходов и др.), химически загрязненные территории промышленных зон, территории со стихийно возникшими свалками промышленных и бытовых отходов.

Наименьшая продуктивная (полевая) влагоемкость (НВ) – наибольшее количество подвешенной воды, независимо от механизма удержания влаги, которое может содержаться в верхней части толщи почвы (грунта) после свободного стекания воды, при глубоком залегании грунтовых вод.

Начальная водоаакумулирующая емкость грунтов – водоаккумулирующая емкость грунтов на момент начала расчетов.

Отходы производства и потребления – отходы промышленного производства и твердые бытовые отходы.

Поверхностный сток – сток половодий и паводков за вычетом подземного стока.

Подземный сток (в местах размещения отходов) – перемещение воды в толще отходов и почво-грунтов под действием гидравлического уклона или пьезометрического напора от области питания к области разгрузки.

Продуктивные запасы влаги (продуктивная влажность) в метровом слое грунта (НВ – ВЗ) – разность между наименьшей полевой влагоемкостью НВ и влажностью завядания ВЗ.

Снегозапасы (запас воды в снежном покрове) – общее количество воды в твердом и жидком виде, содержащееся в рассматриваемый момент времени в снежном покрове.

Склоновый сток – сток воды, формирующийся в пределах склона.

Слой осадков – количество осадков, выпадающих за отдельный дождь или за какой-либо период времени, выраженное в виде слоя (в мм), равномерно распределенного по площади.

Слой стока – количество воды, стекающей с водосбора за какой-либо промежуток времени, выраженное в виде слоя (в мм), равномерно распределенного по площади.

Стокоформирующие комплексы (СФК) – виды поверхностей, выделяемые на основе сходства условий формирования поверхностного и подземного стока.

Техногенно-нагруженные территории (ТНТ) – территории, подвергшиеся существенному антропогенному воздействию, которое привело к значительным изменениям естественного ландшафта и, как правило, к негативному влиянию на элементы окружающей природной среды.

Твердые бытовые отходы (ТБО) – отходы хозяйственной деятельности населения: от приготовления пищи, уборки, текущего ремонта квартир и др., включая отходы отопительных устройств местного отопления, крупногабаритные предметы домашнего обихода, упаковки, мусор с дворовых территорий, отходы ухода за зелеными насаждениями и т. д..

Урбанизированные территории – территории, на которых созданы искусственные слабопроницаемые и относительно непроницаемые поверхности.

Фильтрат – жидкость (вода), образующаяся при фильтрации поверхностных (подземных) вод сквозь массы загрязненного грунта (отходов) и, как правило, не соответствующая показателям вредности по химическому, токсикологическому и санитарно-гигиеническому составу.

1.5. Принятые условные обозначения

Y – слой годового поверхностного стока (средний многолетний и заданной обеспеченности), мм;

$\alpha_{ср}$ – среднее значение коэффициента годового поверхностного стока с водосбора техногенно-нагруженной территории;

P – сумма осадков за год, месяц или за выделенный период (средняя многолетняя или заданной обеспеченности), мм;

$\alpha_1, \alpha_2, \ldots \alpha_n$ – коэффициенты годового стока с различных видов поверхностей техногенно-нагруженной территории;

$f_1, f_2, \ldots f_n$ – площади различных видов поверхностей (стокоформирующих комплексов) рассматриваемой территории, км^2 (га);

F – общая площадь выделенного внутреннего водосбора или всей техногенно-нагруженной территории, км^2 (га);

$Y_л$ – слой летнее-осеннего поверхностного стока, мм;

$\alpha_{ср.л}$ – среднее значение коэффициента летнее-осеннего поверхностного стока с внутреннего водосбора или всей техногенно-нагруженной территории;

$P_л$ – сумма осадков за летнее-осенний период, мм;

$\alpha_{1л}, \alpha_{2л}, \ldots \alpha_{nл}$ – коэффициенты летнее-осеннего поверхностного стока с различных видов поверхностей;

$Y_{пов.ф}$ – поверхностный сток в результате поднятия уровня фильтрата до дневной поверхности, мм;

$P_{р.п}$ – атмосферные осадки, выпавшие за расчетный период, мм;

$E_{р.п}$ – суммарное испарение за расчетный период, мм ;

μ – коэффициент водоотдачи;

$H_н$ – уровень подземных вод на начало выпадения дождя, м;

$\Delta M_г$ – начальная водоаакумулирующая емкость грунтов (масс отходов), мм;

$\Delta M_{пов}$ – водоаккумулирующая емкость поверхности территории в зависимости от ее состояния, мм;

$Y_{полн}$ – слой полного (поверхностного и подземного) стока (средний многолетний или заданной обеспеченности), мм;

E – испарение за год, месяц или за выделенный период (среднее многолетнее или заданной обеспеченности), мм;

ΔS – изменение снегозапасов за счет ветрового переноса снега на ТНТ (при наличии снежного покрова), а также при его уборке, перемещении и завозе извне, мм;

E_0 – испаряемость, мм;

$M_к$ – величина критической влажности метрового слоя почвы, мм;

M_1, M_2 – продуктивные влагозапасы почвы, соответственно, на начало и конец месяца, мм;

Σd – сумма среднесуточных дефицитов влажности воздуха (по данным наблюдений на ближайших метеостанциях) за расчетный период, мб;

K – биологический коэффициент испаряемости;

K' – биологический коэффициент испаряемости для Северо-Запада России;

$d_{ср}$ – среднесуточный дефицит влажности воздуха за n суток, мм,

$M_н$ – наименьшая продуктивная влагоемкость, мм;

$E_{0\,ВП}$ – средняя многолетняя испаряемость для различных видов поверхностей (стокоформирующих комплексов) на ТНТ, мм;

$K_{ВП}$ – поправочный коэффициент к средней многолетней испаряемости, принятой по данным ближайшей метеорологической станции;

E_1, E_2 ... E_n – испарение с отдельных видов поверхностей на ТНТ, мм;

$P_х$ – сумма осадков за холодный период, мм;

$E_х$ – испарение за холодный период года, мм;

$K_{сн}$ – коэффициент, учитывающий ветровой перенос снега с территории или на ТНТ;

A_i – запас воды в снеге (снегозапасы) i-го месяца, мм;

P_i – месячная сумма осадков, мм;

$E_{0\,i}$ – месячная сумма испаряемости, мм;

W – объем годового (внутригодового) стока, тыс.м^3;

$Y_в$ – средний слой весеннего половодья для ТНТ, мм;

$Y_{0\,в}$ – средний многолетний слой весеннего половодья (без срезки грунтового питания) для района расположения объекта, мм;

δ_Y – поправочный коэффициент к среднему слою стока (объему) весеннего половодья, учитывающий влияние урбанизированной территории;

$f_{ут\%}$ – площадь урбанизированной территории в процентах от общей площади водосбора;

$Y_в$ – слой поверхностного стока весеннего половодья, мм;

$\alpha_{ср.в}$ – среднее значение коэффициента весеннего поверхностного стока с водосбора на ТНТ или со всей территории в целом;

$\alpha_{1в}$; $\alpha_{2в}$;... $\alpha_{nв}$ – средние коэффициенты поверхностного весеннего стока с различных видов поверхностей (стокоформирующих комплексов) ТНТ;

$W_в$ – объем весеннего половодья для территории объекта размещения отходов или внутреннего водосбора, тыс. м^3;

$Q_{max\ в\ P\%}$ – максимальный расход весеннего половодья заданной вероятности превышения Р% в замыкающем створе внутреннего водосбора, м^3/с;

$q_{max\ в\ P\%}$ – максимальный модуль стока весеннего половодья с единичной площади вероятности превышения P%, м^3/с;

$k_р$ – коэффициент размерности (для часовой единицы времени добегания равный 0,28);

$A_{max\ сн}$ – максимальная интенсивность снеготаяния вероятности превышения P%, мм/ч;

$\delta_{ут}$ – коэффициент, учитывающий снижение максимального расхода весеннего половодья в результате большого разнообразия стокоформирующих поверхностей на ТНТ;

$\tau_в$ – время добегания максимального расхода воды весеннего половодья до замыкающего створа, ч;

$\tau_р$ – время добегания по руслу, ч;

$L_р$ – длина русла, м;

$V_р$ – скорость потока в русле, м/ч;

C – коэффициент Шези;

R – гидравлический радиус, м;

I – уклон дна водотока, %;

$\tau_{ск}$ – время добегания по склонам, ч;

$L_{ск}$ – наибольшая средняя длина склона, м;

$V_{ск}$ – скорость добегания по склонам, м/ч ;

$Q_{д\ P\%}$ – максимальный мгновенный расход воды дождевых паводков, м^3/с;

$q'_{1\%}$ – относительный модуль максимального расхода воды ежегодной вероятностью превышения 1%;

$Ф_р$ – гидроморфометрическая характеристика русла;

$H_{1\%}$ – максимальный суточный слой осадков вероятностью превышения 1% (определяется по данным ближайших метеорологических станций), мм;

δ – коэффициент, учитывающий влияние озерности на водосборе;

λ_p – коэффициент перехода от максимальных мгновенных расходов воды ежегодной вероятностью превышения 1% к максимальным расходам воды с другой вероятностью превышения;

$\alpha_{ср\,д}$ – сборный коэффициент ливневого стока территории места размещения отходов или выделенного на ней водосбора;

$\alpha_{дс\,1}$; $\alpha_{дс\,2}$;... $\alpha_{дс\,n}$ – коэффициенты ливневого стока с различных видов поверхностей на данной ТНТ.

2. МЕТОДИКА РАСЧЕТА ОСНОВНЫХ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

2.1. Исходные данные

Для проведения комплекса расчетов по настоящей методике необходимы две группы исходных данных. Первая – данные о природно-климатических характеристиках территории, определяющие естественные факторы и условия формирования поверхностного и подземного стока, вторая – данные о характеристиках рассматриваемой техногенно-нагруженной территории, влияющие на значения гидрологических характеристик.

2.1.1. Природно-климатические характеристики

Природно-климатические характеристики местности требуются, как правило, в объеме не превышающем стандартных требований к виду, составу и характеру комплекса инженерных изысканий в строительстве. К их числу относятся: топографические, гидрометеорологические, инженерно-гидрологические, инженерно-геологические, инженерно гидрогеологические, инженерно-экологические характеристики. Некоторые природно-климатические характеристики, мало изменяющиеся во времени, могут приниматься по фондовым данным и, в первую очередь, по предшествующим проектам объектов, попадающим в границы ТНТ. Как правило, после сбора первичной информации и рекогносцировочного обследования территории принимается решение о достаточности имеющихся данных и необходимых объемах дополнительных изысканий.

2.1.2. Характеристики техногенно-нагруженной территории

Характеристики ТНТ принимаются, в первую очередь, на основании имеющихся проектов и исполнительной документации по объектам,

попадающим в границы ТНТ. Требуются генеральные планы площадок и экспликации территории, сводные планы инженерных сетей, основные разрезы по зданиям и сооружениям, планы землеотвода, схемы водоохранных зон. После сбора первичной информации проводится специализированное обследование территории для уточнения типовых признаков стокоформирующих комплексов (СФК), после чего принимается решение о достаточности имеющихся данных по характеристикам ТНТ и необходимости проведения дополнительных изысканий.

2.2. Порядок выполнения расчетов

2.2.1. Установление границ ТНТ

Границы ТНТ устанавливаются по совокупности следующих данных:

границы промышленной или селитебной территории в пределах границ их землеотвода по генеральному плану;

границы санитарно-защитных зон отдельных производственных объектов, в том числе поверхностных и подземных водозаборов и мест размещения отходов;

границы водоохранных зон водных объектов – рек, берегов озер и водохранилищ, обособленных водных объектов и др;

границы естественных и искусственных водосборов с учетом существующей и проектируемой гидрографической сети;

границы водосборов районов канализационных сетей и точки подключения к ним;

установленные точки сбросов в водные объекты.

По этим данным предварительно оценивается характер техногенного воздействия на условия формирования и трансформации поверхностного стока на ТНТ, и на схему наносятся контуры обобщающей границы и поглощающие площади, образованные приведенными выше границами. Если получается, что границы в результате решения задачи для какого-либо конкретного случая выходят за пределы такой обобщающей границы ТНТ, она соответствующим образом корректируется.

2.2.2. Анализ условий формирования стока

Анализ природно-климатических условий выполняется для оценки естественных метеорологических, инженерно-гидрологичских, инженерно-геологических, почвенных условий территории, особенностей рельефа местности и характера растительного покрова, других природных особенностей местности в формировании зональных характеристик поверх-

ностного стока. На этой стадии выделяются основные природные факторы, оказывающие решающее значение на режим стока и его количественные параметры. Также устанавливаются количественные значения параметров природно-климатических условий, необходимых при дальнейших расчетах.

Анализ характеристик ТНТ выполняется для оценки возможного воздействия техногенных нагрузок на исходные природно-климатические условия территории, способного повлиять на количественные и качественные характеристики стока. Оцениваются и уточняются параметры новых элементов рельефа местности и соответствующие изменения границ внутренних водосборов, соответственно оцениваются изменения естественных гидрологических характеристик территории, гидрографической сети, канализованности территории, видов поверхностей, уточняются гидравлические характеристики проводящей сети. Анализируется схема инженерных водотранспортирующих коммуникаций, уточняется их конструкция и расчетные значения утечек из линейных объектов, уточняется местоположение площадных и сосредоточенных источников техногенной инфильтрации и водовыпусков, количественные значения интенсивности инфильтрации и ее режим.

Прорабатывается схема формирования качества стока, определяются источники потенциального загрязнения поверхностных вод, характер загрязнения, возможности управления качеством стока – локализация, разбавление, направление на очистные сооружения и др.

Определяются количественные значения всех параметров, характеризующих элементы ТНТ, используемых в расчетах характеристик поверхностного стока.

2.2.3. Назначение перечня расчетных характеристик

Перечень расчетных гидрологических характеристик поверхностного стока и их обеспеченности назначается в соответствии с проектным заданием, нормами РФ, исходя из уровня ответственности техногенно-нагруженной территории, а также задачами, поставленными при решении конкретных проблем для ТНТ.

2.2.4. Декомпозиция техногенно-нагруженной территории на стокоформирующие комплексы

На схеме ТНТ, в пределах ее обобщенных границ на основе предварительных данных, уточняются условия формирования стока на территории. Выделяются однородные по условиям формирования стока площадки, определяются границы элементарных водосборов. По этим данным назначаются границы стокоформирующих комплексов, составляется их реестр с

соответствующей нумерацией и таблицы конкретных параметров СФК (площади, виды поверхностей и т. п.). На декомпозиционную схему наносятся схема склонового стока, микроручейковой и ручейковой сети, гидрографическая сеть более высоких порядков, после соответствующей нумерации уточняются гидравлические характеристики проводящей сети и оформляются в табличной форме.

2.2.5. Назначение расчетных створов

В зависимости от поставленных задач, на основе комплексного анализа исходных данных, условий формирования стока, системы расположения СФК и внутренних водосборов на ТНТ, схемы гидрографической сети, точек сосредоточенных сбросов, местоположения контрольных створов на водоприемниках назначаются расчетные створы. Как правило, их местоположение приурочено к системе замыкающих створов внутренних водосборов ТНТ, точкам подключения к открытым или закрытым сетям канализации, точкам сосредоточенных сбросов и контрольным створам.

2.2.6. Расчеты характеристик поверхностного стока ТНТ

Расчеты характеристик поверхностного стока выполняются в соответствии с пп. 3 – 5 настоящей Методики. Расчеты выполняются для каждого стокоформирующего комплекса, затем проводится расчет гидрологических характеристик внутренних водосборов различных порядков с учетом русловой трансформации стока.

Следует отметить, что результаты расчетов должны подвергаться экспертной оценке или сопоставлению с аналогами. При значительных расхождениях требуется корректировка и дополнительная проверка исходных данных, так как методика достаточно чувствительна к их корректности.

2.2.7. Требования к оформлению результатов расчетов

Результаты расчетов должны быть обоснованы и оформлены таким образом, чтобы выполненные оценки, расчеты и выводы могли быть использованы как в виде самостоятельной работы, так и служить исходными данными для дальнейших исследований.

Состав и объем документации, фиксирующей результаты расчетов, определяются целями и задачами выполняемых исследований.

3. ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГОДОВОГО СТОКА

3.1. Слой среднего многолетнего поверхностного стока с водосбора внутри территории объекта или со всего объекта определяется по формуле

$$Y = \alpha_{ср} P, \text{ мм}, \quad (1)$$

где $\alpha_{ср}$ – среднее значение коэффициента годового поверхностного стока с водосбора на ТНТ; P – средняя многолетняя годовая сумма осадков (мм), которая определяется по данным наблюдений на ближайших метеостанциях (с введением поправок на смачивание, выдувание и др.) или по карте (Приложение 2, рис. П2.1).

Среднее значение коэффициента годового поверхностного стока с водосбора внутри территории объекта или со всего объекта $\alpha_{ср}$ рассчитывается [4, 12] по формуле

$$\alpha_{ср} = (\alpha_1 f_1 + \alpha_2 f_2 + ... + \alpha_n f_n)\frac{1}{F}, \quad (2)$$

где α_1, α_2,...α_n – коэффициенты годового поверхностного стока с различных видов поверхностей территории выбираются по табл.1; $f_1, f_2, ...f_n$ – площади различных видов поверхностей (стокоформирующих комплексов) рассматриваемой территории, км^2 (га), которые определяются по плану местности масштабом от 1:500 до 1: 5 000; F – общая площадь выделенного внутреннего водосбора или всей ТНТ, км^2 (га).

Для отдельных площадей и стокоформирующих комплексов, представляющих собой естественные, еще не измененные, поверхности или поверхности, близкие по формированию поверхностного стока к естественным, коэффициенты годового поверхностного стока принимаются по аналогии с естественными ландшафтами соответствующей природной зоны или соответствующего речного бассейна (табл. 2) [3].

Коэффициенты поверхностного стока для лесной зоны Европейской территории Российской Федерации [5] в зависимости от процента урбанизированных территорий для всей рассматриваемой территории или для выделенного внутри нее водосбора определяются по графику (рис. 2).

Таблица 1

Осредненные значения коэффициентов годового поверхностного стока α для различных видов поверхностей

Вид поверхности	α	Примечание
Кровли	0,80 – 0,95	Для почти плоских кровель α = 0,80
Асфальтобетонные покрытия	0,80 – 0,90	В зависимости от состояния покрытия для старых, разрушенных покрытий α = 0,80
Акватории водотоков (кюветы, канавы, каналы и др.)	0,70	–
Откосы насыпей, отвалов, дамб	0,50 – 0,65	В зависимости от механического состава материала поверхности для более пористых материалов α = 0,50
Брусчатые мостовые и черные щебеночные покрытия дорог	0,50 – 0,60	Для щебеночных пористых покрытий α = 0,50
Булыжные мостовые	0,45	–
Щебеночные покрытия, необработанные вяжущими материалами	0,40	–
Гравийные покрытия	0,30	–
Грунтовые поверхности (спланированные)	0,20	–
Неспланированные, неуплотненные отвалы	0,15	–
Захламленные насыпные поверхности, покрытые травянистой растительностью	0,15	–
Газоны	0,10	–

Таблица 2

Коэффициенты поверхностного стока некоторых речных бассейнов Российской Федерации

Река-пункт	α	Река-пункт	α
Печора — устье	0,47	Урал — устье	0,09
Мезень — устье	0,41	Обь — устье	0,17
Северная Двина — устье	0,33	Бия — устье	0,45
Сухона — устье	0,27	Катунь — устье	0,30
Вычегда — устье	0,33	Томь — устье	0,49
Поной — устье	0,58	Чулым — устье	0,22
Тулома — устье	0,58	Кеть — устье	0,20
Воронья — устье	0,62	Иртыш — устье	0,07
Варзуга — устье	0,49	Тура — устье	0,12
Кемь — устье	0.38	Тавда — устье	0,21
Нева — устье	0,30	Надым — устье	0,33
Луга — устье	0,20	Северная Сосьва — устье	0,39
Ловать — устье	0,21	Пур — устье	0,37
Западная Двина — устье	0,19	Таз – устье	0,40
Неман — устье	0,15	Енисей — устье	0,36
Днепр — устье	0,11	Ангара — устье	0,22
Сейм — устье	0,10	Подкаменная Тунгуска — устье	0,34
Псел — устье	0,07	Нижняя Тунгуска — устье	0,42
Дон — устье	0,09	Хатанга — устье	0,51
Хопер — устье	0,13	Оленек — устье	0,44
Воронеж — устье	0,12	Лена — устье	0,38
Волга — Волгоград	0,19	Витим — устье	0,50
Волга — Горьковский г/у	0,21	Олекма — устье	0,43
Ока — устье	0,15	Алдан — устье	0,40
Мокша — устье	0,08	Вилюй — устье	0,27
Сура — устье	0,14	Яна — устье	0,29
Ветлуга — устье	0,23	Индигирка — устье	0,37
Кама — устье	0,22	Колыма — устье	0,40
Вятка — устье	0,21	Амгуэма — устье	0,56
Чусовая — устье	0,26	Анадырь — устье	0,55
Уфа — устье	0,20	Камчатка — устье	0,25
Большой Иргиз — устье	0,08	Амур — устье	0,26

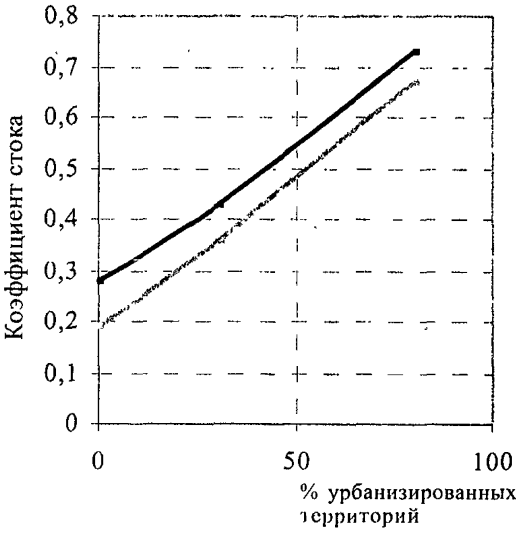


Рис. 2. Зависимость коэффициентов годового полного и поверхностного стока от площади урбанизированных территорий (в процентах от общей площади): ▬▬ – коэффициент полного стока; ▬▬ – коэффициент поверхностного стока

3.2. Годовой слой стока заданной обеспеченности рассчитывается аналогично годовому среднемноголетнему стоку по формуле

$$Y = \alpha_{ср} P_{P\%}, \text{ мм}, \quad (3)$$

где $P_{P\%}$ – годовая сумма осадков заданной обеспеченности, мм.

Годовые суммы осадков заданной обеспеченности определяются через коэффициенты перехода (K_p) от средних многолетних годовых величин осадков к осадкам различной обеспеченности для территории Российской Федерации (Приложение 1) по зависимости

$$P_{P\%} = PK_p, \text{ мм} \quad (4)$$

Обеспеченности стока соответствуют обеспеченностям осадков [1].

3.3. Слой полного (поверхностного и подземного) стока за год

Величина полного стока на ТНТ рассчитывается если сеть внутренних водотоков более, чем на 90 % дренирует всю толщу исследуемого массива.

3.3.1. Слой полного стока (средний многолетний) определяется по формуле

$$Y_{полн} = P - E \pm \Delta S, \text{ мм}, \quad (5)$$

где P – сумма осадков за год средняя многолетняя, мм; E – испарение за год среднее многолетнее, мм; ΔS – изменение снегозапасов на рассматриваемой территории, которое определяется за счет природных факторов вели чина осадков, ветровой перенос) и привоза (вывоза) дополнительных объемов снежных масс, мм.

Сумма осадков P определяется по данным наблюдений на ближайших метеостанциях (с введением необходимых поправок) или по карте (Приложение 2, рис. П2.1).

Величину испарения за год для всей территории Российской Федерации можно получить

$$E = E_0 \frac{E}{E_0}, \qquad (6)$$

где E_0 – годовая испаряемость (средняя многолетняя), мм (Приложение 2, рис. П2.2); $\frac{E}{E_0}$ – относительное испарение (Приложение 2, рис. П2.3).

Изменение снегозапасов за счет ветрового переноса снега ΔS рассчитывается по формуле

$$\Delta S = K_{\text{сн}}(P_{\text{х}} - E_{\text{х}}), \text{ мм}, \qquad (7)$$

где $P_{\text{х}}$ – сумма осадков за холодный период, определяемая по данным ближайшей метеостанции, мм; $E_{\text{х}}$ – испарение за холодный период года, мм, порядок расчета которого изложен в п. 3.3.3.

Для объекта, представляющего собой террикон, учитывая его крутизну и высоту, $K_{\text{сн}}$ принимается приблизительно равным 0,20 – 0,40 (для более высоких и крутых терриконов принимаются меньшие значения) [20]. Для объекта, представляющего собой котлован, $K_{\text{сн}}$ приблизительно равен 0,10 – 1,10 (в зависимости от ширины, глубины котлована и крутизны и экспозиции склонов, например, для неглубоких котлованов с пологими откосами и большой площадью принимается меньшее значение коэффициента) [2, 28].

3.3.2. Полный среднемноголетний сток заданной обеспеченности рассчитывается по формуле

$$Y_{\text{полн},P\%} = Y_{\text{полн}} K_P, \text{ мм}, \qquad (8)$$

где $Y_{\text{полн}}$ – средний многолетний слой полного стока рассчитывается по формуле (5); K_P – коэффициент перехода от средних многолетних годовых

величин осадков к осадкам различной обеспеченности для территории Российской Федерации [25] (см. Приложение 1).

3.3.3. Расчет испарения с рассматриваемой территории среднемноголетнего или заданной обеспеченности). Средняя многолетняя величина испарения E для поверхностей близких к естественным за отдельный месяц рассчитывается по следующим формулам [7, 16]:

$$E = E_0, \qquad \text{при} \qquad \frac{M_1 + M_2}{2} \geq M_к \tag{9}$$

$$E = E_0 \frac{M_1 + M_2}{2M_к}, \qquad \text{при} \qquad \frac{M_1 + M_2}{2} < M_к, \tag{10}$$

где E, E_0 – соответственно испарение и испаряемость, мм; $M_к$ – величина критической влажности метрового слоя почвы, мм; M_1, M_2 – продуктивные влагозапасы почвы соответственно на начало и конец месяца, мм;

Испаряемость определяется по формуле

$$E_0 = K\sum d \text{ , мм,} \tag{11}$$

где $\sum d$ – сумма среднесуточных дефицитов влажности воздуха (по данным наблюдений на ближайших метеостанциях) за расчетный период в n суток, мм; K – биологический коэффициент испаряемости, зависит от времени года и вида поверхности (для мест размещения отходов коэффициент K принимается для "черного" пара или луговой растительности).

Испаряемость можно также определить по графикам зависимости испаряемости от дефицита влажности воздуха в отдельные месяцы для различных природных зон Российской Федерации [7] (Приложение 2, рис. П2.4).

Для условий теплого периода Северо-Запада России применяется формула [17]

$$E_0 = K' d_{ср}^{\,0,75} n \text{ , мм,} \tag{12}$$

где K' – биологический коэффициент испаряемости, изменяющийся в зависимости от нарастания суммы положительных температур, начиная от перехода температуры через 0° С, определяется по табл. 3 [17]; $d_{ср}$ – среднесуточный дефицит влажности воздуха, мм; n – расчетный период, сут;

Таблица 3

Значения биологических коэффициентов испаряемости *K'*

Сумма среднесуточных температур воздуха	0	200	400	600	800	1000	1200	1400	1600	2000	2400
K'	0,60	0,70	0,90	1,10	1,10	1,00	0,95	0,80	0,90	0,80	0,60

За холодный период года в условиях отсутствия снежного покрова испаряемость на указанной территории рассчитывается по зависимости

$$E_0 = 0{,}55 d_{ср} n, \qquad (13)$$

где n – продолжительность холодного периода, сут.

При наличии снежного покрова испаряемость за холодный период года на территории Северо-Запада Российской Федерации определяется по формуле

$$E_0 = 0{,}37 d_{ср} n. \qquad (14)$$

Критическую влажность для естественных грунтов можно определить по зависимости:

$$M_к = 0{,}8 M_н \ , \qquad (15)$$

где $M_н$ – наименьшая продуктивная влагоемкость, мм.

Продуктивная влагоемкость – продуктивные запасы влаги в метровом слое грунта НВ – ВЗ для различных зон Российской Федерации с учетом механического состава изолирующих слоев принимаются по табл. 4 [22] (НВ – наименьшая полевая влагоемкость; ВЗ – влажность завядания), а в зависимости от сезона года – по табл. 5 [7].

Среднюю многолетнюю испаряемость для различных видов поверхностей на ТНТ $E'_{0\,вп}$, мм, можно рассчитать по формуле

$$E_{0\,вп} = K_{вп} E_0 \ , \qquad (16)$$

где $K_{вп}$ – поправочный коэффициент к средней многолетней испаряемости, принятой по данным ближайшей метеорологической станции или по Приложению 2 (рис. П2.2), определяется по табл. 6.

Таблица 4

Величина НВ - ВЗ метрового слоя почвы в различных природных зонах РФ (мм)

Механический состав почвы	Продуктивные влагозапасы, мм		
	зона тундры, лесотундры, зоны распространения вечной мерзлоты	лесная зона	лесостепная и степная зоны
Супесчаные, средне- и легкосуглинистые	250 – 210*	190 – 160	140 – 120
Средне- и легкосуглинистые пылевато-иловатые	220 – 210	170 – 160	130 – 120
Глинистые и тяжелосуглинистые	210 – 180	160 – 140	120 – 105
Супесчаные	180 – 160	140 – 120	105 – 90
Песчаные	130 – 100	100 – 80	75 – 60

* Большее значение принимается для грунтов более тяжелого механического состава.

Таблица 5

Средние месячные значения критических продуктивных влагозапасов метрового слоя почвы (мм)

Природные зоны	При t весной <10°С	В первом месяце с t >10°С	Во втором месяце с t >10°С	В последующие месяцы с t > 10°С	В первом месяце с t осенью < 3°С	Во втором и последующих месяцах с t < 3°С
Тундра, лесотундра, лиственные леса, лесостепи и степи Сибири (при наличии вечной мерзлоты)	200	200	200	200	200	200
Тундра, лесотундра, хвойные, смешанные и лиственные леса	200	170	150	150	170	200
Лесостепи, степи, полупустыни внетропической зоны	170	170	120	100	120	170

Таблица 6

Поправочные коэффициенты $K_{вп}$ к среднему многолетнему испарению с естественных ландшафтов для различных видов поверхностей

Виды поверхностей	$K_{вп}$
Металлические крыши с уклоном	0,20
Металлические крыши плоские	0,30
Дороги бетонные, асфальт	0,40
Поверхность жидких отходов в картах	0,30 –0,70*
Дороги грунтовые	0,50
Грунтовые поверхности (спланированные)	0,56
Щебеночные покрытия	0,58
Откосы насыпей, отвалов, дамб	0,60
Неспланированные неуплотненные отвалы без растительного покрова	0,85
Насыпные поверхности, покрытые травянистой и редкой кустарниковой растительностью	0,90
Акватории отстойников со слабозагрязненной поверхностью	0,90

* Меньшие значения принимаются, когда поверхность отходов покрыта естественной непроницаемой пленкой [10, 26].

При отсутствии исходных данных, для предварительных расчетов величины среднего многолетнего годового и месячного испарения для всей территории Российской Федерации можно получить из произведения средней многолетней годовой и месячной испаряемости на относительное испарение E/E_0 за те же периоды.

Средняя многолетняя годовая и месячная (март – ноябрь) испаряемость определяется по картам (Приложение 2, рис. П 2.5 – П2.13).

Величины среднего годового и месячного (май – октябрь) относительного испарения определяются по картам (Приложение 2, рис. П2.14 – П2.19).

Величины годового испарения заданной обеспеченности определяются путем умножения среднего многолетнего годового испарения на соответствующий переходный коэффициент (табл. 7) [1].

Для расчетов принимается следующее соотношение обеспеченностей осадков P_P и испарения P_E: в многоводные годы (обеспеченность осадков выше 25%) и в средние по водности годы (обеспеченность осадков 50 – 75%) $P_E = 50\%$; в маловодные годы (обеспеченность осадков ниже 75%) и в средние по водности годы при обеспеченности осадков 25 – 50% $P_E = 100 - P_P$ [1].

Таблица 7

Коэффициенты перехода K_E от средней многолетней годовой испаряемости с ТНТ к испаряемости различной вероятности превышения P,%

P, %	2	5	10	25	75	80	90	95
K_E	1,142	1,113	1,088	1,046	0,952	0,940	0,910	0,887

Расчет испарения со всей территории производится по формуле

$$E = (E_1 f_1 + E_2 f_2 + ... + E_n f_n)\frac{1}{F}, \qquad (17)$$

где E_1, E_2 ... E_n – испарение с отдельных видов поверхностей, мм.

3.3.4. Величина снегозапасов (запас воды в снежном покрове) рассчитывается по формуле

$$\sum_{i=XI}^{i=IV} A_i = (1 - K_{сн}) \sum_{i=XI}^{i=IV} P_i - \sum_{i=XI}^{i=IV} E_{0i} \text{ , мм}, \qquad (18)$$

где A_i – запас воды в снеге (снегозапасы) i-го месяца, мм; P_i – месячная сумма осадков, мм, определяется по данным ближайшей метеостанции; E_{0i} – месячная сумма испаряемости, мм, определяется по формулам (11) – (14) или по картам (Приложение 2, рис. П2.5 – П2.13).

3.3.5. Объем годового стока (полного или поверхностного) с техногенно-нагруженной территории определяется по формуле

$$W = 10^{-6} YF \text{, тыс.м}^3, \qquad (19)$$

где Y – слой годового поверхностного стока (средний многолетний и заданной обеспеченности), мм; F – площадь стокоформирующего комплекса, внутреннего водосбора или всей территории объекта размещения отходов, км^2.

4. ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВНУТРИГОДОВОГО СТОКА

4.1. Слой поверхностного стока за летне-осенний период года определяется по формуле

$$Y_л = \alpha_{ср\,л} P_л \text{ , мм,} \qquad (20)$$

где $\alpha_{ср\,л}$ – среднее значение коэффициента летне-осеннего поверхностного стока с водосбора внутри территории или со всей территории; $P_л$ – сумма осадков за летне-осенний период, мм.

Среднее значение коэффициента летне-осеннего поверхностного стока с водосбора внутри территории объекта или со всего объекта $\alpha_{ср\,л}$ рассчитывается по формуле

$$\alpha_{ср\,л} = (\alpha_{1л} f_1 + \alpha_{2л} f_2 + ... + \alpha_{nл} f_n) \frac{1}{F}, \qquad (21)$$

где $\alpha_{1л}$, $\alpha_{2л}$,... $\alpha_{nл}$ – коэффициенты летне-осеннего поверхностного стока с различных видов поверхностей территории объекта размещения отходов; f_1, f_2, ...f_n; F – то же, что в формуле (2).

Коэффициенты летне-осеннего поверхностного стока $\alpha_л$ для различных видов поверхностей (стокоформирующих комплексов) в местах размещения отходов выбираются по табл. 8 [14].

Таблица 8

Осредненные значения коэффициентов летне-осеннего поверхностного стока $\alpha_л$ для различных видов поверхностей

Поверхность	$\alpha_л$	Примечание
Кровли	0,60 – 0,80	Для кровли с меньшим уклоном принимается меньшее значение $\alpha_л$
Асфальтобетонные покрытия	0,60 – 0,75	В зависимости от состояния покрытия для старых, разрушенных покрытий рекомендуется $\alpha_л = 0,60$
Брусчатые мостовые	0,40	-
Грунтовые поверхности	0,02 – 0,16	Для сильно захламленных неспланированных поверхностей рекомендуется $\alpha_л = 0,02$
Газоны	0,10	-

Поверхностный сток на территории в результате поднятия уровня фильтрата до дневной поверхности рассчитывается по формуле

$$Y_{\text{пов ф}} = P_{\text{р п}} - E_{\text{р п}} - 10^3 \mu H_{\text{н}} - \Delta M_{\text{г}} - \Delta M_{\text{п}}, \text{ мм}, \quad (22)$$

где $P_{\text{р п}}$ – атмосферные осадки. выпавшие за расчетный период, мм; $E_{\text{р п}}$ – суммарное испарение за расчетный период, мм; μ – коэффициент водоотдачи; $H_{\text{н}}$ – уровень подземных вод на начало выпадения дождя, м; $\Delta M_{\text{г}}$ – начальная водоаккумулирующая емкость грунтов (масс отходов), мм; $\Delta M_{\text{п}}$ – водоаккумулирующая емкость поверхности в зависимости от ее состояния, мм.

4.2. Слой полного стока за отдельный месяц или выделенный внутригодовой период (средний многолетний и заданной обеспеченности) определяется

$$Y_{\text{полн}} = P - E \pm \Delta S, \text{ мм}, \quad (23)$$

где P – сумма осадков за месяц или за выделенный период (средняя многолетняя или заданной обеспеченности), мм; E – испарение за месяц или за выделенный период (среднее многолетнее или заданной обеспеченности), мм, рассчитывается согласно п. 3.3.3; ΔS – изменение снегозапасов за счет ветрового переноса снега с территории на территорию (при наличии снежного покрова) или завезенного (вывезенного) извне, мм.

Средняя многолетняя месячная или внутригодовая сумма осадков P определяется по данным наблюдений на ближайших метеостанциях (с введением необходимых поправок); по карте или с использованием справочной литературы.

Месячная или внутригодовая сумма осадков заданной обеспеченности определяется через коэффициенты K_p (см. Приложение 1).

5. МАКСИМАЛЬНЫЙ СТОК

5.1. Гидрологические характеристики весеннего половодья

5.1.1. Средний многолетний слой весеннего половодья для рассматриваемой территории или выделенного внутри нее водосбора (при

условии, что урбанизированные территории занимают не более 35% общей площади) определяется по формуле

$$Y_в = Y_{0в}\delta_Y \text{ , мм,} \qquad (24)$$

где $Y_{0в}$ – средний многолетний слой весеннего половодья (без срезки грунтового питания), мм; δ_Y – поправочный коэффициент к среднему слою стока (объему) весеннего половодья, учитывающий влияние урбанизированной территории.

Средний многолетний слой весеннего половодья определяется по картам, приведенным в Приложении 2 (рис. П2.20 и П2.21).

Величина *поправочного коэффициента* δ_Y *к среднему слою стока* (объему) весеннего половодья рассчитывается по формуле [4]

$$\delta_Y = 1 + 0{,}02 f_{ут\%}, \qquad (25)$$

где $f_{ут\%}$ – площадь урбанизированной территории в процентах от общей площади водосбора.

5.1.2. Слой поверхностного стока весеннего половодья для техногенно-нагруженных территорий определяется по формуле

$$Y_{в\,пов} = \alpha_{ср\,в} P_х \text{ , мм,} \qquad (26)$$

где $\alpha_{ср\,в}$ – среднее значение коэффициента весеннего поверхностного стока с отдельного водосбора или со всей территории; $P_х$ – сумма осадков за холодный период года, мм.

Среднее значение коэффициента весеннего поверхностного стока с водосбора внутри территории объекта или со всего объекта $\alpha_{ср\,в}$ рассчитывается по формуле

$$\alpha_{ср\,в} = (\alpha_{1в} f_1 + \alpha_{2в} f_2 + ... + \alpha_{nв} f_n)\frac{1}{F}, \qquad (27)$$

где $\alpha_{1в}$, $\alpha_{2в}$,...$\alpha_{nв}$ – средние коэффициенты поверхностного весеннего стока с различных видов поверхностей (стокоформирующих комплексов), выделенных в рамках рассматриваемой территории или водосбора; f_1, f_2, ...f_n – площади различных видов выделенных поверхностей; F – общая площадь выделенного водосбора или всей территории.

Слой поверхностного стока весеннего половодья для отдельного стокоформирующего комплекса определяется по формуле

$$Y_{в\,пов} = \alpha_в P_х . \qquad (28)$$

Коэффициенты весеннего поверхностного стока $\alpha_в$ для различных видов поверхностей (стокоформирующих комплексов) определяются по табл. 9, 10, 11 [4, 9, 22].

Таблица 9

Осредненные значения коэффициентов весеннего поверхностного стока $\alpha_в$ для различных видов поверхностей

Поверхности	$\alpha_в$	Примечание
Кровли и асфальтобетонные покрытия дорог	0,95	–
Водотоки (кюветы, канавы, каналы и др.).	0,95	–
Закустаренные, захламленные и покрытые травянистой растительностью поверхности	0,40 – 0,60	В зависимости от уклона поверхности (при уклоне < 2° рекомендуется принимать $\alpha_в = 0,40$)
Газоны	0,20 – 0,70	В зависимости от уклона поверхности (при уклоне < 2° рекомендуется принимать $\alpha_в = 0,30$)
Щебеночные покрытия, необработанные вяжущими материалами	0,50	–
Гравийные покрытия	0,50	–
Грунтовые плохо спланированные слабоуклонные поверхности	0,40	–

Таблица 10

Коэффициенты весеннего поверхностного стока $\alpha_в$ в зависимости от формы сооружений*

Условия стекания	Грунты	$\alpha_в$
Террикон с заложением откосов менее 4	Тяжелый суглинок	0,60
	Легкий суглинок	0,55
	Супесь	0,50
Террикон с заложением откосов более 4	Тяжелый суглинок	0,65
	Легкий суглинок	0,60
	Супесь	0,55
Полигон в выемке	Тяжелый суглинок	0,75
	Легкий суглинок	0.70
	Супесь	0,65

* С учетом ветрового переноса снега с территории и на территорию объекта.

Таблица 11

Коэффициенты весеннего поверхностного стока $\alpha_в$ для естественных поверхностей

Почвогрунты	Уклоны		
	< 0,01	0,01 – 0,05	>0,05
Хорошо водопроницаемые	0,10 – 0,20	0,15 – 0,25	0,20 – 0,30
Средне водопроницаемые	0,15 – 0,25	0,20 – 0,30	0,25 – 0,40
Ниже средней проницаемости	0,20 – 0,30	0,25 – 0,45	0,35 – 0,60
Слабо водопроницаемые	0,25 – 0,40	0,30 – 0,60	0,50 – 0,75
Мерзлые	0,35 – 0,60	0,40 – 0,75	0,80 – 0,95

Примечание. Меньшие значения принимаются для меньших уклонов поверхности, большие – для больших.

5.1.3. Объем весеннего половодья для всей территории или внутреннего водосбора (при условии, что урбанизированные территории занимают не более 35% общей площади) $W_в$ определяется по формуле

$$W_в = Y_{0в} F \delta_Y \text{ , тыс.м}^3, \quad (29)$$

где F – площадь всей территории или внутреннего водосбора ТНТ; δ_Y – поправочный коэффициент к среднему слою стока (объему) весеннего половодья (определяется по формуле (25)).

5.1.4. Максимальный расход весеннего половодья вероятности превышения *P*% в замыкающем створе внутреннего водосбора рассчитывается по формуле

$$Q_{\max в P\%} = q_{\max в P\%} \delta_{ут} F \text{ , м}^3/\text{с}, \quad (30)$$

где $q_{max\,в\,P\%}$ – максимальный модуль стока весеннего половодья с единичной площади вероятности превышения P%, м^3/с, определяемый на основании формулы редукции максимальных модулей стока [6; 19]

$$q_{\max в P\%} = k_р A_{\max с P\%} , \quad (31)$$

$k_р$ – коэффициент размерности (для часовой единицы времени добегания равный 0,28); $\delta_{ут}$ – коэффициент, учитывающий снижение максимального расхода весенего половодья в результате большого разнообразия стокоформирующих поверхностей в местах размещения отходов, равный 0,8 – 0,9; $A_{\max с P\%}$ – максимальная интенсивность снеготаяния вероятности превышения P%, мм/ч.

Максимальная интенсивность снеготаяния вероятности превышения P% = 1 % может быть определена по карте изолиний [19] (Приложение 2, рис. П. 2.22).

Модули максимального стока 1%; 10% и 25% вероятности превышения определяются по табл. 12 [6].

Максимальный расход весеннего половодья вероятности превышения P% в замыкающем створе внутреннего водосбора (для площадей водосборов до 10 км^2) рассчитывается по формуле

$$Q_{\max в P\%} = \frac{0{,}28 Y_{в P\%} k_{\max} \delta_{ут} F}{\tau_в + 3} \text{ , м}^3/\text{с}, \quad (32)$$

где $Y_{в\,P\%}$ – полный слой стока весеннего половодья заданной вероятности превышения, мм, определяется в зависимости от коэффициента вариации среднего многолетнего слоя стока весеннего половодья, соотношения C_s/C_v [15], а также среднего многолетнего слоя весеннего половодья (24) ; $k_{\max}$ – коэффициент дружности половодья, представляющий собой отношение

Таблица 12

Максимальная интенсивность снеготаяния $A_{max\,c}$ и модули максимального весеннего стока расчетной вероятности превышения

Район	Обеспеченность,%	$A_{max\,c}$, мм/ч	Коэффициент стока	$q_в$, м³/с
Северный	1	10,0	1,0	2,80
	10	8,8	1,0	2,46
	25	7,2	1,0	2,04
Карельский озерный	1	6,8	1,0	1,90
	10	5,3	0,9	1,34
	25	4,6	0,8	1,03
Центральный	1	8,0	1,0	2,24
	10	6,2	0,9	1,56
	25	5,5	0,8	1,23
Западные склоны Урала	1	8,5	1,0	2,38
	10	7,2	0,9	1,81
	25	6,4	0,8	1,43
Восточные склоны Урала	1	7,1	1,0	1,99

максимального суточного слоя ко всему слою половодья заданной вероятности превышения. (Значения k_{max} для дружных весен определяются по табл. 13); F – общая площадь выделенного внутреннего водосбора, км²; $\tau_в$ – время добегания максимального расхода воды весеннего половодья до замыкающего створа, ч (см.п.5.1.5); $\delta_{ут}$ – то же, что в формуле (30).

Таблица 13

Коэффициенты дружности половодья [18]

Природная зона	Лесная	Лесостепная	Степная
k_{max}	0,2	0,3 – 0,5	0,5 – 0,6

5.1.5. Время добегания максимального расхода воды весеннего половодья заданной обеспеченности до замыкающего створа $\tau_в$ определяется по формуле

$$\tau_в = \tau_р + \tau_{ск0}\,, \text{ ч}, \qquad (33)$$

где $\tau_р$ – время добегания по руслу, ч, $\tau_р = \frac{L_р}{V_р}$; $L_р$ – длина русла, м; $V_р$ – скорость потока в русле, м/ч – рассчитывается по формуле Шези для открытого русла

$$V = C\sqrt{Ri}\,, \tag{34}$$

C – коэффициент Шези; R – гидравлический радиус, м; i – уклон дна водотока (описание определения параметров формулы (34) приводится в [8, 24]);$\tau_{ск}$ – время добегания по склонам, ч; $\tau_{ск0} = L_{ск}/V_{ск}$, $L_{ск}$ – наибольшая длина склона, м, $V_{ск}$ – скорость добегания по склонам , в первый период снеготаяния (при движении талых вод под снегом) $V_{ск}$ = 0,001– 0,005 м/с (3,60 – 18 м/ч). При ручейковом стекании (после обнажения части почвы от снега) скорость добегания по склонам увеличивается до 0,1 – 0,2 м/с (360 – 720 м/ч) и далее – до 0,5 м/с (1800 м/ч) [27].

5.2. Максимальный расход дождевого паводка заданной обеспеченности $Q_{дP\%}$ в замыкающем створе внутреннего водосбора определяется по формуле предельной интенсивности стока [13; 15; 23]:

$$Q_{дP\%} = q'_{1\%}\alpha_{дс}\,H_{1\%}\delta\lambda_p F \ , \text{м}^3/\text{с}, \tag{35}$$

где $q'_{1\%}$ – максимальный модуль стока ежегодной вероятностью превышения P = 1%, определяется для исследуемого района в зависимости от гидроморфометрической характеристики русла $\Phi_р$ и продолжительности склонового добегания $\tau_{дск}$, мин; $\alpha_{дс}$ – сборный коэффициент ливневого стока; $H_{1\%}$ – максимальный суточный слой осадков вероятностью превышения 1%, мм, определяется по данным ближайших метеорологических станций; δ – коэффициент, учитывающий влияние проточных озер на внутреннем водосборе ТНТ, определяется по формуле

$$\delta = \frac{1}{1 + Cf'_{оз}}; \tag{36}$$

$f'_{оз}$ – средневзвешенная озерность водосбора определяется по формуле

$$f'_{оз} = \frac{f_{оз} - 2}{2{,}8}, \%, \tag{37}$$

$f_{оз}$ – относительная озерность

$$f_{оз} = \frac{\sum_{i=1}^{n} S_i 100}{F}, \%, \tag{38}$$

$S_{\text{з}}$ – площадь зеркала озера, км^2; F – площадь внутреннего водосбора ТНТ, км^2; C – коэффициент, принимаемый равным 0,2 для лесной и лесостепной зон; 0,4 – для степной зоны.

Если озера на водосборе расположены вне русла и основных притоков, то δ принимается равным 0,8 независимо от степени озерности.

В формуле (35) $\lambda_{\text{р}}$ – коэффициент перехода от максимальных мгновенных расходов воды ежегодной вероятностью превышения 1% к максимальным расходам воды с другой вероятностью превышения.

Максимальный модуль стока $q'_{1\%}$ определяется с учетом гидроморфометрической характеристики русла внутреннего водотока ТНТ $\Phi_{\text{р}}$

$$\Phi_{\text{р}} = \frac{L_p}{m_p i_p^m F^{0,25} (\alpha_{\text{дс}} H_{1\%})^{0,25}}, \qquad (39)$$

где $L_{\text{р}}$ – длина русла водотока, м; $m_{\text{р}}$ – гидравлический параметр русла, определяемый по табл.14; $i_{\text{р}}$ – средневзвешенный уклон русла, ‰; F – площадь внутреннего водосбора ТНТ; $\alpha_{\text{дс}}$, $H_{1\%}$ – то же, что в формуле (35).

Общая продолжительность добегания дождевого стока до расчетного створа определяется по формуле (40)

$$\tau_{\text{д}} = \tau_{\text{д с}} + \tau_{\text{д л}} + \tau_{\text{д тр}}, \quad \text{мин}, \qquad (40)$$

где $\tau_{\text{д л}}$, $\tau_{\text{д тр}}$ – соответственно, время добегания дождевых вод по лоткам, трубам до расчетного створа, определяемое по следующим формулам:

$$\tau_{\text{д п}} = 1{,}25 \frac{L_{\text{л}}}{V_{\text{л}}}, \text{ мин}, \qquad (41)$$

$$\tau_{\text{д тр}} = r \sum \frac{L_{\text{тр}}}{V_{\text{тр}}}, \text{ мин}, \qquad (42)$$

$L_{\text{л}}$ – длина лотка, м; $L_{\text{тр}}$ – длина расчетного участка коллектора, м; $V_{\text{л}}$, $V_{\text{тр}}$ – соответственно, скорость движения дождевых вод в конце лотка и по коллекторам, м/мин, определяются по методам, приведенным в [8]; r – коэффициент, зависящий от климатических условий и рельефа (при уклонах поверхности менее 0,03‰ r =2,0, при уклонах более 0,03‰ r = 1,2); $\tau_{\text{д с}}$ – время добегания дождевых вод по склонам, мин, определяется по табл. 15

[11] или по [15]в зависимости от гидроморфометрической характеристики склонов Φ_c

$$\Phi_c = \frac{\overline{L_c^{0.5}}}{m_c i_c^{0,25} (\alpha_{дс} H_{1\%})^{0.5}}, \qquad (43)$$

где $\overline{L_c}$ – средняя длина склонов водосбора, м; m_c – коэффициент, зависящий от шероховатости склонов водосбора, определяется по табл. 16 [15]; i_c – средний уклон склонов водотока, ‰; $\alpha_{дс}$, $H_{1\%}$ – то же, что в формуле (35).

Таблица 14

Значения параметров m и $m_р$

Характеристика русла	m	$m_р$
Чистые русла постоянных водотоков или русла периодически пересыхающих водотоков (сухих логов)	1/3	11
Извилистые, частично заросшие русла, периодически пересыхающие водотоки, несущие во время паводка большое количество наносов	1/3	9
Сильно засоренные и извилистые русла периодически пересыхающих водотоков	1/3	7
Водотоки со средними уклонами русла $i \geq 35‰$	1/7	10

Сборный коэффициент ливневого стока $\alpha_{ср\,дс}$ территории или выделенного на ней водосбора определяется по формуле

$$\alpha_{ср\,дс} = (\alpha_{дс1} f_1 + \alpha_{дс2} f_2 + ... + \alpha_{дсn} f_n) \frac{1}{F}, \qquad (44)$$

где $\alpha_{дс1}$; $\alpha_{дс2}$;...$\alpha_{дсn}$ –коэффициенты ливневого стока с различных видов поверхностей территории.

Коэффициенты стока $\alpha_{дс}$ для отдельных видов водонепроницаемых и водопроницаемых поверхностей на территории рекомендуется выбирать по табл. 17.

Таблица 15

Значения $\tau_{дс}$ (мин) в зависимости от гидроморфометрической характеристики склонов водосбора $\Phi_с$

$\Phi_с$	Номера районов типовых кривых редукции осадков						
	7, 8, 10, 29	5, 5а, 5в, 6, 6а, 14, 26, 33	3, 4, 9, 17, 27, 32	2, 12, 16,24, 28, 30	1, 11, 18, 22, 31	13, 19, 23, 25, 34	12, 20, 21, 5б, 15
0,5	2,3	2,3	2,7	2,7	3,2	3,7	5,0
1,0	5,0	5,2	5,3	5,5	6,7	9,0	12
1,5	8,0	8,0	8,5	9,0	11	15	20
2,0	11	11	12	14	17	22	28
I	2	3	4	5	6	7	8
2,5	15	15	17	18	23	29	40
3,0	19	20	22	24	30	37	50
4,0	28	30	34	37	45	55	70
5,0	39	43	47	52	62	75	97
6,0	53	58	62	70	82	95	120
7,0	67	76	80	90	100	120	150
8,0	85	93	100	110	130	140	180
9,0	105	115	120	130	140	170	(200)
10,0	130	140	150	160	180	190	(200)
12,0	180	190	200	(200)	(200)	(200)	(200)

Примечание. Номера районов типовых кривых редукции осадков определяются по карте, приведенной в [11]. Более точно значения $\tau_{дс}$ определяются по [15].

Таблица 16

Коэффициенты $m_с$ для склонов

Характеристика поверхности	Характеристика травяного покрова		
	редкий или отсутствует	обычный	густой
Гладкие поверхности (асфальт, бетон)	0,50	–	–
Укатанная спланированная грунтовая поверхность	0,40	0,30	0,25
Поверхность хорошо обработанная вспашкой и боронованием; невспаханная неспланированная поверхность без кочек; булыжная мостовая; поверхность с площадью застройки < 20%	0,30	0,25	0,20
Грубо обработанная вспашкой поверхность; таежные завалы; кочковатая, захламленная поверхность; с площадью застройки > 20%	0,20	0,15	0,10

Таблица 17

Коэффициенты ливневого стока $\alpha_{лс}$ для различных поверхностей в зависимости от суточного слоя осадков (для расчета максимальных расходов вероятностью превышения $P=1\%$)

Род поверхности	$\alpha_{дс}$ в зависимости от суточного слоя осадков		
	≤ 80	81 – 150	> 150
Водотоки (кюветы, канавы, каналы и др.).	1,00	1,00	1,00
Кровли с уклоном	0,98	1,00	1,00
Кровли плоские	0,95	0,97	0,98
Асфальтобетонные покрытия дорог	0,90	0,92	0,95
Щебеночные покрытия, необработанные вяжущими материалами	0,70	0,80	0,85
Гравийные покрытия	0,60	0,70	0,85
Грунтовые поверхности (спланированные)	0,60	0, 70	0,80
Неспланированные, неуплотненные отвалы	0,25 – 0,55*	0,55	0,75
Откосы насыпей, отвалов, дамб	0,25 – 0,55*	0,55	0,75
Газоны	0,45	0,55	0,75
Захламленные насыпные поверхности, покрытые травянистой растительностью	0,40	0,50	0,70

* Для грунтов более тяжелого механического состава принимаются большие значения коэффициента.

6. ОСНОВНЫЕ РАСЧЕТНЫЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Настоящая Методика позволяет получить следующие основные гидрологические характеристики техногенно-нагруженной территории.

1. *Характеристики годового стока:*
слой среднего многолетнего стока;
годовой слой стока заданной обеспеченности;
слой полного (поверхностного и подземного) стока за год;
средний многолетний сток;
полный поверхностный сток заданной обеспеченности;
испарение с рассматриваемой территории (среднемноголетний или заданной обеспеченности);
величина снегозапасов;
объем годового стока.

2. *Характеристики внутригодового стока:*
слой поверхностного стока за летне-осенний период года;
слой полного стока за отдельный месяц (выделенный внутригодовой период).

3. *Характеристики максимального стока, в том числе весеннего половодья.*
средний слой весеннего половодья;
слой поверхностного стока весеннего половодья;
объем весеннего половодья;
максимальный расход весеннего половодья вероятности превышения P%;
время добегания максимального расхода воды весеннего половодья заданной обеспеченности до замыкающего створа;
максимальный расход дождевого паводка заданной обеспеченности в замыкающем створе.

Полученные характеристики могут быть использованы в качестве исходных данных как при дальнейших водохозяйственных расчетах, разработке комплексов мероприятий по рациональному водообустройству техногенно-нагруженной территории, разработке комплексной гидрологогидрогеодинамической модели территории, так и при создании или оптимизации системы инженерной защиты природных вод от загрязнения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Бавина Л.Г.** Испарение и сток с неосушенных болот в годы с различной увлажненностью // Труды ГГИ. 1979. Вып. 261. С. 61-73.

2. **Вершинина Л.К.** Характеристики распределения снежного покрова и весеннего снеготаяния на территории Кустанайской области // Труды ГГИ. 1963. Вып. 104. С. 3-14.

3. **Водные** ресурсы и водный баланс территории Советского Союза. Л.: Гидрометеоиздат. 1967.

4. **Водогрецкий В.Е.** Антропогенное изменение стока малых рек. Л.: Гидрометеоиздат. 1990.

5. **Гидрологическая** роль урбанизации (на примере г. Москвы) / Вопросы географии. Сб. 102. М.: «Мысль». 1976. С. 179-184.

6. **Гидрологические** расчеты при осушении болот и заболоченных земель / Под ред. К.Е. Иванова. Л.: Гидрометеоиздат. 1957.

7. **Зубенок Л.И.** Испарение на континентах. Л.: Гидрометеоиздат. 1976.

8. **Киселев П.Г.** Справочник по гидравлическим расчетам. М.-Л.: Гос. энергетическое изд-во. 1957.

9. **Костяков П.Н.** Основы мелиорации. М: Сельхозгиз. 1960.

10. **Кузнецов В.И.** Особенности испарения с промышленных стоков // Труды ГГИ. 1970. Вып. 181. С. 33-57.

11. **Кузник И.А., Луконин Е.И., Пилипенко В.Я.** Гидрология и гидрометрия. Л.: Гидрометеоиздат. 1974.

12. **Куприянов В.В.** Гидрологические аспекты урбанизации. Л.: Гидрометеоиздат. 1977.

13. **Международное** руководство по методам расчета основных гидрологических характеристик. Л.: Гидрометеоиздат. 1989.

14. **Методика** расчета объемов организованного и неорганизованного дождевого и талого стока в системы коммунальной канализации. СПб.: Экология и право. 2000.

15. **Пособие** по определению расчетных гидрологических характеристик. Л.: Гидрометеоиздат. 1984.

16. **Рекомендации** по расчету испарения с поверхности суши. Л.: Гидрометеоиздат. 1976.

17. **Самофалов Д.П.** Обоснование оптимальной интенсивности осушения на основе воднобалансовых расчетов. Автореф.дисс. на соиск. уч. степени канд.техн. наук. Минск. 1980.

18. **Семлянская Л.П.** Условия формирования и методика расчета максимальных расходов весеннего половодья на малых водосборах // Труды ГГИ. 1957. Вып. 61.

19. **Соколовский Д.Л.** Речной сток (основы теории и методики расчетов). Л.: Гидрометеоиздат. 1968

20. **Сольский С.В., Гордиенко С.Г. и др.** Методические основы разработки технических решений по защите природных вод от загрязнения при проектировании, эксплуатации и консервации накопителей и хранилищ жидких, твердых и пастообразных отходов // Известия ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева. 1999. Т. 235. С. 123-137.

21. **Сольский С.В., Кветная И.А., Самофалов Д.П., Хайтов Р.Д.** Обеспечение защиты природных вод в районах размещения полигонов твердых бытовых отходов // Известия ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева. 2001. Т. 239. СПб. С. 225-236.

22. **Сольский С.В., Самофалов Д.П.** Обоснование замкнутых водооборотных систем при обустройстве полигонов твердых бытовых отходов // Известия ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева. 2003. Т. 242 С. 175-185.

23. **СП 33-101-2003.** Определение основных расчетных гидрологических характеристик. М.: Госстрой России. 2004.

24. **Мелиорация** и водное хозяйство. Справочник / Под ред. П.А. Полад-Заде. М.: Агропромиздат. 1987.

25. **Справочник** по климату СССР. Ч. 4. Л.: Гидрометеоиздат. 1965-1968.

26. **Указания** *по расчету испарения с поверхности водоемов. Л.: Гидрометеоиздат. 1969.*

27. **Харченко С.И.** Исследование потерь и добегания талых вод // Труды ГГИ. 1956. Вып. 57.

28. **Харченко С.И.** Формирование весенних половодий в условиях степей Нижнего Дона // Труды ГГИ. 1959. Вып. 71. С. 5-35.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Коэффициенты перехода от средних многолетних годовых величин осадков к осадкам различной обеспеченности (K_p) для территории Российской Федерации

Среднее количество осадков за год, мм	Обеспеченность, %									
	5	10	20	30	40	60	70	80	90	95
Архангельская, Вологодская области; Республика Коми										
150	1,64	1,46	1,34	1,19	1,06	0,84	0,80	0,68	0,57	0,46
200	1,51	1,38	1,27	1,15	1,06	0,89	0,84	0,74	0,65	0,55
250	1,41	1,30	1,19	1,10	1,03	0,89	0,84	0,76	0,68	0,59
300	1,41	1,31	1,21	1,13	1,07	0,94	0,89	0,81	0,74	0,65
350	1,37	1,28	1,18	1,11	1,06	0,94	0,90	0,83	0,76	0,67
400	1,34	1,25	1,16	1,10	1,05	0,95	0,90	0,84	0,77	0,69
450	1,32	1,24	1,15	1,09	1,05	0,96	0,91	0,85	0,78	0,71
500	1,31	1,23	1,15	1,09	1,05	0,96	0,91	0,86	0,80	0,72
550	1,30	1,23	1,14	1,09	1,04	0,96	0,92	0,87	0,81	0,73
600	1,29	1,22	1,13	1,08	1,04	0,96	0,92	0,88	0,82	0,74
650	1,29	1,22	1,13	1,08	1,04	0,96	0,93	0,88	0,83	0,75
700	1,28	1,21	1,13	1,09	1,05	0,97	0,93	0,89	0,84	0,76
750	1,28	1,21	1,13	1,09	1,05	0,97	0,94	0,90	0,85	0,77
800	1,27	1,20	1,13	1,09	1,05	0,97	0,94	0,90	0,85	0,78
850	1,27	1,20	1,13	1,09	1,05	0,97	0,94	0,91	0,86	0,79
900	1,26	1,20	1,12	1,09	1,05	0,97	0,94	0,91	0,87	0,79

Продолжение табл. 1

Среднее количество осадков за год, мм	Обеспеченность, %									
	5	10	20	30	40	60	70	80	90	95
Мурманская область										
300	1,36	1,24	1,16	1,08	1,04	0,95	0,86	0,80	0,71	0,59
350	1,37	1,25	1,16	1,09	1,04	0,96	0,91	0,83	0,73	0,63
400	1,34	1,23	1,15	1,09	1,04	0,96	0,88	0,84	0,75	0,64
450	1,33	1,22	1,14	1,09	1,04	0,96	0,90	0,84	0,75	0,65
500	1,30	1,21	1,14	1,08	1,03	0,95	0,90	0,84	0,75	0,66
550	1,29	1,20	1,13	1,07	1,03	0,96	0,90	0,84	0,75	0,67
600	1,28	1,20	1,13	1,07	1,03	0,96	0,90	0,84	0,76	0,69
650	1,27	1,19	1,12	1,07	1,03	0,96	0,91	0,85	0,77	0,69
700	1,27	1,19	1,12	1,07	1,03	0,97	0,91	0,85	0,77	0,69
750	1,27	1,18	1,12	1,07	1,03	0,96	0,91	0,86	0,77	0,70
800	1,27	1,19	1,12	1,07	1,03	0,97	0,91	0,86	0,78	0,71
850	1,27	1,19	1,12	1,07	1,03	0,96	0,90	0,86	0,78	0,71
900	1,25	1,18	1,12	1,06	1,02	0,96	0,89	0,85	0,78	0,71
Ленинградская, Новгородская, Псковская области; Республика Карелия										
400	1,39	1,27	1,20	1,12	1,05	0,95	0,91	0,84	0,76	0,68
450	1,38	1,26	1,18	1,11	1,05	0,96	0,91	0,85	0,78	0,70
500	1,37	1,25	1,18	1,11	1,05	0,96	0,92	0,86	0,80	0,73
550	1,36	1,24	1,17	1,10	1,05	0,96	0,92	0,87	0,81	0,75
600	1,35	1,23	1,16	1,10	1,05	0,96	0,92	0,87	0,82	0,76
650	1,34	1,22	1,16	1,10	1,05	0,96	0,92	0,88	0,83	0,77
700	1,34	1,22	1,15	1,10	1,05	0,96	0,93	0,89	0,84	0,78

Калининградская область										
500	1,27	1,20	1,14	1,09	1,04	0,96	0,89	0,83	0,76	0,68
550	1,28	1,21	1,14	1,09	1,04	0,96	0,90	0,84	0,77	0,70
600	1,29	1,21	1,14	1,09	1,04	0,96	0,91	0,85	0,79	0,71
650	1,30	1,22	1,14	1,09	1,04	0,96	0,91	0,86	0,80	0,73
700	1,31	1,22	1,14	1,08	1,04	0,97	0,92	0,87	0,81	0,74
750	1,31	1,22	1,15	1,09	1,04	0,97	0,92	0,88	0,81	0,75
800	1,31	1,22	1,15	1,09	1,04	0,97	0,93	0,89	0,82	0,75
850	1,32	1,22	1,15	1,08	1,04	0,97	0,93	0,89	0,83	0,76
Ярославская, Тверская, Московская, Владимирская, Смоленская, Калужская, Рязанская, Тульская области										
410	1,31	1,22	1,14	1,09	1,04	0,94	0,89	0,83	0,81	0,76
420	1,32	1,23	1,14	1,09	1,04	0,94	0,89	0,83	0,81	0,75
430	1,33	1,23	1,14	1,09	1,04	0,94	0,89	0,83	0,80	0,75
440	1,33	1,24	1,15	1,09	1,04	0,94	0,89	0,84	0,80	0,74
450	1,35	1,25	1,16	1,10	1,05	0,95	0,90	0,84	0,80	0,74
460	1,35	1,24	1,16	1,10	1,04	0,94	0,89	0,84	0,79	0,73
470	1,35	1,25	1,16	1,10	1,04	0,94	0,89	0,84	0,79	0,72
480	1,36	1,25	1,16	1,10	1,05	0,94	0,89	0,84	0,79	0,72
490	1,36	1,26	1,17	1,11	1,05	0,94	0,89	0,84	0,79	0,71
500	1,37	1,26	1,17	1,11	1,05	0,95	0,89	0,84	0,79	0,71
510	1,37	1,26	1,17	1,11	1,05	0,95	0,89	0,84	0,78	0,71
520	1,38	1,27	1,17	1,11	1,05	0,95	0,89	0,84	0,78	0,70
530	1,38	1,27	1,17	1,11	1,05	0,95	0,89	0,84	0,78	0,70
540	1,39	1,27	1,18	1,11	1,05	0,95	0,89	0,84	0,78	0,70

Продолжение табл. 1

Среднее количество осадков за год, мм	Обеспеченность, %									
	5	10	20	30	40	60	70	80	90	95
550	1,40	1,28	1,18	1,11	1,05	0,95	0,89	0,84	0,77	0,69
560	1,40	1,28	1,18	1,11	1,05	0,95	0,89	0,84	0,77	0,69
570	1,41	1,29	1,18	1,12	1,05	0,95	0,89	0,84	0,77	0,69
580	1,41	1,29	1,18	1,12	1,05	0,95	0,89	0,84	0,77	0,68
590	1,41	1,29	1,19	1,12	1,05	0,95	0,89	0,84	0,77	0,68
600	1,42	1,30	1,19	1,12	1,05	0,95	0,89	0,84	0,76	0,68
610	1,42	1,30	1,19	1,12	1,06	0,95	0,89	0,84	0,76	0,68
620	1,43	1,30	1,19	1,12	1,06	0,95	0,89	0,84	0,76	0,67
630	1,43	1,31	1,19	1,12	1,06	0,95	0,89	0,84	0,76	0,67
640	1,44	1,31	1,20	1,12	1,06	0,95	0,89	0,84	0,76	0,67
650	1,44	1,31	1,20	1,12	1,06	0,95	0,89	0,84	0,76	0,67
660	1,44	1,31	1,20	1,12	1,06	0,95	0,89	0,84	0,76	0,66
670	1,45	1,31	1,20	1,12	1,06	0,95	0,89	0,84	0,75	0,66
680	1,45	1,32	1,20	1,12	1,06	0,95	0,89	0,83	0,75	0,66
690	1,46	1,32	1,20	1,12	1,06	0,95	0,89	0,83	0,75	0,65
700	1,46	1,32	1,20	1,12	1,06	0,95	0,89	0,83	0,74	0,65
710	1,46	1,32	1,21	1,12	1,06	0,95	0,89	0,83	0,74	0,65
720	1,47	1,32	1,21	1,12	1,06	0,95	0,89	0,83	0,74	0,65
730	1,47	1,32	1,21	1,12	1,06	0,95	0,89	0,83	0,74	0,64
Тамбовская, Брянская, Липецкая, Орловская, Курская, Воронежская, Белгородская области										
440	1,37	1,23	1,16	1,10	1,05	0,97	0,92	0,86	0,81	0,74
450	1,38	1,24	1,16	1,10	1,05	0,96	0,92	0,85	0,80	0,73

460	1,39	1,24	1,17	1,10	1,05	0,96	0,91	0,85	0,79	0,71
470	1,40	1,25	1,17	1,11	1,05	0,96	0,91	0,85	0,79	0,70
480	1,40	1,26	1,18	1,11	1,05	0,95	0,90	0,84	0,78	0,69
490	1,42	1,27	1,18	1,11	1,05	0,95	0,90	0,84	0,78	0,68
500	1,42	1,27	1,18	1,11	1,05	0,95	0,90	0,83	0,77	0,67
510	1,43	1,28	1,18	1,11	1,05	0,96	0,89	0,83	0,76	0,66
520	1,44	1,28	1,19	1,11	1,05	0,95	0,89	0,83	0,76	0,65
530	1,44	1,29	1,19	1,11	1,05	0,94	0,89	0,82	0,75	0,64
540	1,45	1,29	1,19	1,11	1,05	0,94	0,89	0,82	0,75	0,63
550	1,46	1,30	1,20	1,11	1,05	0,94	0,88	0,82	0,74	0,63
560	1,47	1,31	1,20	1,12	1,05	0,94	0,88	0,82	0,74	0,62
570	1,47	1,31	1,20	1,12	1,05	0,94	0,88	0,82	0,74	0,61
580	1,48	1,32	1,20	1,12	1,05	0,94	0,88	0,81	0,73	0,60
590	1,48	1,32	1,20	1,12	1,05	0,94	0,87	0,81	0,73	0,60
600	1,49	1,33	1,21	1,13	1,05	0,93	0,87	0,81	0,72	0,59
610	1,49	1,33	1,21	1,13	1,06	0,93	0,87	0,81	0,72	0,58
620	1,50	1,33	1,21	1,13	1,05	0,93	0,86	0,80	0,71	0,58
630	1,51	1,34	1,21	1,13	1,06	0,93	0,86	0,80	0,71	0,57
640	1,51	1,34	1,21	1,13	1,06	0,93	0,86	0,80	0,71	0,56
650	1,51	1,34	1,22	1,13	1,06	0,93	0,86	0,80	0,70	0,56
Ивановская, Костромская, Кировская, Нижегородская области; Республика Марий Эл, Удмуртская Республика, Республика Чувашия, Республика Мордовия										
350	1,30	1,22	1,16	1,09	1,04	0,96	0,91	0,87	0,82	0,77
400	1,31	1,23	1,16	1,09	1,04	0,96	0,91	0,87	0,81	0,75
450	1,32	1,24	1,16	1,10	1,04	0,96	0,91	0,86	0,80	0,73
500	1,33	1,24	1,16	1,10	1,04	0,96	0,91	0,86	0,80	0,72
550	1,33	1,24	1,17	1,11	1,04	0,96	0,91	0,86	0,79	0,70

Продолжение табл. 1

Среднее количество осадков за год, мм	Обеспеченность, %									
	5	10	20	30	40	60	70	80	90	95
600	1,34	1,25	1,17	1,11	1,04	0,96	0,91	0,85	0,79	0,70
650	1,34	1,25	1,17	1,11	1,05	0,96	0,91	0,85	0,78	0,69
Ульяновская, Самарская, Пензенская, Оренбургская, Саратовская области, Республика Татарстан										
250	1,67	1,48	1,27	1,17	1,07	0,92	0,84	0,76	0,68	0,60
300	1,57	1,41	1,25	1,15	1,06	0,93	0,86	0,78	0,70	0,62
350	1,52	1,37	1,24	1,15	1,07	0,94	0,87	0,80	0,72	0,64
400	1,47	1,34	1,22	1,14	1,06	0,94	0,88	0,81	0,73	0,64
450	1,44	1,31	1,22	1,14	1,07	0,94	0,88	0,81	0,74	0,66
500	1,42	1,30	1,22	1,14	1,07	0,95	0,89	0,82	0,74	0,66
550	1,40	1,28	1,21	1,14	1,07	0,95	0,89	0,83	0,75	0,66
600	1,37	1,27	1,20	1,13	1,07	0,95	0,90	0,83	0,75	0,67
650	1,36	1,26	1,20	1,13	1,06	0,95	0,90	0,83	0,75	0,67
700	1,35	1,25	1,20	1,13	1,06	0,95	0,90	0,84	0,75	0,68
Волгоградская, Ростовская, Астраханская области; Краснодарский, Ставропольский края; Республика Калмыкия, Кабардино-Балкарская Республика, Чеченская Республика, Республика Ингушетия, Республика Северная Осетия-Алания.										
130	1,89	1,65	1,43	1,26	1,14	0,93	0,81	0,72	0,54	0,39
150	1,78	1,56	1,37	1,22	1,10	0,93	0,82	0,74	0,57	0,45
200	1,65	1,46	1,30	1,18	1,09	0,93	0,85	0,76	0,62	0,51
250	1,58	1,40	1,26	1,15	1,07	0,93	0,86	0,77	0,65	0,55
300	1,52	1,37	1,23	1,14	1,07	0,94	0,87	0,78	0,67	0,57
350	1,49	1,35	1,22	1,13	1,06	0,95	0,87	0,79	0,68	0,59

400	1,45	1,32	1,20	1,12	1,06	0,94	0,87	0,79	0,69	0,60
450	1,44	1,31	1,20	1,12	1,05	0,95	0,87	0,80	0,70	0,61
500	1,43	1,30	1,19	1,11	1,05	0,95	0,88	0,80	0,71	0,62
550	1,41	1,29	1,26	1,11	1,05	0,95	0,88	0,80	0,71	0,62
600	1,40	1,28	1,18	1,10	1,05	0,95	0,88	0,80	0,72	0,63
650	1,39	1,27	1,17	1,10	1,05	0,95	0,88	0,80	0,72	0,63
700	1,38	1,27	1,17	1,10	1,05	0,95	0,88	0,81	0,72	0,64
750	1,37	1,26	1,16	1,09	1,03	0,95	0,88	0,80	0,72	0,64
800	1,37	1,25	1,16	1,09	1,04	0,95	0,88	0,81	0,73	0,64
850	1,35	1,24	1,15	1,08	1,03	0,94	0,87	0,80	0,72	0,64
900	1,36	1,25	1,16	1,09	1,04	0,95	0,88	0,81	0,73	0,64
950	1,35	1,23	1,15	1,09	1,04	0,95	0,88	0,81	0,73	0,65
1000	1,36	1,24	1,15	1,09	1,04	0,95	0,88	0,81	0,73	0,65
1050	1,34	1,23	1,15	1,08	1,04	0,95	0,88	0,81	0,73	0,65
1100	1,34	1,23	1,15	1,08	1,04	0,95	0,88	0,81	0,74	0,65
1150	1,34	1,23	1,15	1,08	1,04	0,95	0,88	0,81	0,74	0,65
1200	1,34	1,22	1,15	1,08	1,04	0,95	0,89	0,81	0,74	0,66
1250	1,34	1,22	1,15	1,08	1,04	0,95	0,89	0,81	0,74	0,66
1300	1,34	1,21	1,14	1,08	1,05	0,95	0,88	0,81	0,74	0,66
1350	1,34	1,21	1,14	1,08	1,05	0,95	0,88	0,81	0,75	0,66
1400	1,33	1,21	1,14	1,07	1,05	0,95	0,88	0,81	0,75	0,66
1450	1,33	1,21	1,14	1,07	1,05	0,95	0,88	0,81	0,75	0,66
1500	1,33	1,20	1,14	1,07	1,05	0,95	0,88	0,81	0,75	0,67
1600	1,32	1,20	1,14	1,07	1,04	0,95	0,88	0,81	0,76	0,67
1700	1,32	1,20	1,14	1,06	1,04	0,94	0,88	0,82	0,76	0,67
1800	1,32	1,19	1,13	1,06	1,04	0,94	0,88	0,81	0,76	0,67
1900	1,32	1,19	1,12	1,06	1,04	0,95	0,88	0,81	0,76	0,68
2000	1,32	1,18	1,12	1,05	1,03	0,94	0,88	0,81	0,77	0,68

Продолжение табл. 1

Среднее количество осадков за год, мм	Обеспеченность, %									
	5	10	20	30	40	60	70	80	90	95
2100	1,33	1,19	1,13	1,06	1,04	0,95	0,88	0,82	0,78	0,69
2200	1,32	1,18	1,11	1,05	1,03	0,94	0,88	0,81	0,77	0,68
2300	1,33	1,18	1,11	1,05	1,03	0,94	0,88	0,81	0,77	0,69
2400	1,33	1,18	1,11	1,05	1,03	0,94	0,88	0,82	0,78	0,69
2500	1,34	1,18	1,11	1,05	1,03	0,94	0,88	0,82	0,78	0,69
2600	1,34	1,19	1,11	1,05	1,04	0,96	0,88	0,82	0,78	0,70
2700	1,34	1,19	1,12	1,05	1,04	0,94	0,88	0,82	0,79	0,70
2800	1,34	1,18	1,12	1,05	1,04	0,94	0,88	0,82	0,79	0,70
2900	1,34	1,18	1,11	1,05	1,04	0,94	0,88	0,82	0,79	0,71
3000	1,34	1,18	1,11	1,05	1,04	0,94	0,88	0,82	0,79	0,71
3100	1,34	1,18	1,11	1,06	1,04	0,94	0,88	0,82	0,79	0,71
3200	1,34	1,18	1,11	1,06	1,04	0,94	0,88	0,83	0,79	0,71
Пермская, Свердловская, Челябинская, Курганская области, Республика Башкортостан										
250	1,62	1,48	1,30	1,20	1,09	0,91	0,84	0,76	0,67	0,58
300	1,53	1,42	1,26	1,17	1,08	0,93	0,87	0,79	0,70	0,62
350	1,47	1,36	1,23	1,15	1,07	0,93	0,88	0,80	0,72	0,64
400	1,42	1,33	1,21	1,13	1,06	0,94	0,89	0,82	0,74	0,65
450	1,38	1,30	1,19	1,12	1,06	0,95	0,90	0,83	0,75	0,67
500	1,35	1,27	1,18	1,11	1,05	0,95	0,90	0,84	0,76	0,68
550	1,33	1,26	1,17	1,11	1,05	0,95	0,91	0,84	0,77	0,68
600	1,34	1,26	1,18	1,12	1,07	0,97	0,93	0,86	0,79	0,70
650	1,30	1,23	1,15	1,10	1,05	0,96	0,90	0,85	0,78	0,70

700	1,28	1,22	1,14	1,09	1,04	0,96	0,92	0,86	0,78	0,70
750	1,27	1,21	1,14	1,09	1,04	0,96	0,92	0,86	0,78	0,70
800	1,26	1,20	1,14	1,09	1,05	0,97	0,93	0,87	0,80	0,71
850	1,25	1,19	1,13	1,08	1,04	0,97	0,93	0,87	0,80	0,71
900	1,24	1,19	1,13	1,08	1,04	0,97	0,93	0,87	0,80	0,71
950	1,22	1,18	1,12	1,07	1,04	0,97	0,93	0,87	0,80	0,69
1000	1,22	1,18	1,12	1,07	1,03	0,97	0,92	0,87	0,80	0,72
1050	1,22	1,17	1,11	1,06	1,03	0,97	0,92	0,87	0,80	0,72
Омская, Тюменская области										
250	1,58	1,36	1,21	1,10	1,04	0,96	0,91	0,85	0,77	0,66
300	1,60	1,39	1,24	1,13	1,05	0,94	0,89	0,82	0,73	0,63
350	1,63	1,41	1,26	1,14	1,06	0,94	0,87	0,80	0,71	0,59
400	1,64	1,42	1,27	1,15	1,06	0,93	0,86	0,79	0,69	0,57
450	1,66	1,43	1,29	1,17	1,07	0,92	0,86	0,78	0,67	0,56
500	1,67	1,45	1,30	1,18	1,07	0,92	0,85	0,77	0,67	0,54
550	1,68	1,45	1,30	1,18	1,07	0,92	0,84	0,76	0,65	0,53
600	1,69	1,46	1,31	1,19	1,08	0,92	0,84	0,75	0,65	0,53
Томская, Новосибирская, Кемеровская области; Алтайский край; Республика Алтай										
100	1,45	1,30	1,20	1,10	1,05	0,95	0,90	0,80	0,70	0,65
150	1,45	1,31	1,21	1,14	1,07	0,97	0,90	0,83	0,76	0,69
200	1,38	1,28	1,19	1,13	1,05	0,95	0,90	0,85	0,77	0,72
250	1,37	1,27	1,18	1,12	1,06	0,96	0,92	0,86	0,78	0,71
300	1,35	1,25	1,16	1,11	1,04	0,94	0,91	0,86	0,79	0,71
350	1,33	1,25	1,17	1,12	1,06	0,96	0,91	0,86	0,80	0,72
400	1,33	1,23	1,16	1,11	1,05	0,95	0,91	0,86	0,80	0,72
450	1,31	1,22	1,16	1,10	1,06	0,97	0,92	0,87	0,80	0,72
500	1,31	1,22	1,16	1,10	1,05	0,96	0,92	0,87	0,81	0,73

Продолжение табл. 1

Среднее количество осадков за год, мм	Обеспеченность, %									
	5	10	20	30	40	60	70	80	90	95
550	1,30	1,21	1,16	1,10	1,06	0,96	0,92	0,87	0,81	0,72
600	1,30	1,21	1,15	1,10	1,05	0,97	0,92	0,87	0,81	0,72
650	1,29	1,21	1,16	1,10	1,05	0,96	0,92	0,87	0,81	0,73
700	1,29	1,20	1,14	1,09	1,04	0,96	0,91	0,86	0,80	0,72
750	1,29	1,21	1,15	1,10	1,05	0,97	0,93	0,87	0,81	0,72
800	1,28	1,20	1,14	1,09	1,04	0,96	0,92	0,87	0,80	0,73
850	1,28	1,20	1,14	1,09	1,04	0,96	0,92	0,87	0,81	0,72
900	1,28	1,20	1,14	1,09	1,04	0,96	0,92	0,87	0,81	0,72
950	1,27	1,19	1,14	1,09	1,05	0,96	0,92	0,87	0,81	0,73
1000	1,28	1,19	1,14	1,09	1,05	0,96	0,92	0,87	0,81	0,73
1050	1,27	1,19	1,14	1,09	1,05	0,96	0,92	0,87	0,81	0,73
1100	1,27	1,19	1,14	1,09	1,05	0,96	0,92	0,87	0,81	0,73
1150	1,27	1,19	1,14	1,09	1,05	0,96	0,92	0,87	0,81	0,73
1200	1,27	1,19	1,14	1,09	1,05	0,96	0,92	0,87	0,81	0,73
1250	1,27	1,19	1,14	1,09	1,05	0,96	0,92	0,87	0,82	0,73
1300	1,27	1,18	1,13	1,09	1,05	0,96	0,92	0,87	0,82	0,73
1350	1,27	1,18	1,14	1,09	1,05	0,96	0,92	0,87	0,82	0,73
Красноярский край, Республика Тыва										
150	1,64	1,32	1,25	1,15	1,08	0,95	0,86	0,76	0,58	0,20
160	1,53	1,29	1,22	1,13	1,06	0,95	0,89	0,78	0,65	0,37
200	1,46	1,27	1,19	1,11	1,06	0,95	0,89	0,80	0,69	0,46
240	1,43	1,26	1,18	1,10	1,05	0,95	0,90	0,82	0,71	0,53

280	1,40	1,25	1,17	1,09	1,04	0,95	0,90	0,83	0,73	0,57
320	1,38	1,24	1,16	1,09	1,05	0,95	0,91	0,84	0,75	0,60
360	1,36	1,23	1,15	1,09	1,04	0,95	0,91	0,84	0,77	0,63
400	1,35	1,23	1,15	1,09	1,05	0,95	0,91	0,85	0,77	0,65
440	1,35	1,23	1,15	1,09	1,05	0,95	0,92	0,86	0,78	0,67
480	1,34	1,23	1,15	1,10	1,05	0,96	0,92	0,86	0,79	0,69
520	1,33	1,23	1,15	1,09	1,05	0,95	0,92	0,87	0,80	0,70
560	1,31	1,22	1,14	1,09	1,04	0,95	0,92	0,87	0,80	0,71
600	1,31	1,22	1,14	1,09	1,04	0,96	0,92	0,87	0,80	0,71
640	1,30	1,22	1,14	1,08	1,04	0,96	0,92	0,87	0,81	0,72
680	1,29	1,21	1,14	1,08	1,04	0,96	0,92	0,87	0,81	0,73
720	1,28	1,20	1,13	1,08	1,04	0,96	0,92	0,87	0,81	0,73
760	1,27	1,20	1,13	1,08	1,04	0,96	0,92	0,87	0,81	0,74
800	1,27	1,19	1,13	1,08	1,04	0,96	0,93	0,88	0,81	0,74
840	1,26	1,18	1,12	1,07	1,04	0,96	0,93	0,88	0,82	0,75
880	1,25	1,18	1,12	1,07	1,03	0,97	0,93	0,88	0,82	0,75
920	1,25	1,18	1,12	1,07	1,03	0,97	0,93	0,88	0,82	0,76
960	1,24	1,17	1,11	1,07	1,03	0,97	0,93	0,88	0,82	0,76
1000	1,24	1,16	1,11	1,07	1,03	0,97	0,93	0,88	0,82	0,76
1040	1,23	1,17	1,11	1,07	1,03	0,97	0,93	0,88	0,83	0,77
1080	1,23	1,17	1,11	1,07	1,03	0,97	0,93	0,89	0,83	0,77
1120	1,22	1,16	1,11	1,06	1,03	0,97	0,93	0,88	0,83	0,77
1160	1,22	1,16	1,10	1,07	1,03	0,97	0,93	0,89	0,83	0,77
1200	1,22	1,16	1,10	1,06	1,03	0,97	0,93	0,89	0,83	0,78
1240	1,21	1,16	1,10	1,06	1,03	0,97	0,93	0,89	0,83	0,78
Республика Саха (Якутия)										
100	1,61	1,39	1,27	1,18	1,07	0,94	0,88	0,81	0,66	0,51

Продолжение табл. 1

Среднее количество осадков за год, мм	Обеспеченность, %									
	5	10	20	30	40	60	70	80	90	95
150	1,52	1,34	1,24	1,16	1,08	0,95	0,88	0,82	0,70	0,58
200	1,47	1,32	1,22	1,15	1,07	0,94	0,88	0,82	0,72	0,61
250	1,44	1,30	1,21	1,14	1,06	0,94	0,88	0,82	0,73	0,63
300	1,42	1,29	1,20	1,13	1,06	0,94	0,88	0,82	0,73	0,64
350	1,41	1,29	1,19	1,13	1,06	0,95	0,88	0,82	0,74	0,65
400	1,40	1,28	1,19	1,12	1,05	0,95	0,88	0,82	0,74	0,66
450	1,39	1,27	1,19	1,12	1,06	0,95	0,88	0,82	0,75	0,67
500	1,38	1,27	1,18	1,12	1,06	0,95	0,88	0,82	0,75	0,67
550	1,37	1,27	1,18	1,12	1,06	0,95	0,88	0,82	0,75	0,68
600	1,37	1,26	1,18	1,12	1,06	0,95	0,88	0,82	0,75	0,68
Приморский край										
350	1,28	1,19	1,07	1,04	1,01	0,97	0,89	0,81	0,75	0,72
400	1,32	1,22	1,10	1,06	1,02	0,96	0,90	0,82	0,76	0,70
450	1,35	1,25	1,13	1,04	1,03	0,96	0,90	0,83	0,76	0,70
500	1,38	1,26	1,15	1,10	1,04	0,96	0,90	0,83	0,77	0,70
550	1,40	1,27	1,17	1,11	1,05	0,95	0,90	0,84	0,77	0,69
600	1,43	1,29	1,19	1,12	1,05	0,95	0,90	0,84	0,77	0,69
650	1,44	1,30	1,20	1,14	1,06	0,95	0,90	0,85	0,77	0,69
700	1,45	1,30	1,21	1,13	1,06	0,95	0,90	0,85	0,78	0,69
750	1,47	1,31	1,22	1,14	1,07	0,95	0,90	0,85	0,78	0,68
800	1,48	1,31	1,23	1,15	1,07	0,95	0,90	0,85	0,78	0,68
850	1,49	1,32	1,24	1,16	1,07	0,94	0,90	0,85	0,78	0,68

900	1,50	1,33	1,25	1,16	1,08	0,94	0,90	0,86	0,78	0,68
950	1,50	1,33	1,25	1,16	1,07	0,94	0,90	0,86	0,78	0,68
1000	1,51	1,34	1,30	1,16	1,08	0,94	0,90	0,86	0,78	0,68
1050	1,51	1,34	1,26	1,17	1,09	0,94	0,90	0,86	0,78	0,68
1100	1,52	1,35	1,27	1,17	1,09	0,94	0,90	0,86	0,78	0,68
Камчатская область										
250	1,33	1,13	1,08	1,05	1,02	0,98	0,94	0,85	0,70	0,47
300	1,37	1,19	1,11	1,06	1,03	0,96	0,92	0,85	0,71	0,50
350	1,41	1,24	1,14	1,08	1,04	0,96	0,91	0,85	0,72	0,54
400	1,44	1,28	1,17	1,10	1,05	0,96	0,91	0,85	0,73	0,56
450	1,46	1,30	1,18	1,11	1,05	0,95	0,90	0,84	0,73	0,58
500	1,47	1,31	1,19	1,12	1,06	0,94	0,90	0,84	0,73	0,59
550	1,48	1,32	1,20	1,12	1,07	0,94	0,89	0,84	0,74	0,60
600	1,50	1,33	1,21	1,13	1,07	0,94	0,89	0,84	0,75	0,61
650	1,50	1,34	1,21	1,13	1,07	0,94	0,89	0,84	0,75	0,62
700	1,51	1,34	1,22	1,14	1,07	0,93	0,89	0,84	0,75	0,63
750	1,42	1,26	1,15	1,07	1,00	0,87	0,82	0,78	0,70	0,59
800	1,51	1,35	1,23	1,15	1,07	0,93	0,88	0,83	0,75	0,64
850	1,51	1,35	1,23	1,14	1,07	0,93	0,88	0,83	0,75	0,65
900	1,51	1,36	1,24	1,15	1,08	0,93	0,88	0,83	0,75	0,65
950	1,51	1,36	1,24	1,15	1,07	0,93	0,87	0,82	0,75	0,65
1000	1,50	1,36	1,24	1,15	1,07	0,93	0,87	0,82	0,75	0,66
1100	1,50	1,36	1,25	1,15	1,08	0,93	0,87	0,82	0,75	0,66
1200	1,50	1,37	1,25	1,15	1,08	0,93	0,87	0,82	0,75	0,67
1300	1,50	1,37	1,25	1,16	1,08	0,93	0,87	0,82	0,75	0,67
1400	1,50	1,38	1,26	1,16	1,07	0,93	0,86	0,82	0,76	0,68
1500	1,49	1,38	1,26	1,16	1,07	0,93	0,86	0,82	0,69	0,68
1600	1,49	1,38	1,26	1,16	1,07	0,93	0,86	0,82	0,76	0,68

Продолжение табл. 1

Среднее количество осадков за год, мм	Обеспеченность, %									
	5	10	20	30	40	60	70	80	90	95
Магаданская область; Чукотский автономный округ										
150	1,55	1,36	1,22	1,13	1,07	0,93	0,86	0,72	0,54	0,38
200	1,56	1,56	1,24	1,14	1,07	0,93	0,85	0,71	0,54	0,36
250	1,58	1,37	1,25	1,15	1,08	0,93	0,84	0,71	0,53	0,34
300	1,65	1,38	1,26	1,16	1,08	0,93	0,84	0,71	0,53	0,34
350	1,59	1,38	1,26	1,16	1,08	0,93	0,84	0,71	0,53	0,33
400	1,77	1,38	1,27	1,16	1,08	0,93	0,84	0,70	0,53	0,33
450	1,58	1,38	1,26	1,16	1,08	0,93	0,84	0,70	0,53	0,33
500	1,59	1,38	1,27	1,17	1,08	0,93	0,84	0,70	0,53	0,33
550	1,59	1,38	1,27	1,17	1,08	0,93	0,84	0,70	0,53	0,32
Сахалинская область										
400	1,24	1,15	1,12	1,06	1,03	0,97	0,93	0,90	0,87	0,80
450	1,24	1,17	1,12	1,07	1,03	0,97	0,93	0,89	0,85	0,78
500	1,25	1,17	1,13	1,07	1,03	0,97	0,92	0,87	0,83	0,76
600	1,25	1,19	1,13	1,08	1,04	0,96	0,91	0,86	0,80	0,72
700	1,26	1,20	1,13	1,08	1,04	0,96	0,91	0,84	0,79	0,70
800	1,26	1,20	1,13	1,08	1,04	0,96	0,90	0,83	0,77	0,69
900	1,27	1,21	1,14	1,09	1,05	0,96	0,90	0,83	0,76	0,67
1000	1,27	1,21	1,14	1,09	1,05	0,96	0,89	0,82	0,75	0,66
1100	1,27	1,21	1,14	1,09	1,05	0,96	0,89	0,81	0,74	0,65
1200	1,28	1,22	1,15	1,09	1,05	0,96	0,90	0,82	0,75	0,66
1300	1,29	1,22	1,15	1,10	1,05	0,96	0,90	0,82	0,75	0,66
1400	1,30	1,22	1,15	1,10	1,05	0,96	0,90	0,82	0,75	0,65
1500	1,30	1,22	1,15	1,09	1,05	0,96	0,89	0,81	0,75	0,65
1600	1,29	1,22	1,15	1,09	1,04	0,96	0,89	0,81	0,84	0,75

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ГРАФИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

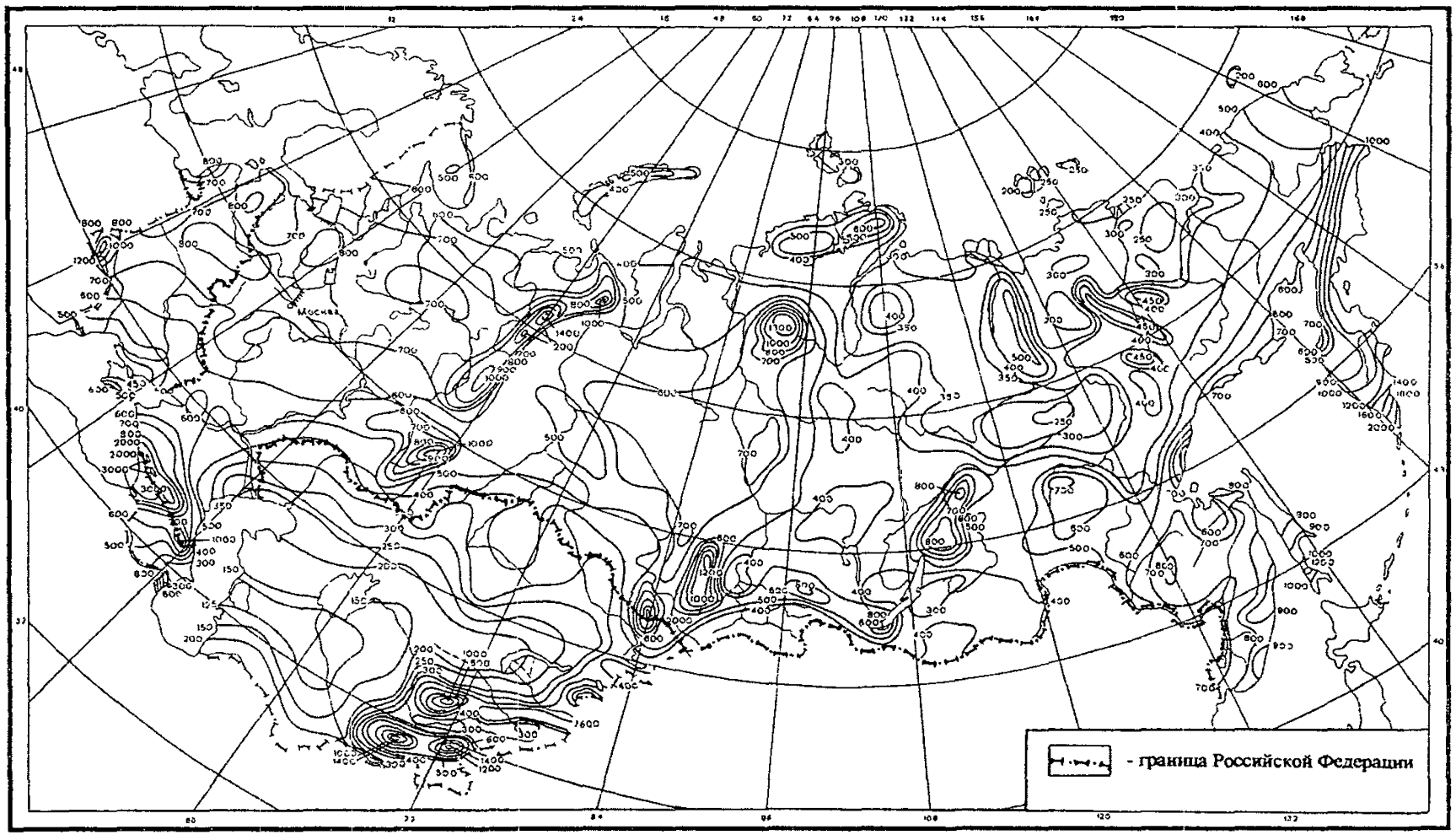


Рис. П2.1. Среднее годовое количество осадков, мм

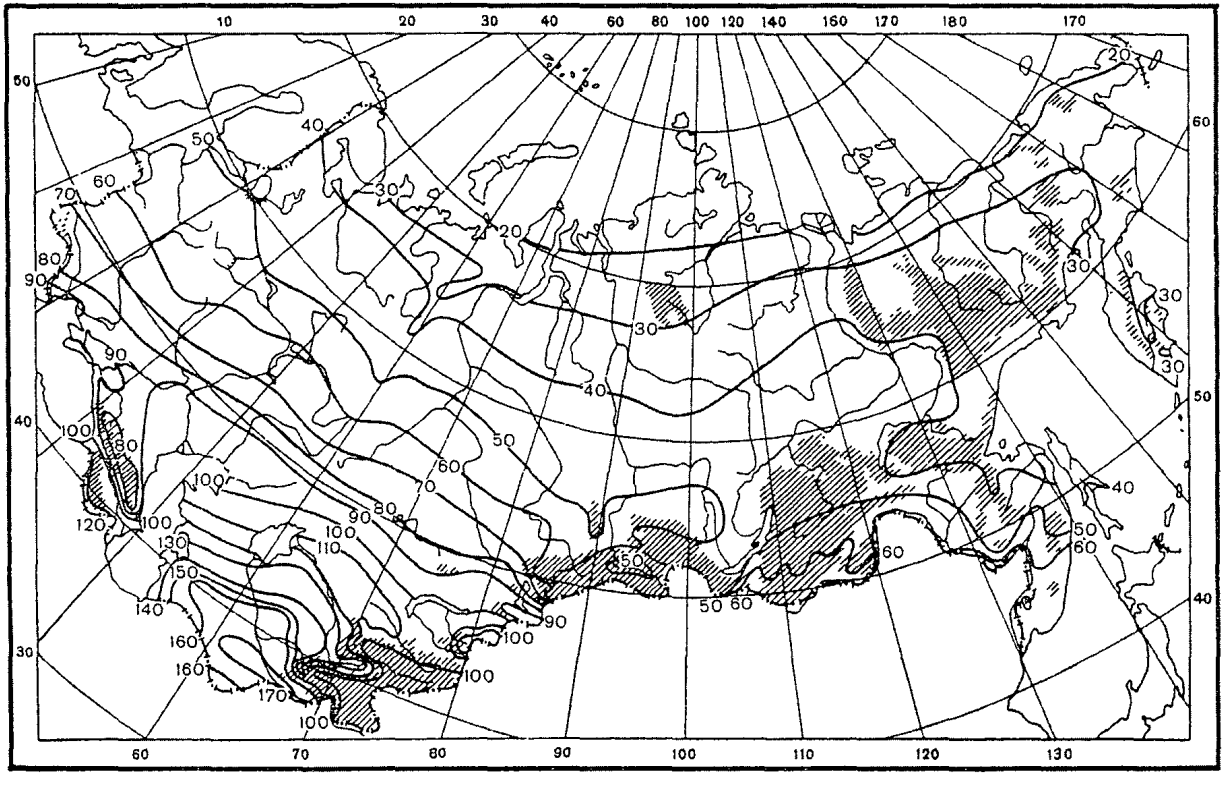


Рис. П2.2. Средняя годовая испаряемость, см

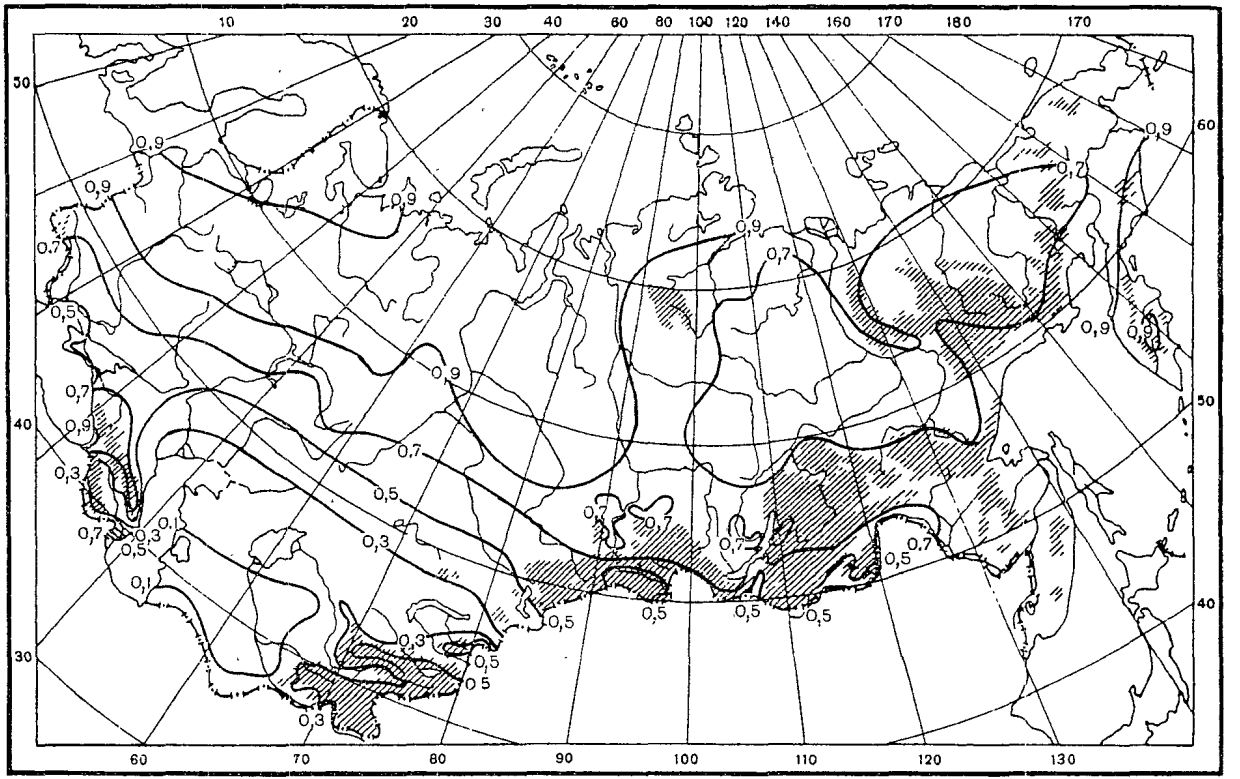


Рис. П2.3. Среднее годовое относительное испарение, E/E_0

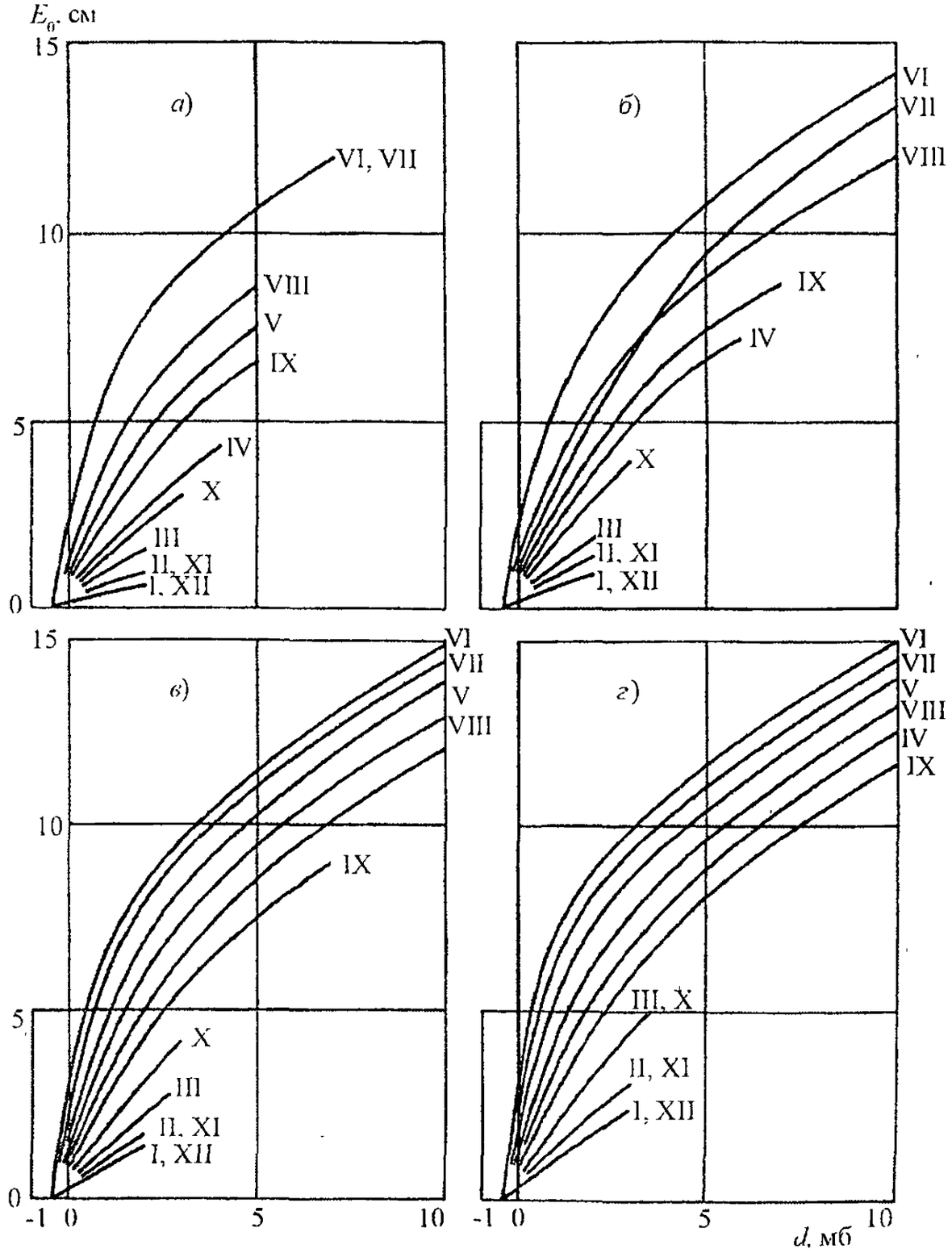


Рис. П2.4 Зависимость испаряемости E_0 от дефицита влажности воздуха d:
а – зона тундры и лесотундры, *б* – зона хвойных лесов, *в* – зона смешанных лесов, *г* – зона лиственных лесов

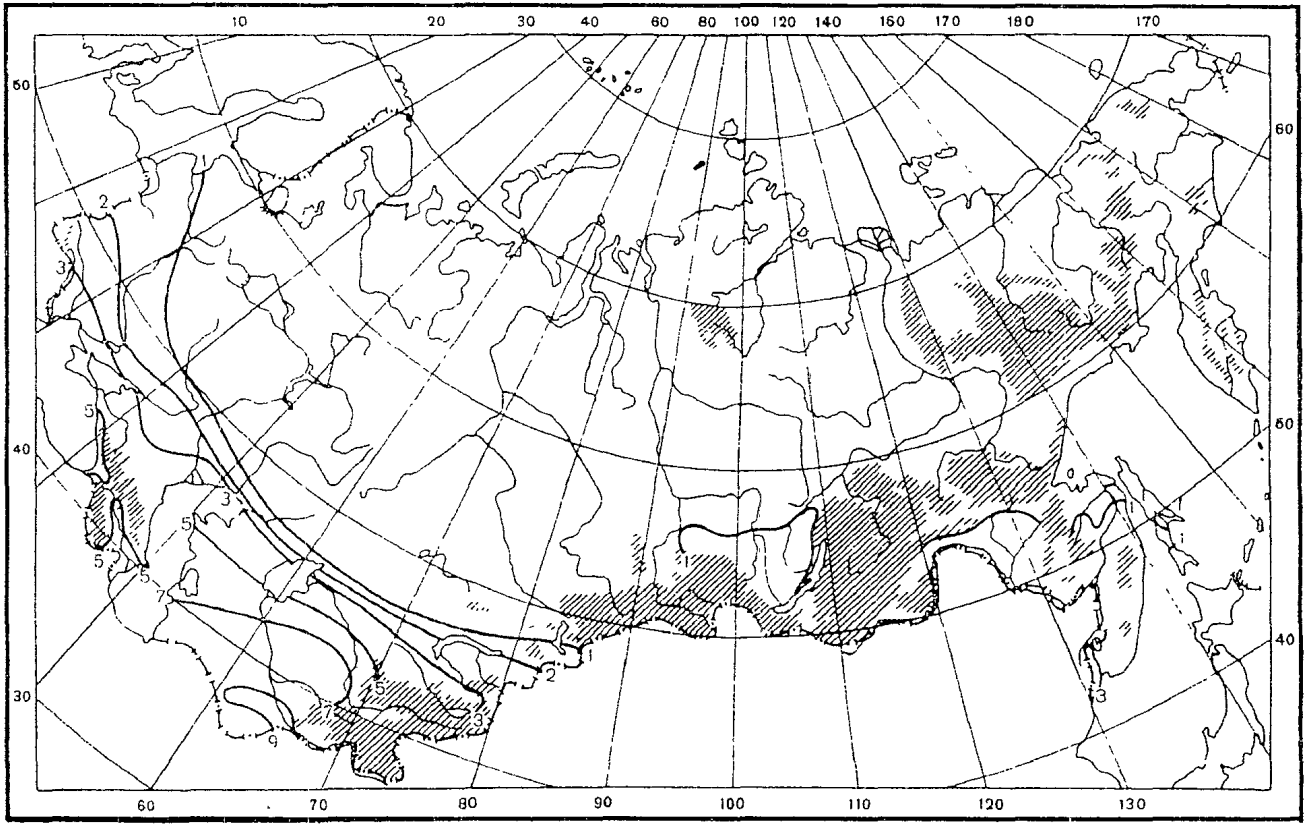


Рис П2.5 Средняя месячная испаряемость, см. Март

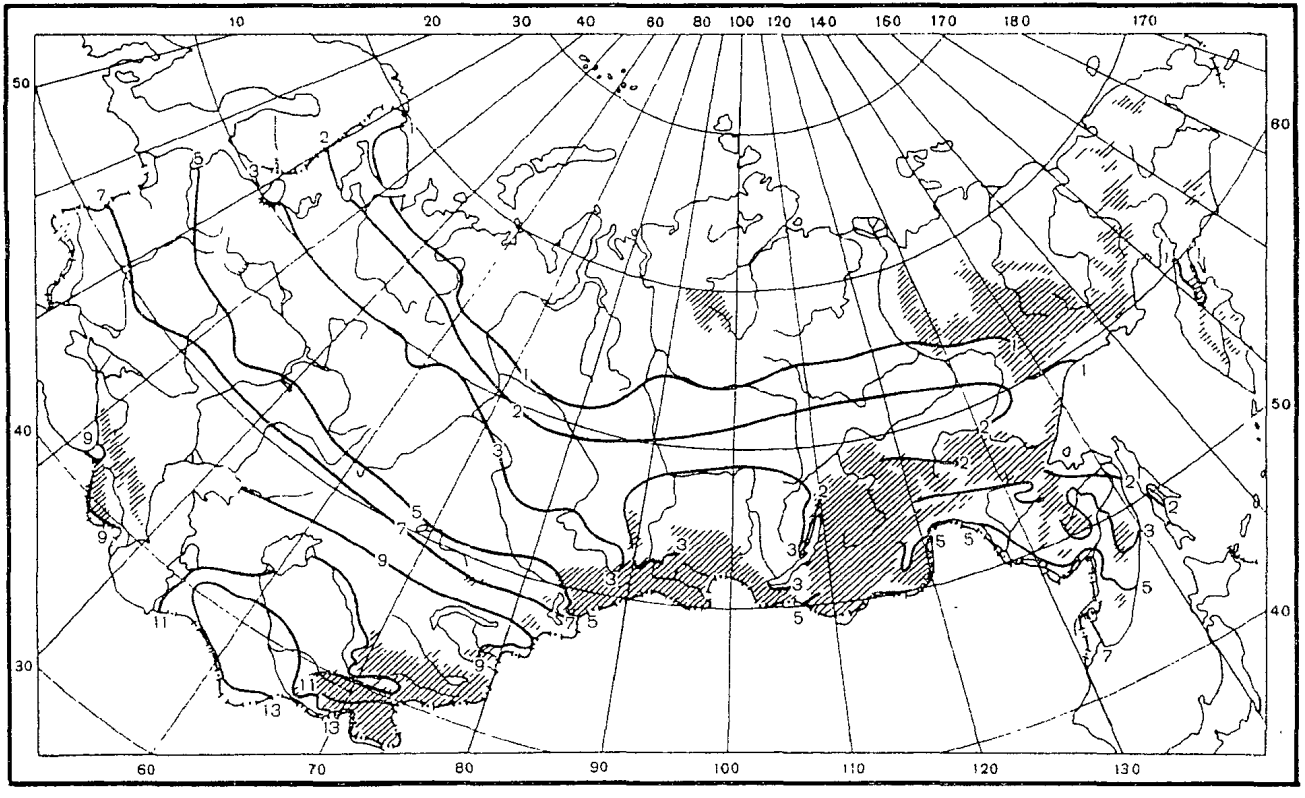


Рис. П2 6 Средняя месячная испаряемость, см. Апрель

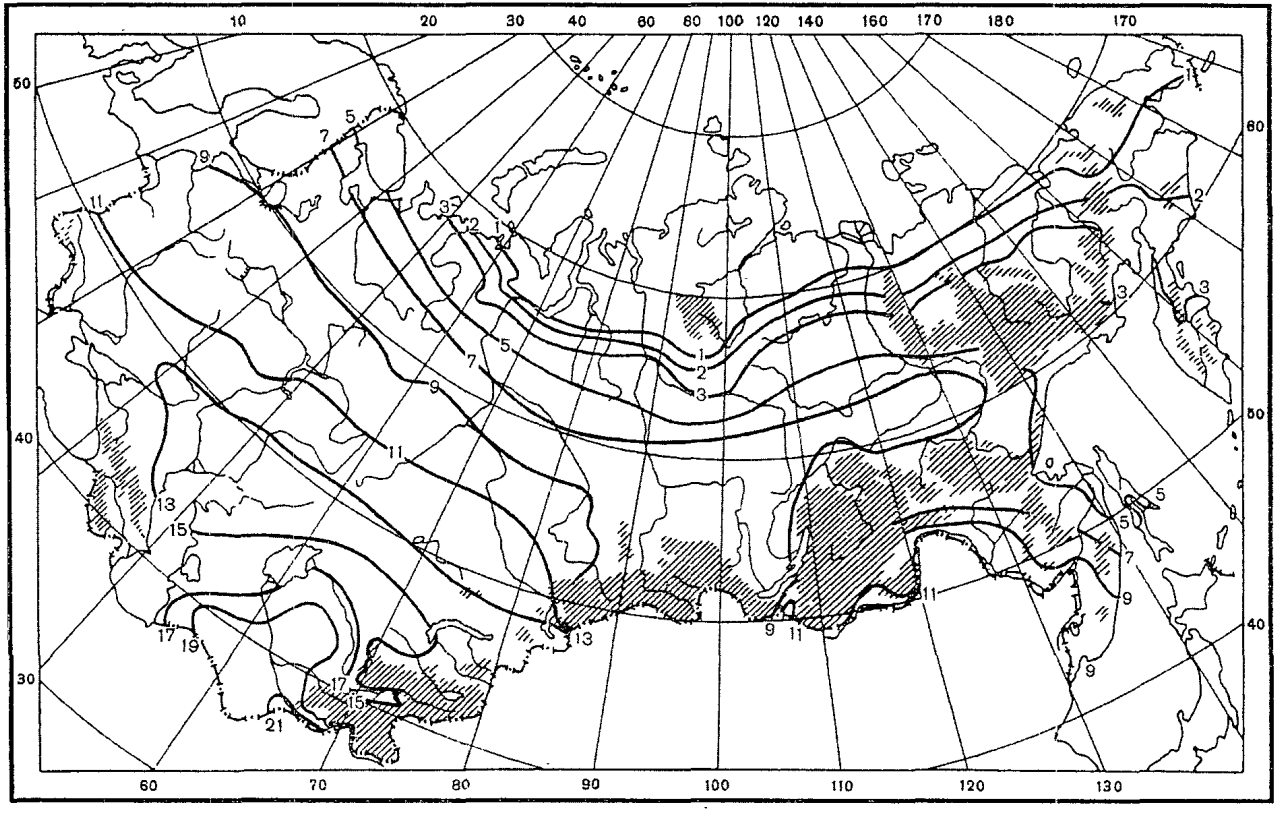


Рис. П2.7. Средняя месячная испаряемость, см. Май

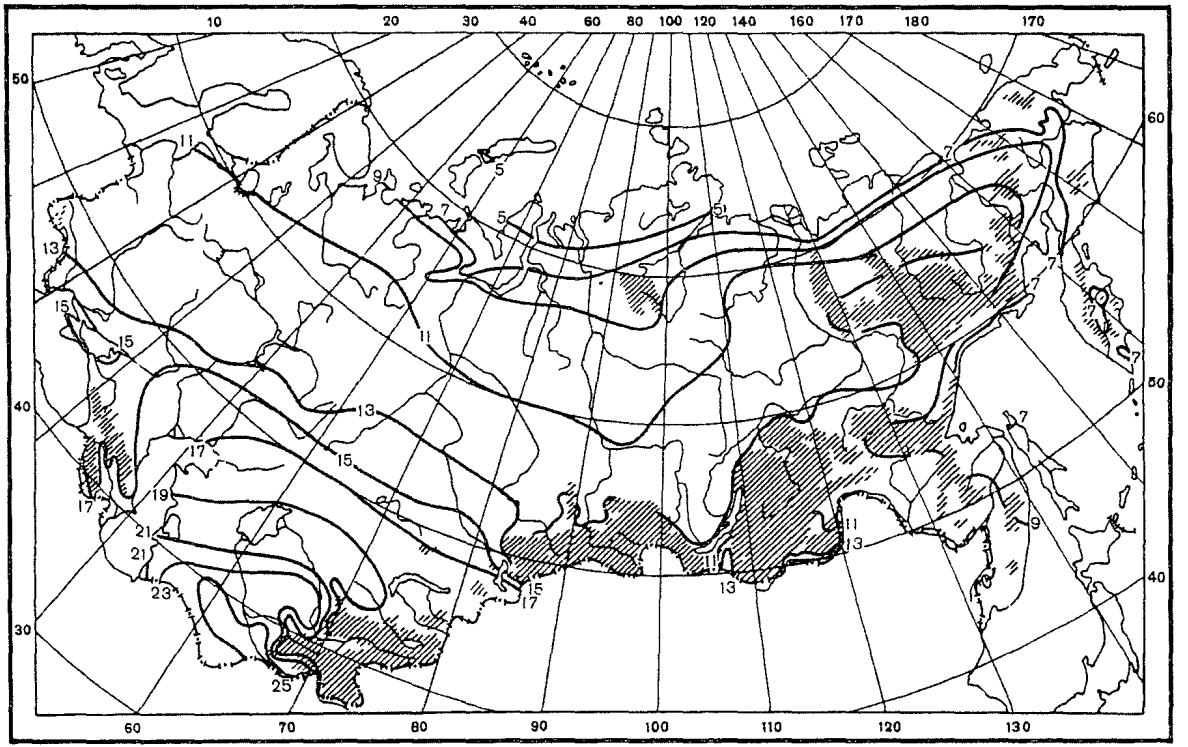


Рис. П2.8. Средняя месячная испаряемость, см. Июнь

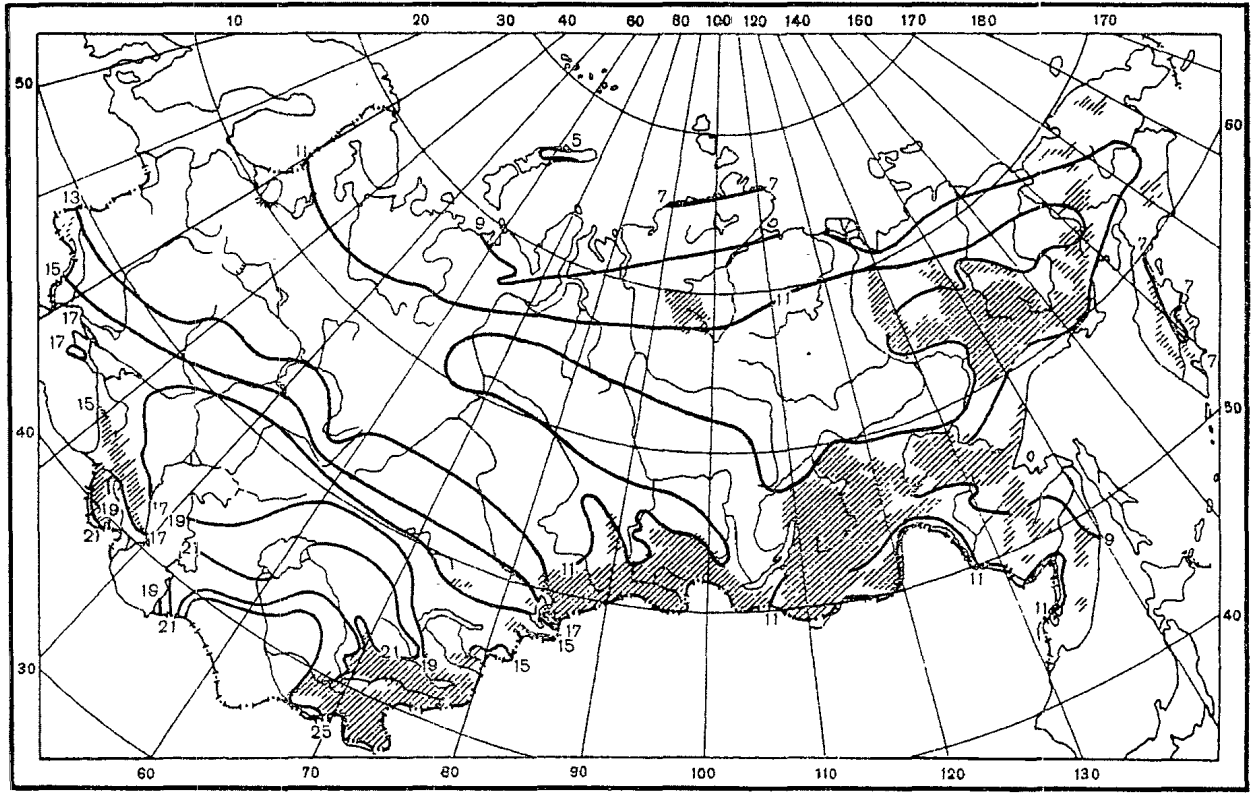


Рис. П2.9. Средняя месячная испаряемость, см. Июль

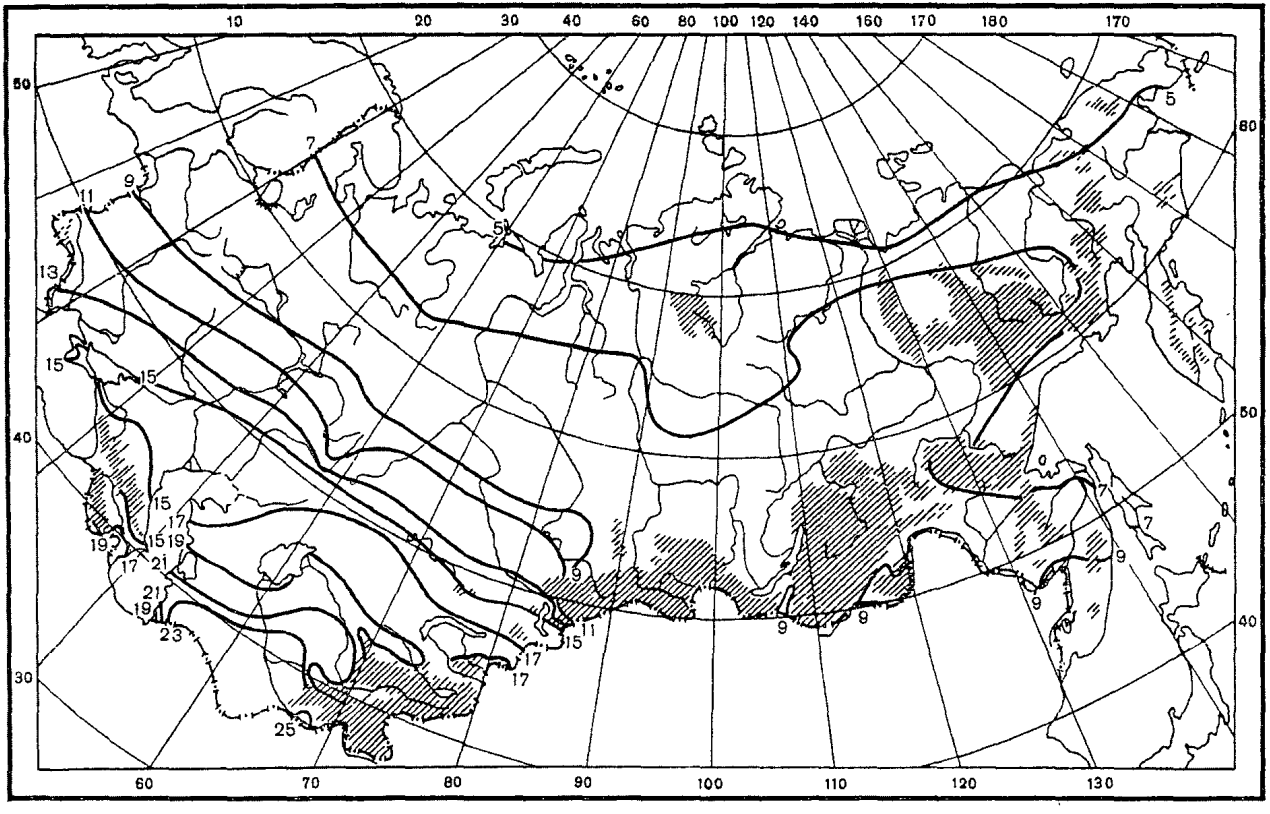


Рис. П2.10. Средняя месячная испаряемость, см. Август

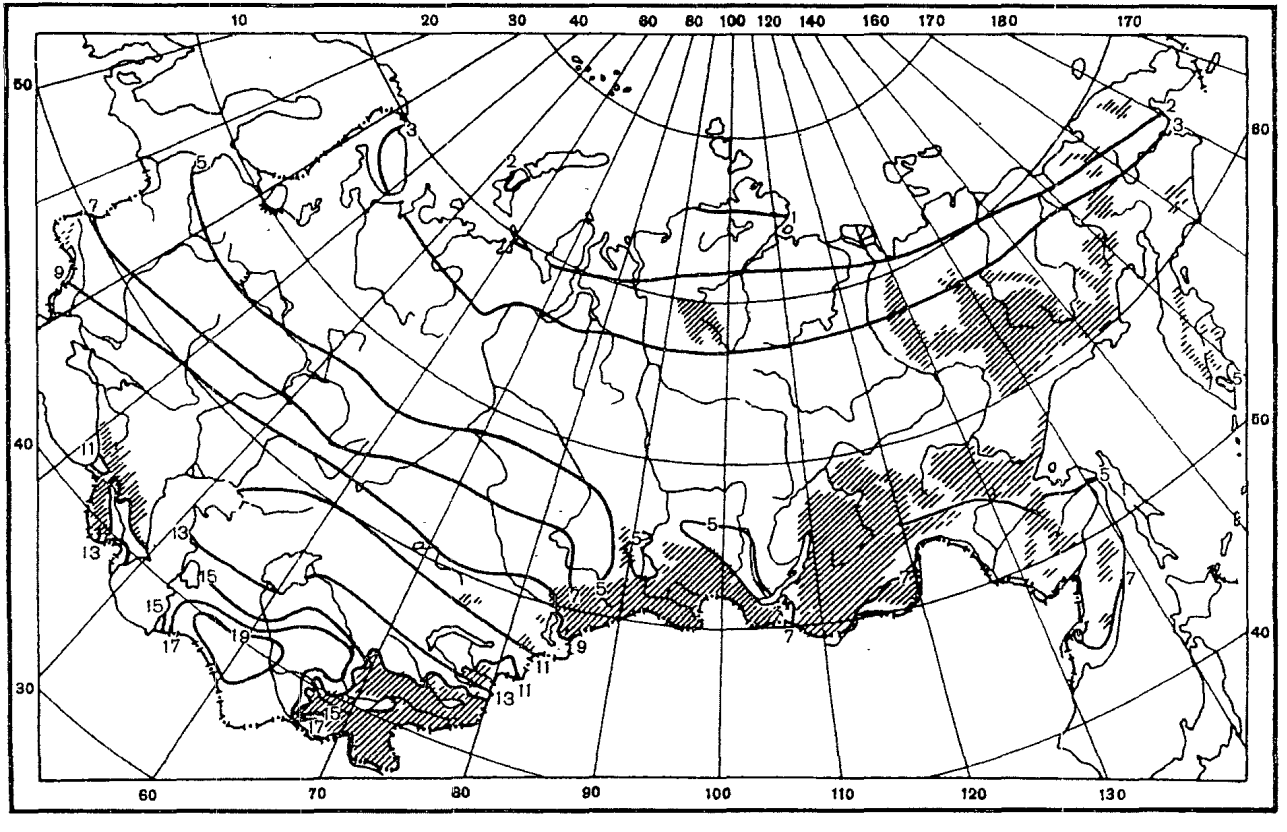


Рис. П2.11. Средняя месячная испаряемость, см. Сентябрь

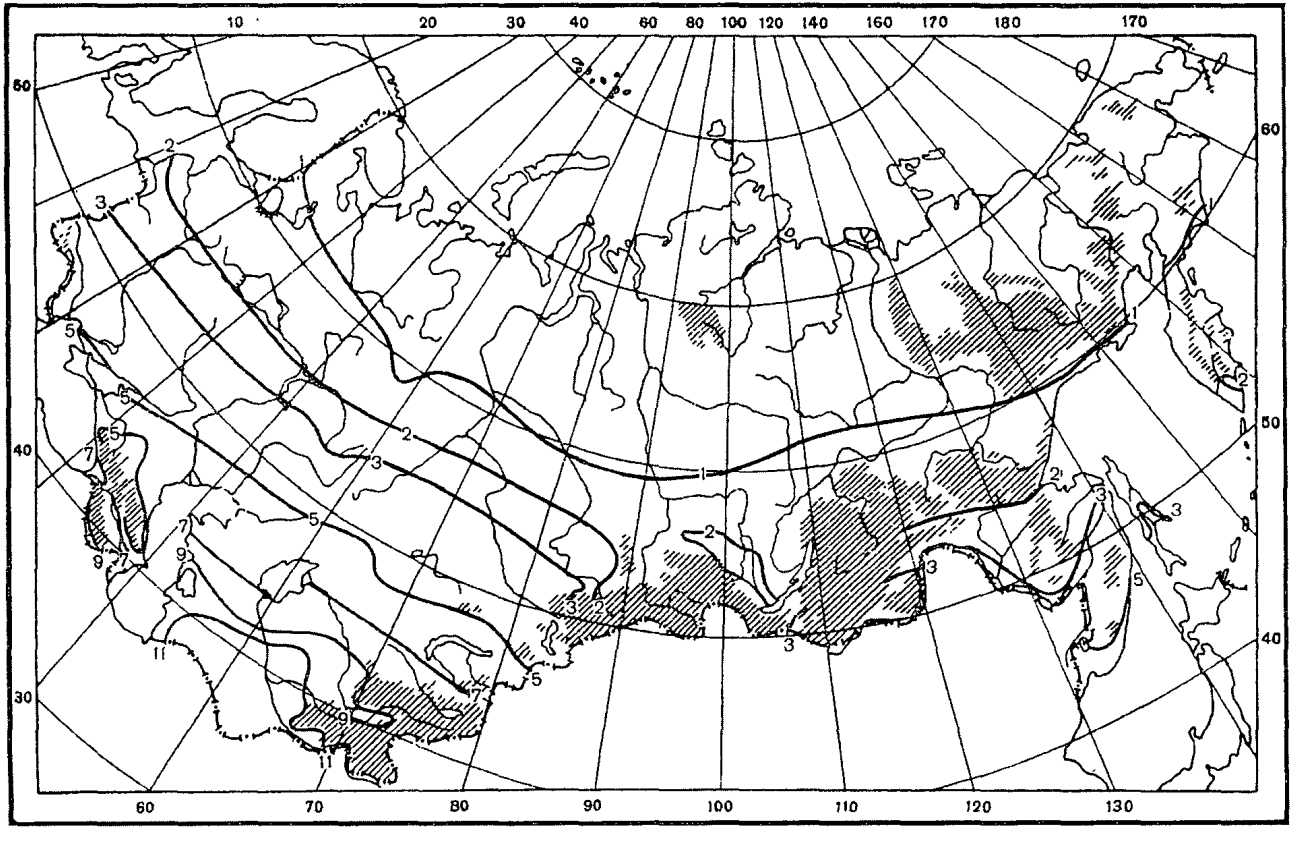


Рис. П2. 12. Средняя месячная испаряемость, см. Октябрь

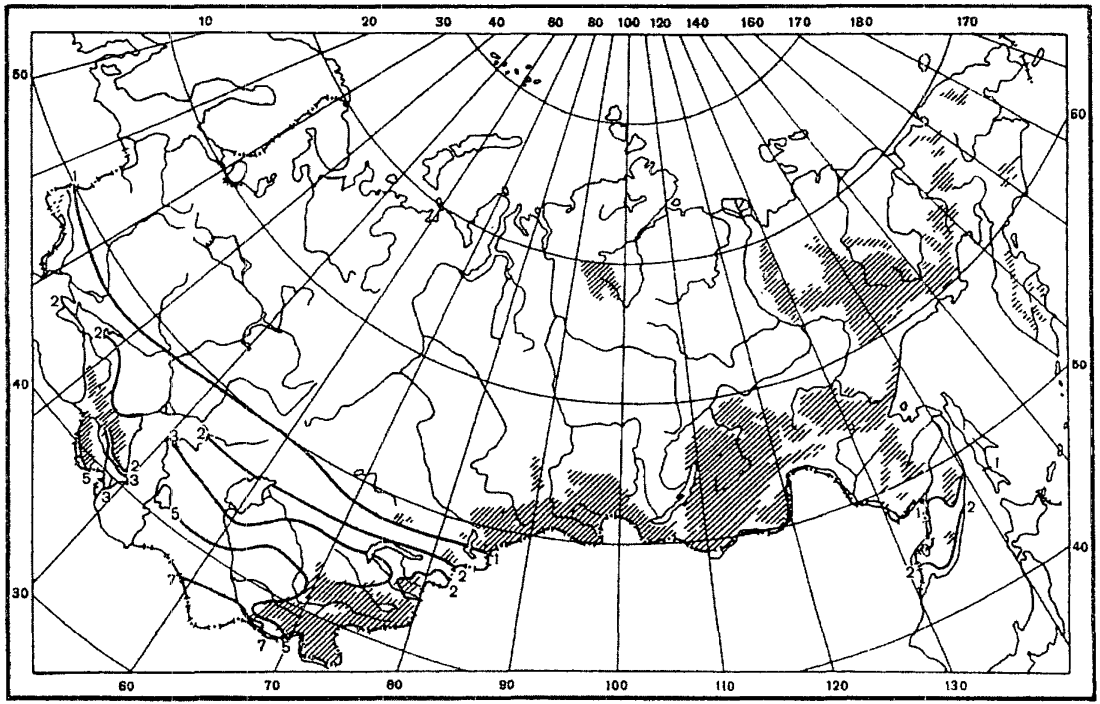


Рис. П2.13. Средняя месячная испаряемость, см. Ноябрь

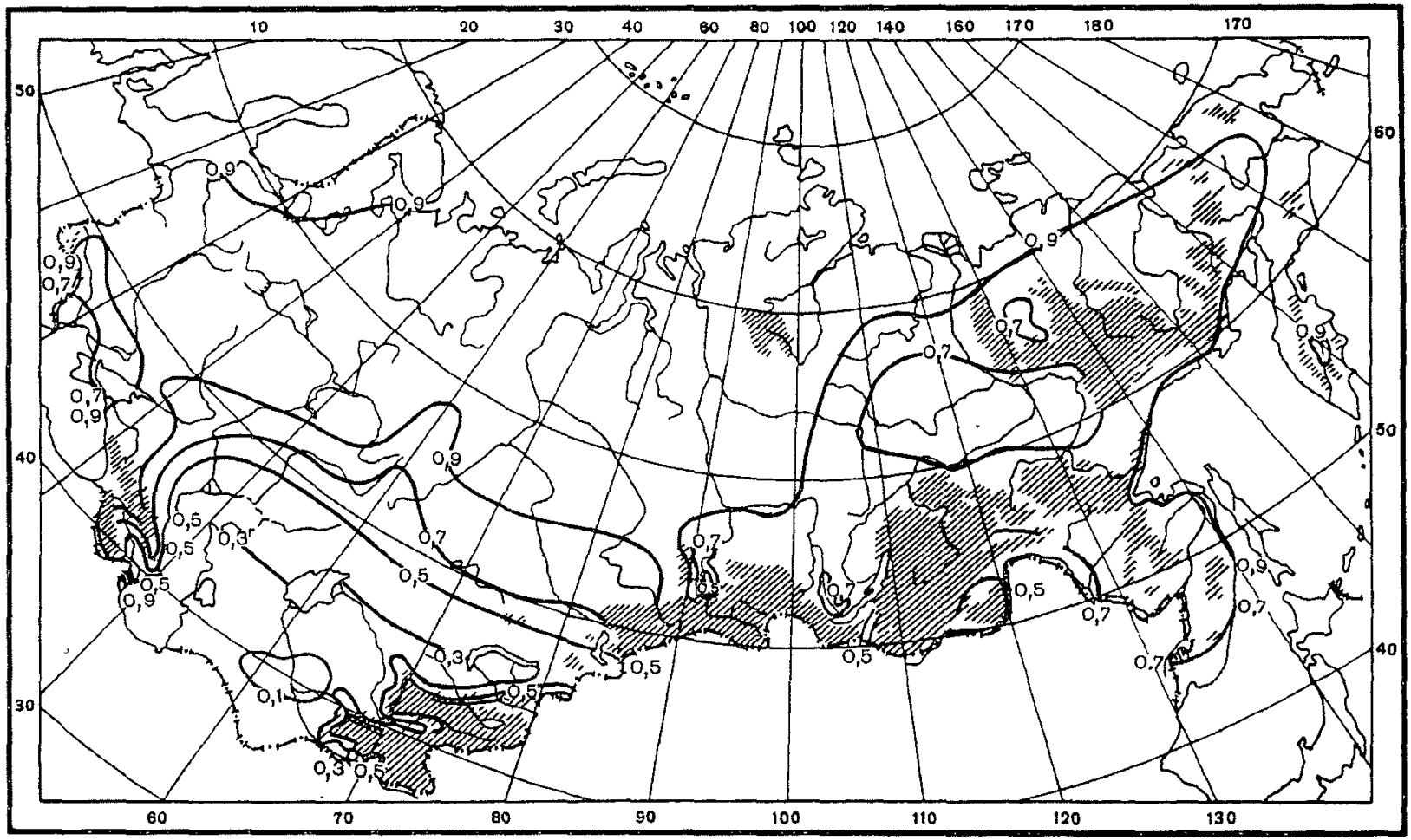


Рис. П2.14. Среднее месячное относительное испарение E/E_0. Май

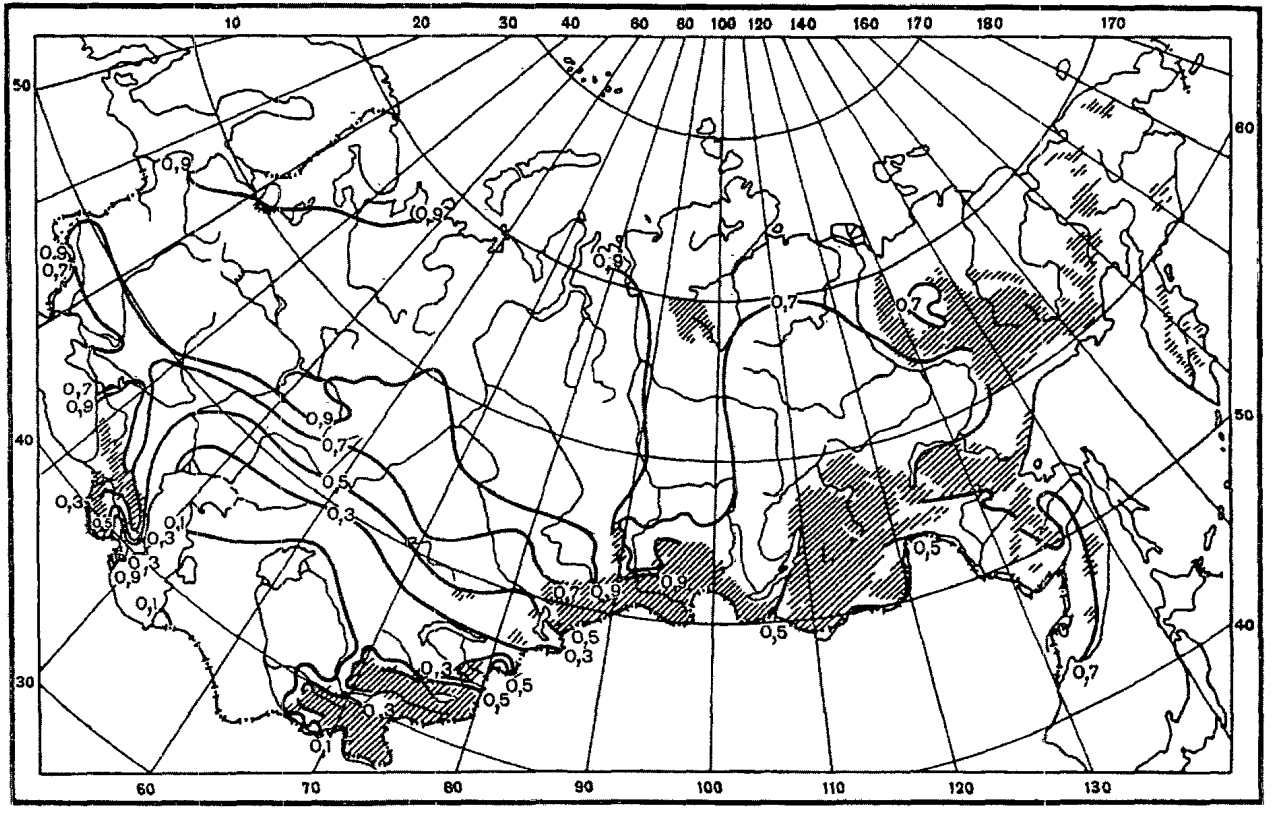


Рис. П2.15. Среднее месячное относительное испарение, E/E_0. Июнь

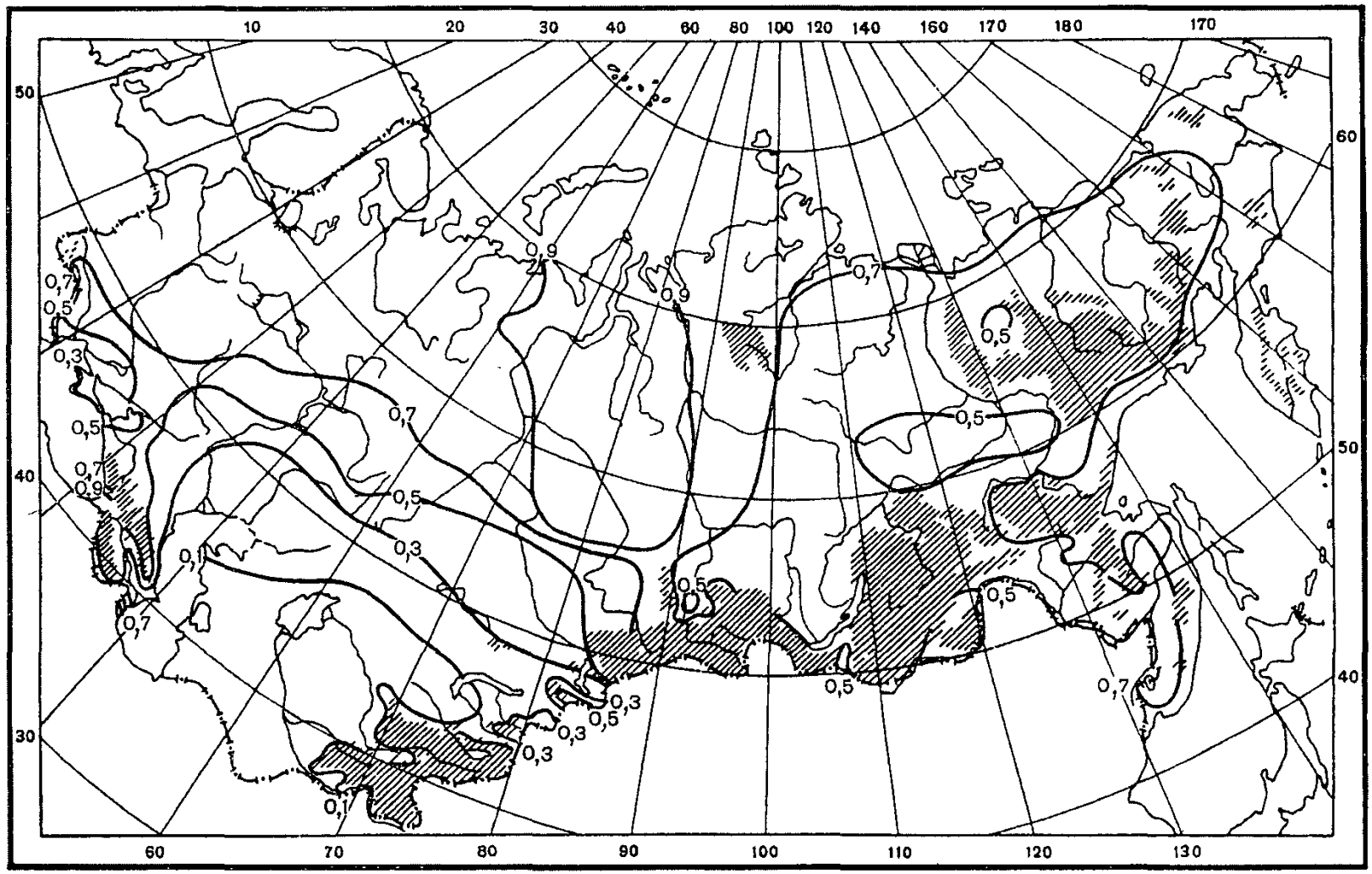


Рис. П2.16. Среднее месячное относительное испарение, E/E_0. Июль

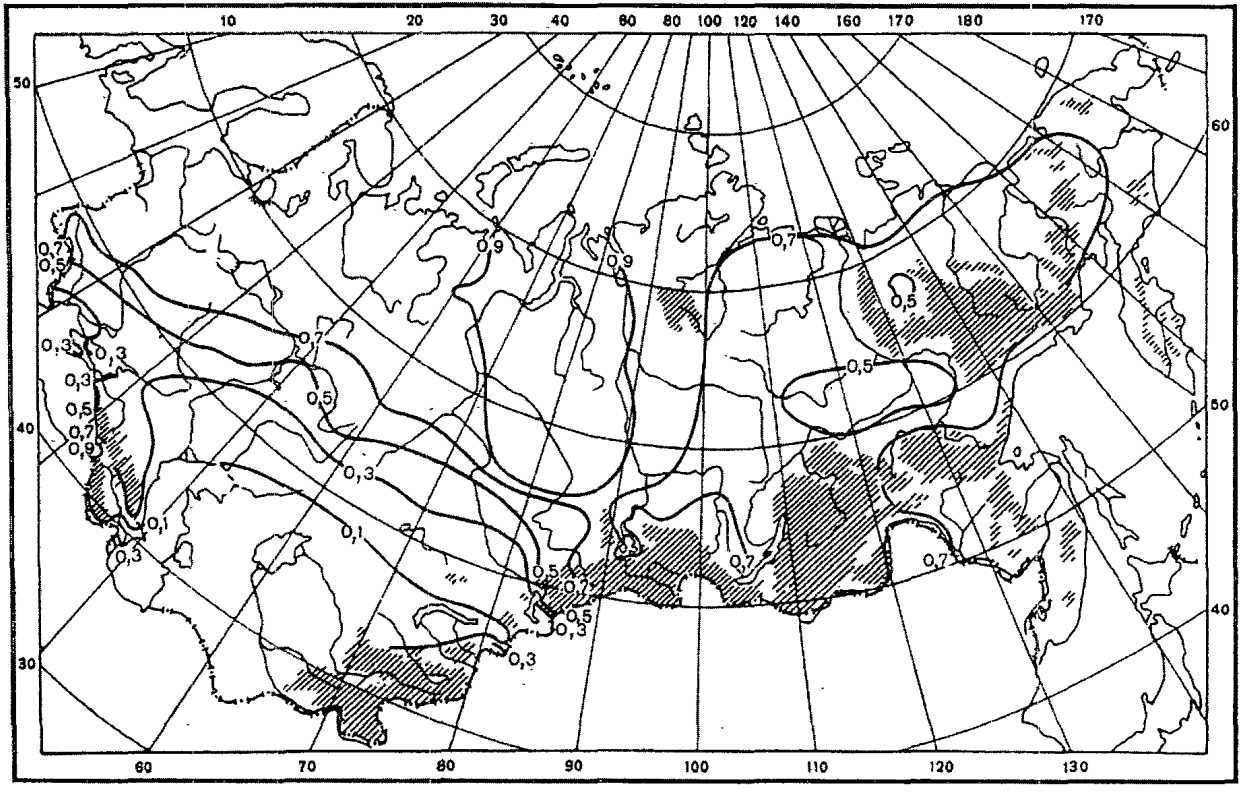


Рис. П2.17. Среднее месячное относительное испарение, E/E_0. Август

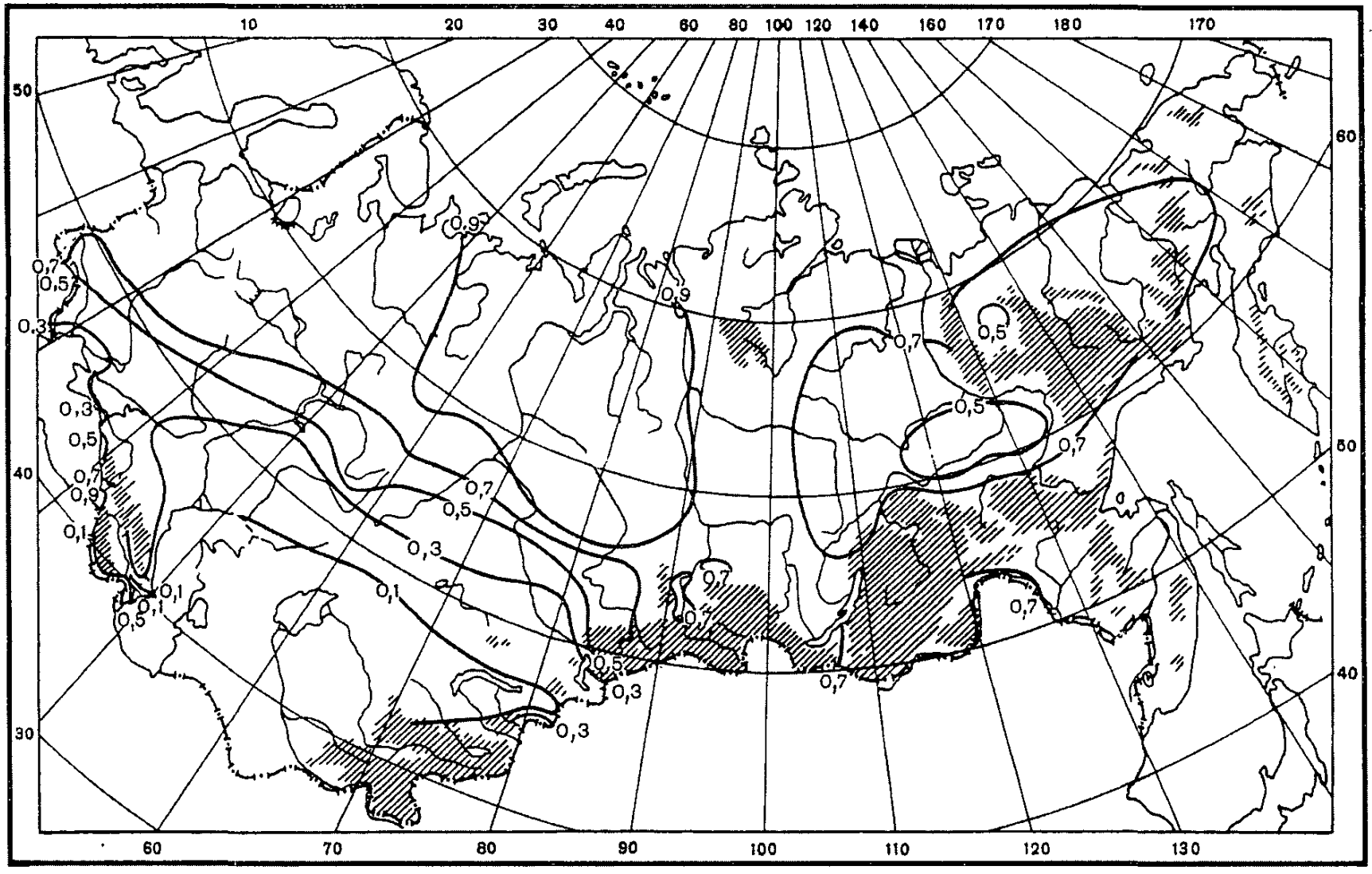


Рис. П2.18. Среднее месячное относительное испарение, E/E_0. Сентябрь

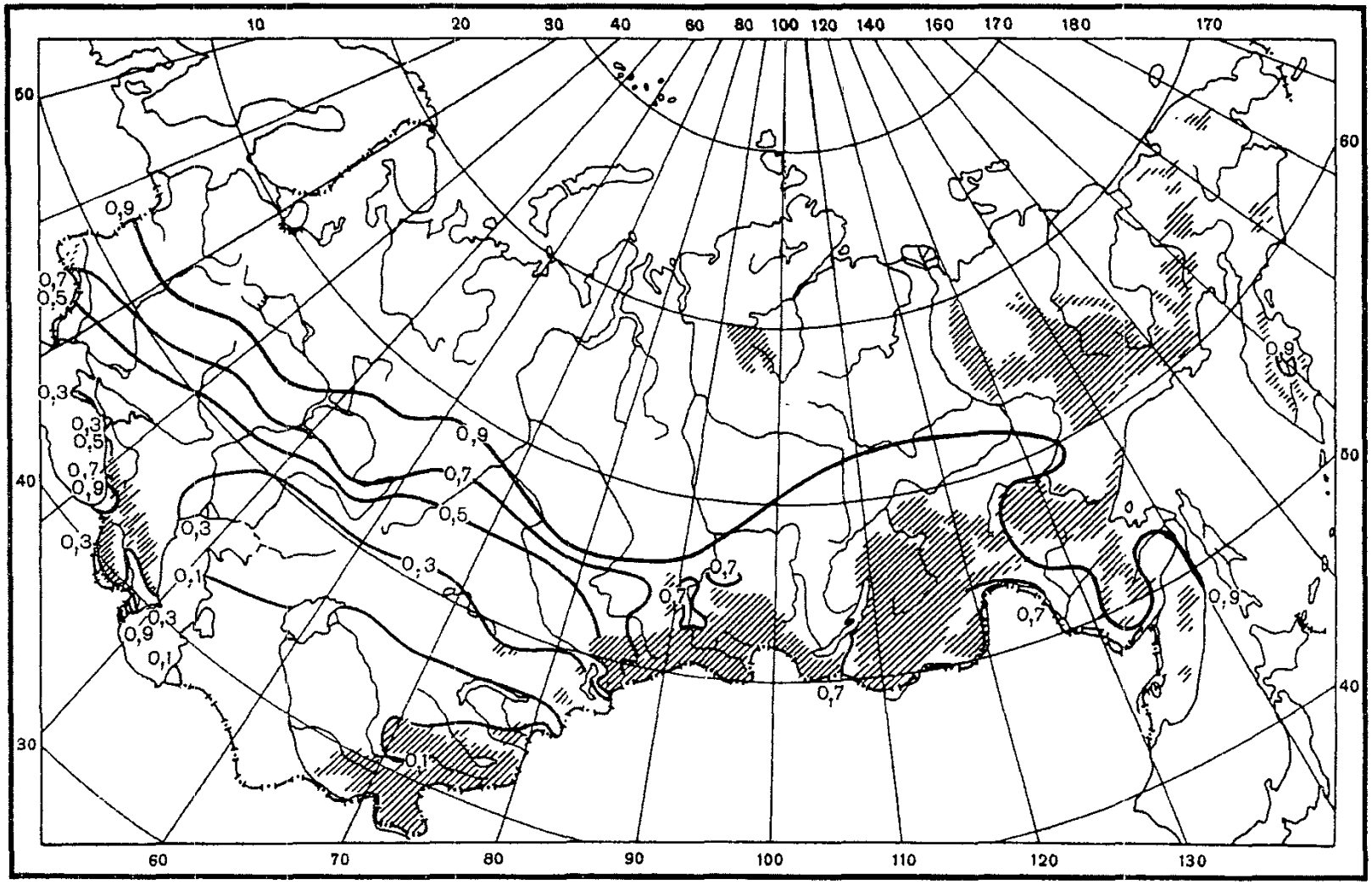


Рис. П2.19. Среднее месячное относительное испарение, E/E_0. Октябрь

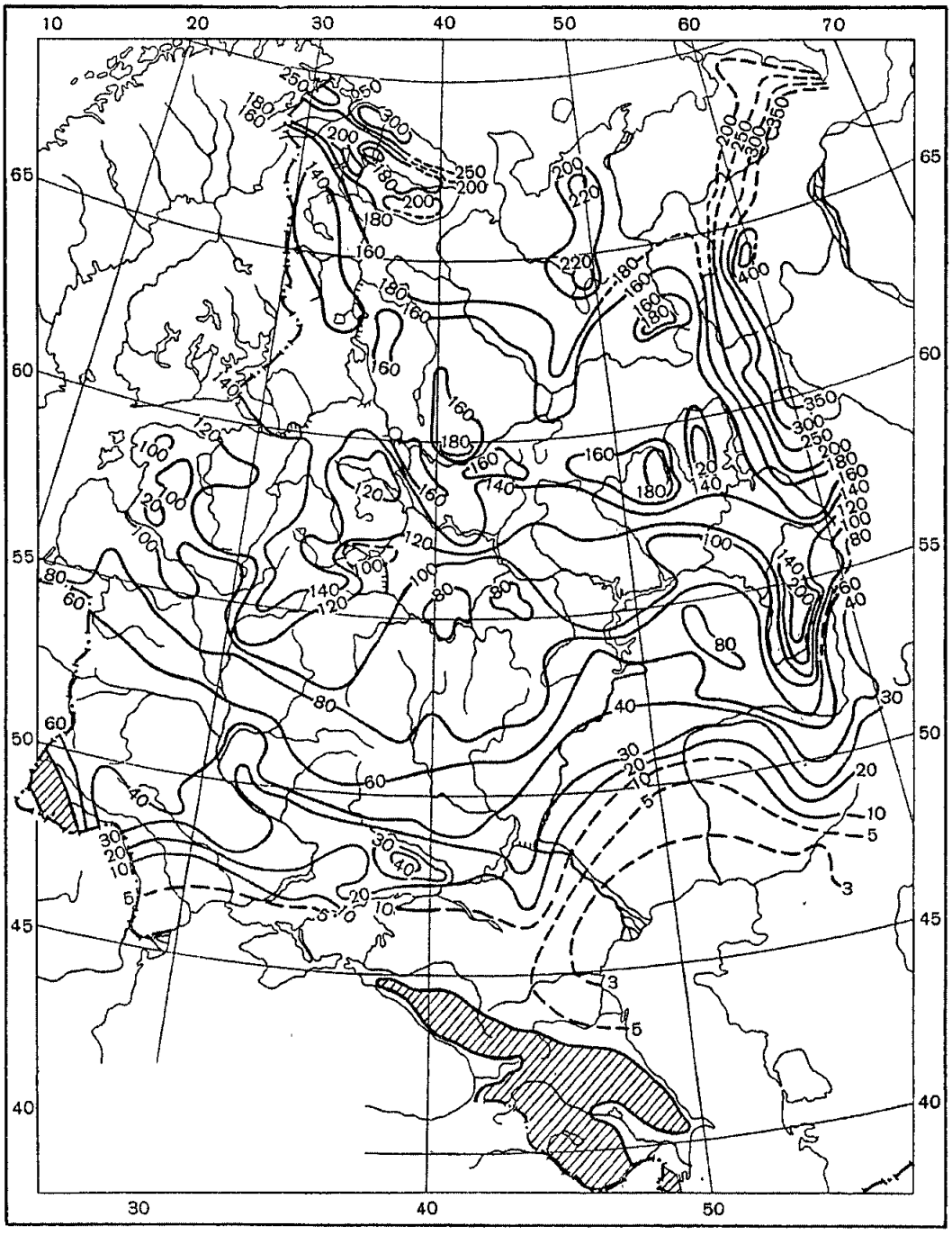


Рис. П2.20. Карта изолиний среднего слоя стока (мм) весеннего половодья (по А. А. Соколову):
▨ – горные районы

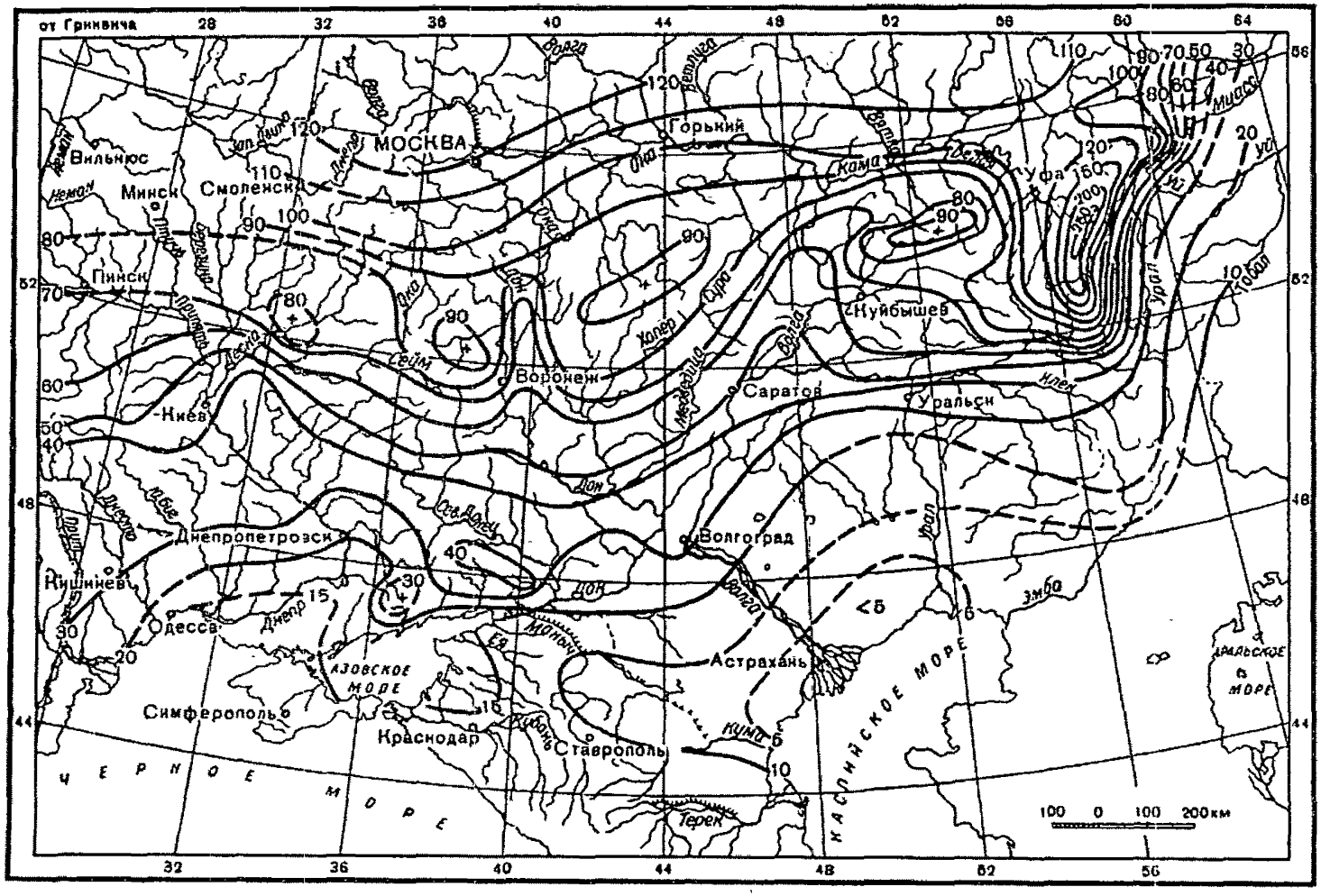


Рис. П2.21. Карта среднего слоя весеннего поверхностного стока (мм) рек лесостепной и степной зон (по К. П. Воскресенскому)

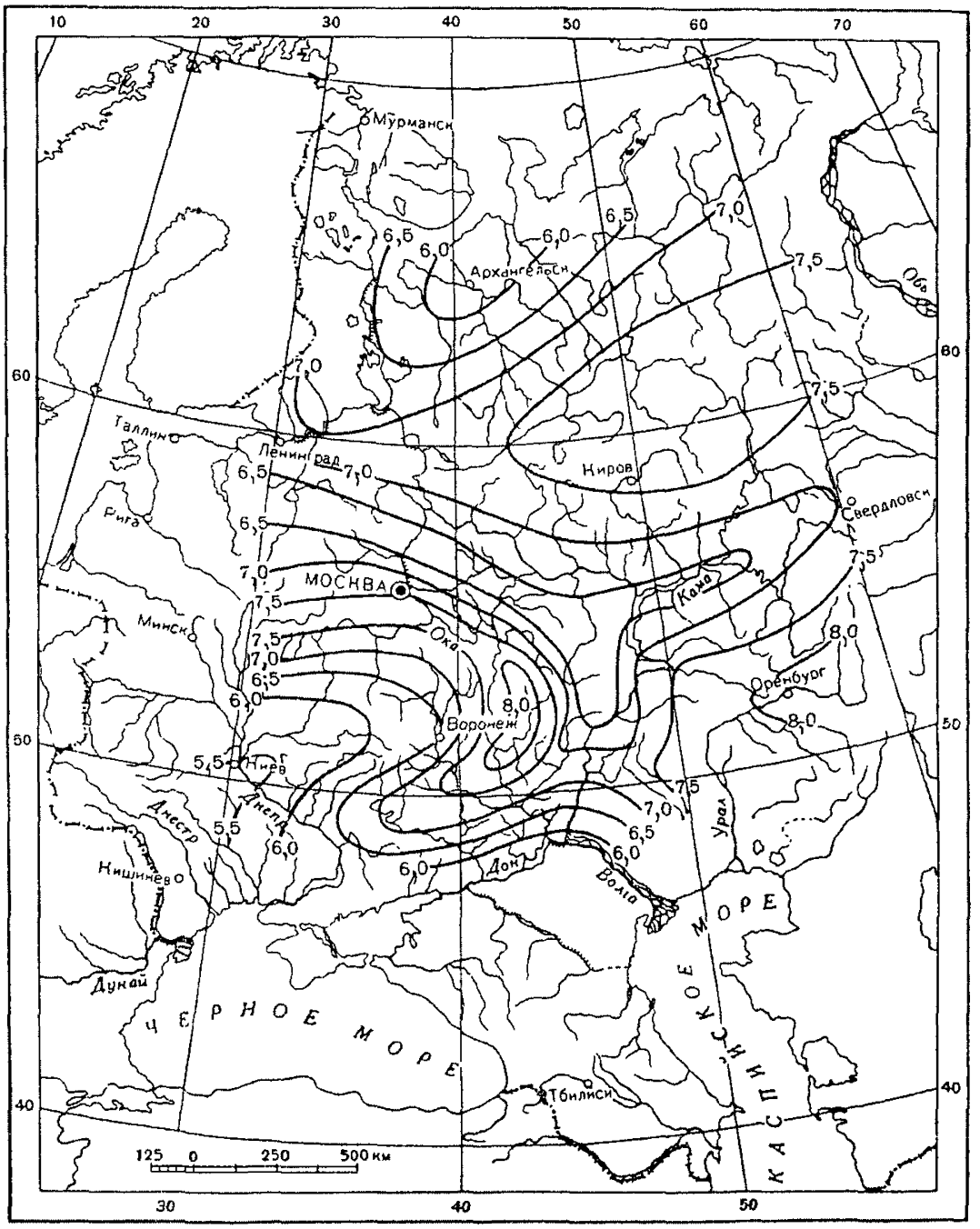


Рис. П2.22. Карта максимальной часовой интенсивности снеготаяния 1%-й обеспеченности, мм/ч, (по П. П. Кузьмину)

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕХНОГЕННО-НАГРУЖЕННОЙ ТЕРРИТОРИИ (На примере полигона промышленных токсичных отходов «Красный Бор»)

1. Краткая характеристика объекта

Специализированный полигон «Красный Бор» был организован в 1969 г. вблизи г. Колпино (Ленинградская область, Тосненский район) для опасных отходов, образующихся на предприятиях Ленинграда и Ленинградской области.

Это экспериментальное предприятие по обеззараживанию высокоопасных отходов создавалось как временное, сроком службы до 5 лет. Однако полигону «Красный Бор» не было создано какой-либо альтернативы, и он эксплуатируется до настоящего времени, т.е. более 35 лет.

Для изоляции от природной среды опасных отходов (смешанных твердых, пастообразных и жидких отходов) на полигоне предназначены котлованы-карты, отрываемые в массиве кембрийской глины, залегающей в этом районе почти от земной поверхности до глубины 80 м. Часть отходов сжигается. По мере заполнения карты перекрываются водонепроницаемым слоем глины. Смешанные отходы остаются погребенными для хранения на неопределенный срок.

Количество накопленных на полигоне «Красный Бор» токсичных отходов составляет 1,5 млн. т, при том, что более половины из них не подвергалось обезвреживанию, а остальное количество можно считать обезвреженным лишь условно.

2. Подготовка исходных данных

2.1. Природно-климатические характеристики территории

Рельеф. Полигон «Красный Бор» расположен на одной из террас в Приневском подрайоне со средними отметками 20 м над уровнем моря. Рельеф участка – низинно-равнинный со слабым поверхностным стоком. Это обстоятельство в сочетании со слабой водопроницаемостью грунтов приводит к широкому развитию процессов заболачивания.

Геологическое строение и рельеф территории определяются ее положением в полосе склона Балтийского кристаллического щита в непосредственной близости к области выхода древних палеозойских отложений (кембрийские глины) и докембрийских пород практически на дневную поверхность. Коренные породы – кембрийские отложения представлены в основном сине-зеленой глиной – отложением мелководного морского залива, на дне которого оседал вязкий ил.

Климат. Приневская низменность, на южной границе которой расположен полигон «Красный Бор», является своеобразным природным и почвенно-геоморфологическим районом Ленинградской области. Район, благодаря влиянию Финского залива, характеризуется прохладным летом, мягкой, с оттепелями, зимой, затяжными весной и осенью, значительной облачностью и высокой влажностью с безморозным периодом 130 – 140 дней.

Почвообразующие породы. Наиболее распространенными поверхностными наносами являются валунные суглинки, супеси и пески ледникового и водно-ледникового происхождения. Из послеледниковых образований распространены залежи торфа. Почвы, развитые на слабопроницаемых породах и равнинных территориях в условиях избытка атмосферных осадков (как правило, переувлажнены) подзолистого и подзолисто-болотного типа, бессточные впадины заняты болотами. Свойства сельскохозяйственных (в прошлом лесных) почв отражают первоначальный почвообразовательный процесс.

Растительность. Территория Приневской низменности расположена в области хвойных лесов южно-таежной подзоны на границе со средней тайгой. Коренными являются сосновые и еловые леса. Коренной растительный покров сильно изменен в результате деятельности человека. На месте ельников появились производные – осиновые и березовые леса, сероольховые заросли. Весьма характерны для района смешанные березово-елово-сосновые леса. Луга имеют меньшее распространение и представлены главным образом луговым разнотравьем. Большая часть лугов закустарена и заболочена.

Поверхностные воды. Полигон «Красный Бор» занимает участок, расположенный в зоне избыточного увлажнения (где слой осадков всегда превышает испарение) на водоразделе между водосбором р.Большая Ижорка, которая впадает в р. Ижора, и ручья Безымянного, впадающего в р. Тосна. Кроме того, полигон находится на стыке трех геоморфологических зон: с юга располагается моренная равнина с мощным покровом четвертичных отложений ледникового периода, на востоке и западе – озерно-ледниковая песчаная равнина, в северной части – болотистая низменность. Водораздел между бассейнами рек Ижора и Тосна, проходящий через полигон, четко не фиксируется. При строительстве полигона были переработаны естественные

тальвеги, устроена сеть отводных каналов, что привело к увеличению площади водосбора р. Большая Ижорка за счет водосбора ручья Безымянный примерно на 0,5км^2.

2.2. Характеристика техногенно-нагруженой территории

По данному объекту имелся достаточно полный набор фондовой и исполнительной документации, в том числе материалы различных исследований по оценке воздействия действующего полигона на окружающую природную среду. Территория самого полигона имеет прямоугольную форму с размерами ~ 500 х 1000 м, площадью 75 га и ограничена кольцевым каналом глубиной до 4 – 5 м.

Вся территория полигона представляет собой нарушенный ландшафт со значительной долей урбанизированных территорий. В период строительства на всей территории полигона выполнена лесосводка и масштабные планировочные работы. Вдоль северной границы полигона узкой полосой расположены административное и производственные здания и сооружения, действующие печи по сжиганию отходов и в настоящее время – строящийся завод по переработке промышленных токсичных отходов. Остальная территория полигона была предназначена для устройства карт-котлованов, значительная часть которых заполнена отходами и закрыта. В настоящее время открытыми остаются 6 карт, общей площадью около 8 га, заполненные жидкими отходами. По территории полигона устроена внутренняя кольцевая дорога, обеспечивающая подъезд ко всем картам, а также внутренний кольцевой канал для сбора поверхностного стока.

Площади урбанизированных поверхностей на территории полигона со времени ввода его в эксплуатацию увеличились примерно на 30% и занимают в настоящее время около 35% от общей площади.

2.3. Расчет основных гидрологических характеристик

Целью расчета основных гидрологических характеристик территории полигона является определение количественных значений обеспеченных гидрологических характеристик и оценка изменений гидрологического режима, возникших вследствие новых условий формирования поверхностного стока на территории полигона в последние годы, вследствие увеличения техногенной нагрузки на объект (производство работ по рекультивации, строительство новых карт и производственных объектов, проведение работ по водообустройству территории и др.).

По результатам уточнений основных гидрологических характеристик должны быть разработаны рекомендации по корректировке дальнейших мероприятий по комплексному водообустройству территории полигона и управлению качеством поверхностного стока.

2.3.1. Установление границ ТНТ

Граница землеотвода полигона проходит за наружным откосом кольцевого канала, перед внутренним откосом кольцевого канала устроено ограждение территории полигона. Установленная санитарно-защитная зона полигона – 1 км.

Водосборная площадь кольцевого канала – сложная, во-первых, это потенциально вся площадь территории полигона, ограниченная кольцевым каналом, во-вторых, это площадь откосов канала и нескольких небольших (в пределах 1 – 2 га) внешних водосборов, находящихся за пределами территории полигона, раскрытых к наружным откосам кольцевого канала и, в-третьих, это искусственное присоединение весьма значительной водосборной площади ручья *1* (порядка 2,5 км^2), сток с которой поступает в кольцевой канал в 100 метрах от точки подключения кольцевого канала к магистральному каналу.

Ореол распространения загрязнения поверхностных вод – магистральный канал по всей длине от кольцевого канала до впадения в основное русло р. Большая Ижорка и далее по р. Большая Ижорка до впадения ее в р. Ижора (общая длина – около 13 км). Ореол распространения загрязнения подземных вод приурочен к песчаным прослоям четвертичных отложений и имеет форму языка шириной до 500 м у северной границы полигона длиной до 1 км , тяготеющего к долине ручья *1*.

Для дальнейших расчетов в качестве границы ТНТ принимается граница, сформированная при строительстве полигона и реконструкции кольцевого канала, а именно – кромка наружного откоса кольцевого канала и контуры наружных водосборов, раскрывающихся в кольцевой канал. В пределах обозначенных границ тем или иным образом формируются количественные и качественные характеристики поверхностного стока, отождествляемые с полигоном. Площадь части водосбора ручья *1*, приезанной к водосборной площади кольцевого канала и служащей мощным источником разбавления стока кольцевого канала в точке сброса, должна быть также учтена при назначении расчетных створов.

2.3.2. Анализ условий формирования и трансформации стока

По периметру полигона устроен кольцевой канал. Сток из канала поступает в магистральный канал, который в свою очередь впадает в р. Большая Ижорка, а из нее – в р. Ижора в устьевой ее части, недалеко от впадения в р. Нева. Таким образом, сток из кольцевого канала полигона Красный Бор смешивается со стоком р. Большая Ижорка и р.Ижора и поступает в р. Нева.

Проведенные гидрологические наблюдения и расчеты свидетельствуют о том, что с территории полигона в год стекает в среднем около 350 тыс. м^3 воды, образующейся за счет выпавших осадков и талых вод, смешиваемых в сети придорожных кюветов с фильтратом из карт с жидкими отходами.

Строительство завода по переработке промышленных токсичных отходов, благоустройство территории полигона, закрытие отработанных карт, работы по комплексному водообустройству, проводимые в последние годы на территории полигона промышленных токсичных отходов «Красный Бор», повлекли за собой изменения ее гидрологического режима.

2.3.4. Декомпозиция техногенно-нагруженной территории на стокоформирующие комплексы

На территории полигона «Красный Бор» выделено восемь комплексов с однотипными условиями формирования поверхностного и подземного стоков (стокоформирующие комплексы), определены их изменившиеся площади.

Основные гидрологические характеристики рассчитывались для стокоформирующих комплексов всего полигона и для замыкающих створов водосборов: транспортирующего канала внутренней части, впадающего в пруд-накопитель в северной части полигона; внешнего кольцевого канала.

Структура бассейна кольцевого канала может быть представлена в виде восьми стокоформирующих комплексов.

1. Площадь дна и бортов канала около 3,5 га.

2. Площадь, примыкающая к каналу, впадающему в кольцевой в северо-восточной части у печей, – около 7,0 га (заболоченный лес с копанью; условия формирования поверхностного стока с этой территории идентичны условиям, присущим верховым заросшим лесом болотам Северо-Западной зоны).

3. Площадь части бассейна кольцевого канала, на которой формируется прирусловой склоновый сток, – 9 га:

1) крутые склоны приканальной полосы, образованные грунтом кавальеров при производстве земляных работ по устройству канала и раскрытые в сторону канала понижения на территории полигона, заросшие травянистой растительностью, непосредственно примыкающие к каналу; условия формирования стока на этих элементах рельефа можно считать соответствующими прирусловым склонам полевых водосборов рассматриваемой зоны;

2) раскрытое на территории полигона в сторону кольцевого канала небольшое число микропонижений, склоны насыпей рекультивированных карт и небольшой участок территории в западной части полигона – в совокупности 6 га;

3) неширокая приканальная полоса за территорией полигона и раскрытое в кольцевой канал макропонижение в северо-восточном углу полигона – 2 га;

4) площадь небольшого, менее 1 га, макропонижения на юге полигона;

5) площадь южных склонов отвалов четвертичных отложений и глин, расположенных примерно в средней части за северной границей полигона, не более 0,5 га.

4. Территория, занятая зданиями и покрытая бетоном или асфальтом – 24,4 га:

1) в северо-западной части этой территории сосредоточены основные административно-производственные здания и сооружения (административный корпус, лаборатория, гаражи, котельная и пр.), между сооружениями территория покрыта асфальтом или бетоном. Площадь этого комплекса составляет около 7,5 га;

2) в северной части территории полигона – это площади, занятые зданиями и сооружениями завода по переработке токсичных отходов, а также асфальтовое или бетонное покрытие между ними – примерно 10 га;

3) в северо-восточной части расположены печи для сжигания отходов – территория со слабопроницаемой искусственной поверхностью, около 3,5 га;

4) площадь, занятая двумя закольцованными дорогами с твердым покрытием – около 2,5 га;

5) в юго-восточной части полигона – это площадь резервуара-накопителя с непроницаемым покрытием 0,9 га. Условия формирования стока на этом комплексе могут быть приняты аналогично условиям формирования стока на территории крупных городов.

5. Рекультивируемая часть полигона – 19 га:

1) территория опытного участка рекультивации полигона (бывшая карта № 39);

2) небольшие участки между картами, представляющие плохо спланированную, слабоуклонную, с множеством замкнутых понижений глинистую поверхность, покрытую местами редкой травянистой растительностью. Сток с такой поверхности соответствует в первом приближении стоку с неудобий или безуклонных сельскохозяйственных полей при отсутствии их обработки после уборки овощей.

6. Юго-восточная часть полигона – это частично заболоченное мелколесье без признаков подсыпки и захламленная насыпная поверхность, покрытая травянистой растительностью и редким кустарником, около 12 га.

Условия формирования стока на такой территории соответствует заболоченным естественным малым водосборам с небольшими уклонами.

7. Сеть дренажных каналов вокруг карт и транспортирующий канал внутри полигона общей площадью 2 га. Условия формирования стока с каналов соответствуют условиям стока с площади естественных водоемов в данной природной зоне.

8. Ряд локальных водосборов на территории полигона, приуроченных к действующим картам, – 7 га. Площадь каждого из этих водосборов равна площади зеркала отходов в картах плюс площадь неширокой полосы вдоль уреза воды до гребня обваловки. Следует считать эту территорию бессточной. Осадки, выпавшие на эту поверхность, идут на пополнение карт, а затем частично испаряются с их поверхности.

Кроме того, на территории полигона были выделены отдельные водосборы, включающие в себя целиком или частично различные стокоформирующие комплексы и относящиеся к следующим водотокам:

транспортирующему каналу внутри полигона, впадающему в пруднакопитель в северной части полигона;

внешнему кольцевому каналу (его юго-западной и северо-восточной частям).

Анализировались условия формирования стока ручья *1*, протекающего за пределами территории полигона «Красный Бор» и впадающего во внешний кольцевой канал. Площадь бассейна ручья – 2,50 км^2. Условия формирования стока ручья *1* аналогичны естественным условиям формирования стока малых водотоков Приневской низменности.

Площади отдельных стокоформирующих комплексов (СФК) и водосборов были уточнены в 2004 г. при специализированном обследовании территории и на основе топографической съемки (М 1:500)

На рис. П3.1 и в табл. П3.1 приведены изменения площадей стокоформирующих комплексов, происшедшие в период с 1996 по 2004 гг.:

наибольшие изменения произошли с площадью непроницаемых поверхностей стокоформирующего комплекса *4* – увеличение на 78% – за счет строительства зданий и сооружений завода по переработке токсичных отходов и строительства в юго-восточной части полигона резервуара-накопителя с непроницаемым покрытием;

площадь стокоформирующего комплекса *3* была уточнена с помощью топографической съемки;

уменьшение площади стокоформирующего комплекса *6* на 40 % произошло вследствие ее уточнения, а также строительства в юго-восточной части полигона резервуара-накопителя с непроницаемым покрытием;

площадь стокоформирующего комплекса *8* уменьшилась на 42% за счет рекультивации поверхности закрытых карт.

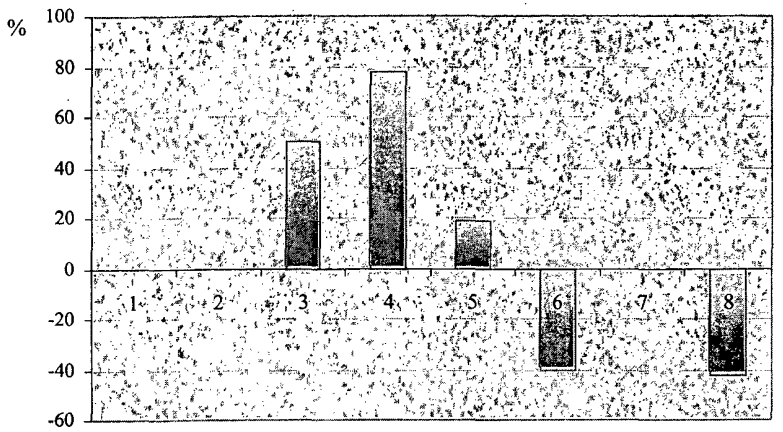


Рис. П3.1. Изменение площадей стокоформирующих комплексов (в % от первоначальных) за период 1996-2004 гг.

Таблица П3.1

Изменение площадей стокоформирующих комплексов за период 1996 – 2004 гг.

Стокоформирующий комплекс	Площадь, км^2		Изменение площади, %
	1996 г.	2004 г.	
1	0,03	0,03	0
2	0,07	0,07	0
3	0,06	0,09	50
4	0,135	0,24	78
5	0,16	0,19	19
6	0,20	0,12	–40
7	0,02	0,02	0
8	0,12	0,07	–42

2.3.5. Назначение расчетных створов

Конкретные расчетные створы для расчетов основных гидрологических характеристик полигона промышленных токсичных отходов «Красных Бор» назначены исходя из следующих основных положений.

Створ 1 – замыкающий створ определенной нами техногенно-нагруженной территории, характеризует сложившуюся по факту гидрологическую обстановку в районе полигона, одновременно является контрольным створом качества стока. Специфической особенностью этого створа является то, что на него замыкаются три различных, своеобразным образом связанных друг с другом, водосбора – один внешний водосбор ручья *1* и два внутренних водосбора, сильно отличающихся друг от друга по условиям формирования и трансформации поверхностного стока. Конкретно, это водосборная площадь собственно кольцевого канала, состоящая из ранее выделенных СФК *1,2,3*, площадью 3,5;7,0 и 9,0 га соответственно, и внутренняя водосборная площадь самого полигона, не имеющая прямой гидравлической связи с кольцевым каналом. СФК *4,5,6,7* и *8*, площадью 24,4; 19; 12; 2 и 7 га соответственно, замыкаются на внутреннюю аккумулирующую емкость отрицательных форм рельефа на территории полигона.

Створ 2 – створ в месте подключения стока ручья *1* к кольцевому каналу. Поскольку водосборная площадь ручья *1* составляет 2,5 км^2, что более чем в 3 раза превышает водосборную площадь выделенной ТНТ, качество стока на ней формируется в условиях слабонарушенного естественного ландшафта и близко к естественному, этот сток является мощным источником разбавления стока с полигона.

Створ 3 – замыкающий створ водосборной площади кольцевого канала, равной 0,09 га, которая в значительной мере определяет слабо зарегулированную составляющую стока, формирующегося на ТНТ.

Створ 4 – замыкающий створ внутренней водосборной площади полигона, равной сумме площадей СФК *4,5,6* и *7* (57,4 га) за исключением бессточной водосборной площади СФК *8* (7 га). Особенностью этой части стока является то, что он определенным образом зарегулирован. Накапливаясь в емкости – накопителе поверхностного стока, внутренних каналах (придорожных кюветах) и различных отрицательных формах рельефа на территории полигона, по их переполнению, этот сток сбрасывается (перекачивается или по временной канаве) в кольцевой канал.

Створы 5, 6, 7 являются промежуточными и соответствуют водосборным площадям СФК *1,2* и *3*.

Створы 8, 9, 10 и *11* – также промежуточные и соответствуют СФК 4, *5, 6* и *7*.

Створ 12 – промежуточный, соответствует СФК *8*.

2.3.6. Расчеты характеристик поверхностного стока

Расчеты выполнялись для замыкающего створа ТНТ, одного внешнего водосбора, на котором формируется транзитный сток , двух внутренних и восьми промежуточных.

3. Расчет гидрологических характеристик годового стока

3.1. Годовой сток

Слои среднего многолетнего поверхностного стока с каждого стокоформирующего комплекса, с водосбора пруда-накопителя (внутреннего транспортирующего канала) и с водосбора внешнего кольцевого канала полигона «Красный Бор» определялись по формуле (1).

Коэффициенты годового поверхностного стока (α) с различных видов поверхностей территории принимались по табл.1.

Средние значения коэффициентов годового стока с водосбора пруда-накопителя и с водосбора внешнего кольцевого канала находились по формуле (2).

Сеть внутренних водотоков практически на 100% дренирует всю толщу исследуемого массива, поэтому для полигона «Красный Бор» рассчитывалась величина полного стока.

Слой полного стока (средний многолетний) определялся по формуле (5).

Испарение с отдельных стокоформирующих комплексов полигона «Красный Бор» рассчитывалось по среднемноголетнему испарению, полученному по формуле (6) и по рисункам Приложения 2 с применением поправочных коэффициентов для различных видов поверхностей ТНТ (табл. 6). Испарение с водосбора пруда-накопителя и с водосбора внешнего кольцевого канала определялось, как средневзвешенное из испарения с отдельных видов поверхностей, входящих в их состав, по формуле (17).

Объемы полного и поверхностного стока рассчитывались по формуле (19), результаты расчетов приведены в табл. П3.2.

Полный среднемноголетний сток заданной обеспеченности определяется по формуле (8). Коэффициенты перехода от средних многолетних годовых величин осадков к осадкам заданной обеспеченности находятся по таблицам Приложения 1.

Объемы полного годового стока заданной обеспеченности рассчитаны по формуле (19), результаты расчетов приведены в табл. П3.3 и П3.4.

Таблица П3.2

Слои среднемноголетнего полного и поверхностного стока и годовые объемы стока с полигона «Красный Бор»

Водосбор (СФК)	Площадь, км^2	Испарение, мм	Поверхностный сток, мм	Полный сток, мм	Объем поверхностного стока, тыс. м^3	Объем полного стока, тыс. м^3
Пруд-накопитель в северной части полигона	0,65	284	293	386	190	251
Внешний кольцевой канал	0,09	333	286	337	25,8	30,3
Стокоформирующие комплексы:						
1	0,03	400	270	270	8,10	8,10
2	0,07	370	270	300	18,9	21,0
3	0,09	300	350	370	31,5	33,3
4	0,24	200	447	470	107,2	112,7
5	0,19	280	134	390	25,5	74,1
6	0,12	380	270	290	32,4	34,8
7	0,02	440	219	230	4,37	4,6
8	0,07	150	–	520	–	36,4
Весь полигон	0,83				227,97	325,0

Примечание. Поверхностный сток для территорий внутреннего стока (СФК 8) не рассчитывался.

Таблица П3.3

Слои среднемноголетнего стока *h* заданной обеспеченности для водосборов и стокоформирующих комплексов полигона «Красный Бор»

Водосбор (СФК)	Площадь водосбора, км^2	$h_{ср}$, мм	Слой стока заданной обеспеченности, мм								
			1%	3%	5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%
Пруд-накопитель в северной части полигона	0,65	386	629	580	554	515	452	384	318	259	224
Внешний кольцевой канал	0,09	337	549	506	483	450	395	335	277	226	196
Стокоформирующие комплексы:											
1	0,03	270	440	405	387	361	316	269	222	181	157
2	0,07	300	489	451	430	401	351	298	247	201	174
3	0,09	370	603	556	531	494	433	368	305	248	215
4	0,24	470	766	706	674	628	551	468	387	315	273
5	0,19	390	635	586	559	521	457	388	321	261	227
6	0,12	290	472	436	416	387	340	288	239	194	169
7	0,02	230	375	345	330	307	269	229	189	154	134
8	0,07	520	847	781	746	694	609	517	428	348	302
Весь полигон, исключая бессточные территории	0,76	380	567	523	499	465	408	346	286	233	202

Таблица П3.4

Объемы годового стока *W* заданной обеспеченности для водосборов и стокоформирующих комплексов полигона «Красный Бор»

Водосбор (СФК)	Площадь водосбора, км^2	*W*ср, тыс. м^3	Объем среднего годового стока заданной обеспеченности, тыс.м^3								
			1%	3%	5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%
Пруд-накопитель в северной части полигона	0,65	251	411	379	362	337	295	251	208	169	147
Внешний кольцевой канал	0,09	30,3	49,4	45,5	43,5	40,5	35,5	30,1	24,9	20,3	17,6
Стокоформирующие комплексы:											
1		8,1	13,2	12,2	11,6	10,8	9,5	8,1	6,7	5,4	4,7
2		21,0	34,2	31,5	30,1	28,0	24,6	20,9	17,3	14,1	12,2
3		33,3	54,3	50,0	47,8	44,5	39,0	33,1	27,4	22,3	19,4
4		112,7	183,6	169,3	161,6	150,5	132,0	112,1	92,8	75,5	65,5
5		74,1	120,7	111,3	106,3	99,0	86,8	73,7	61,0	49,6	43,1
6		34,8	56,7	52,3	49,9	46,5	40,8	34,6	28,6	23,3	20,2
7		4,6	7,5	6,9	6,6	6,1	5,4	4,6	3,8	3,1	2,7
8		36,4	59,3	54,7	52,2	48,6	42,6	36,2	30,0	24,4	21,2
Весь полигон	0,83	325	529	488	466	434	381	323	268	218	189

3.2. Максимальный сток

Средние многолетние слой и объем весеннего стока со всего полигона, с водосбора пруда накопителя и с водосбора внешнего кольцевого канала рассчитаны, соответственно, по формулам (24) и (29).

Величина среднего многолетнего слоя стока весеннего половодья, включая подземный, $h_{ср}$ = 140 мм определена по рис. П2.20 Приложения 2. Коэффициент вариации среднего многолетнего слоя стока весеннего половодья C_v = 0,34 для района расположения полигона «Красный Бор» определен по карте Приложения 1 к [15] – $C_s = 2C_v$.

Для учета влияния урбанизированных территорий на *слой и объем весеннего стока* со всего полигона с водосбора пруда накопителя и с водосбора внешнего кольцевого канала по формуле (25) определяется поправочный коэффициент δ_h.

Урбанизированные территории занимают 35% всей площади полигона «Красный Бор» (δ_h = 1,7), 13% площади водосбора внешнего кольцевого канала (δ_h = 1,26) и 37% площади водосбора внутреннего транспортирующего канала (δ_h = 1,74).

Расчетные слои стока весеннего половодья с территории полигона приводятся в табл. П3.5. Объемы полного стока весеннего половодья заданной обеспеченности представлены в табл. П3.6.

Максимальные расходы весеннего половодья вероятности превышения P = 1%, 10% и 25% (табл. П3.7) определены по формуле (25).

Модули максимального весеннего стока расчетной вероятности превышения приняты по табл. 12.

Таблица П3.5

Расчетные слои стока весеннего половодья для водосборов полигона «Красный Бор»

Водосбор	Площадь водосбора, км^2	Средний слой стока, мм	Слои стока весеннего половодья заданной обеспеченности, мм									
			1%	3%	5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%	99%
Пруд-накопитель в северной части полигона	0,65	244	478	422	395	355	294	234	184	146	126	93
Внешний кольцевой канал	0,09	176	344	304	285	256	212	169	133	105	91	67
Весь полигон	0,83	238	466	412	385	346	286	229	179	142	123	91

Таблица.П3.6

Расчетные объемы стока весеннего половодья для водосборов полигона «Красный Бор»

Водосбор	Площадь водосбора, км^2	Средний объем, тыс.м^3	Объемы стока весеннего половодья заданной обеспеченности, тыс. м^3									
			1%	3%	5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%	99%
Пруд-накопитель в северной части полигона	0,65	158	313	274	257	231	191	152	120	94,7	82,2	60,7
Внешний кольцевой канал	0,09	15,8	31,3	27,4	25,6	23,0	19,1	15,2	11,9	9,46	8,21	6,07
Весь полигон, исключая бессточные территории	0,76	189	370	327	306	275	227	182	143	113	98	72

Таблица П.3.7

Расчет максимальных расходов талых вод заданной обеспеченности с водосборов полигона «Красный Бор» (по элементарному максимальному модулю стока весеннего половодья)

Водный объект	Площадь водосбора, км^2	Максимальные расходы талых вод заданной обеспеченности, м^3/с		
		1%	10%	25%
Модули максимального весеннего стока	–	1,90	1,34	1,03
Внутренние дренажные канавы (пруд-накопитель)*	0,65	0,98	0,70	0,54
Южная и западная часть кольцевого канала	0,04	0,08	0,05	0,04
Северная и восточная часть кольцевого канала	0,05	0,095	0,07	0,05

* При расчете введен коэффициент, учитывающий влияние урбанизированных территорий $\delta_{ут}$= 0,8.

По формулам (33) и (34) рассчитано *время добегания* максимальных расходов талых вод обеспеченностью P=3% до пруда-накопителя (1,9 ч) и магистрального канала (3,1 и 2,4 ч).

Для водосбора пруда-накопителя время добегания максимального расхода по склонам вдвое превышает время добегания по дренажным канавам и транспортирующему каналу. Это происходит вследствие значительной протяженности заболоченных склонов водосбора. Длина склонов двух частей кольцевого канала значительно меньше и только на северо-востоке полигона (за его пределами) можно выделить макропонижение с длиной склона примерно 200 м. Заболоченность и залесенность водосбора равны 0, поэтому время склонового добегания для водосборов кольцевого канала в 2 – 4 раза меньше времени руслового добегания.

Максимальный расход дождевого паводка заданной обеспеченности P=1% со склонов водосбора пруда-накопителя рассчитывается по формуле (35).

Для этого определяются: средняя длина склона $L_{ск}$ =158 м; средневзвешенный уклон склонов m_c =0,15 (см. табл. 16).

Сборный коэффициент ливневого стока $\alpha_{ср\,д} = 0{,}58$ рассчитывается по формуле (43). Коэффициенты ливневого стока $\alpha_{д.с}$ для различных поверхностей определены по табл. 13. В состав водосбора пруда накопителя входят следующие стокоформирующие комплексы: СФК-2 ($f_2 = 0{,}07$ км^2); СФК-4 ($f_4 = 0{,}24$ км^2); СФК-5 ($f_5 = 0{,}19$ км^2); СФК-6 ($f_4 = 0{,}12$ км^2); СФК-7 ($f_7 = 0{,}02$ км^2).

Максимальный суточный слой осадков вероятностью превышения 1%, $H_{1\%}$= 100 мм определяется по [14].

Коэффициент δ, учитывающий влияние проточных озер, принимается равным 1.

По формуле (43) рассчитывается гидроморфометрическая характеристика склонов(Φ_c)

По табл. 15 определяется $\tau_{дс} = 27$ мин.

Максимальный модуль стока со склонов ежегодной вероятностью превышения $P = 1\%$, $q'_{1\%} = 0{,}23$ находится по [15].

Тогда максимальный расход дождевого паводка заданной обеспеченности P=1% со склонов водосбора пруда-накопителя равен:

$$Q_{др\%} = q'_{1\%}\alpha_{дс} H_{1\%}\,\delta\,\lambda_p F = 0{,}043 \cdot 0{,}58 \cdot 80 \cdot 0{,}65 = 1{,}30 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Выводы

1. В соответствии с методикой расчета основных гидрологических характеристик техногенно-нагруженных территорий получены гидрологические характеристики территории полигона промышленных токсичных отходов Красный Бор.

2. На основании детального анализа условий формирования поверхностного стока в границах ТНТ, отнесенного к территории полигона Красный Бор, и его трасформации до замыкающего створа установлено, что фоновые значения характеристик поверхностного стока в замыкающем створе формируются на территориях водосборов ручья *1* и непосредственно кольцевого канала полигона. На них накладываются характеристики урбанизированной территории внутреннего водосбора полигона, на котором выделяется ряд стокоформирующих комплексов и организовано сезонное регулирование стока.

3. Анализ структуры и территориального распределения СФК по полигону позволил определить основные расчетные параметры для выделенных СФК, выявить изменения площадей СФК в связи с работами, выполненными на полигоне за последние 10 лет. Установлено, что наиболее сильно (на 78 %) изменилась (увеличилась) площадь искусственных покрытий территории полигона. Возросла водосборная площадь кольцевого канала на 50 % и рекультивированных (закрытых) карт на 20 %. Уменьшилась площадь ранее неосвоенной территории полигона на 40 % ,а площадь открытых карт на 41 %.

4. Результаты расчетов могут быть использованы при внесении корректировок в параметры запроектированных очистных сооружений, системы водообустройства территории полигона, в первую очередь, емкости пруда-накопителя и перепускных сооружений при дальнейшей рекультивации полигона, а также при управлении качеством стока организованных сбросов до ввода очистных сооружений в эксплуатацию.

5. Проведение расчетов в соответствии с настоящей методикой подтвердило возможность выполнения детального анализа составляющих любой стоковой характеристики на водосборах различных порядков и высокую чувствительность методики по отношению к устанавливаемым параметрам стокоформирующих комплексов.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК НА ТЕРРИТОРИИ КВ. 57Ж (Бывшая Приморская свалка)

1. Краткая характеристика объекта

Бывшая Приморская свалка находилась в северо-западной части Санкт-Петербурга, восточнее Лахтинского разлива. В ходе хозяйственного освоения этой территории свалочные массы в 80-е гг. последовательно перемещались с застраиваемых участков на соседние кварталы. В связи со сложностями организации вывоза накопленных за время функционирования свалки свалочных масс (около 1,5 млн. м^3) в 90-е гг. принято решение, а затем обоснован (ОАО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева») и разработан (АО «Ленгипроинжпроект») проект размещения всех свалочных масс бывшей Приморской свалки на территории кв. 57 Ж. В настоящее время проект реализуется строительством.

2. Подготовка исходных данных

2.1. Природно-климатические характеристики территории

По результатам инженерно-геологических изысканий на территории кв. 57 Ж, выполненных институтом Ленморниипроект в 1986 г., установлено:

на территории площадки отвала свалочных масс располагаются насыпные грунты, обладающие низкими прочностными и деформационными свойствами;

в основании отвала развита мощная (до 22,0 м) толща слабых супесчано-суглинистых грунтов, обладающих низкой несущей способностью;

территория площадки отвала свалочных масс частично заболочена, уровень грунтовых вод близок к дневной поверхности.

Свалочные массы в основном представляют собой смесь минеральной компоненты (песка, щебня) и разложившейся органики в весовой пропорции от 1:1 до1:3 с характерными для твердых бытовых отходов (ТБО) крупноразмерными включениями, наличие которых обеспечивает "дисперсное армирование" всей толщи и повышает ее устойчивость.

Более подробные характеристики территории бывшей Приморской свалки изложены в имеющейся фондовой и исполнительной документации.

Вследствие того, что территория кв. 57Ж (бывшая Приморская свалка) располагается в пределах Санкт-Петербурга, необходимые для расчетов исходные метеорологические данные взяты по данным наблюдений Санкт-Петербургского информационного центра погоды (ИЦП).

2.2. Характеристики техногенно-нагруженной территории

По данному объекту имеется достаточно полный набор фондовой и исполнительной документации, в том числе материалы по оценке воздействия полигона ТБО на окружающую природную среду. Территория конкретно полигона имеет прямоугольную форму с размерами ~ 200 х 400 м, площадью 9,83 га и ограничена дренажной канавой. Отвал свалочных масс представляет собой террикон высотой около 30 м с откосами заложением 1:2,0 – 1:2,5. На откосе имеется берма и устроен служебный заезд на поверхность отвала.

2.3. Расчет основных гидрологических характеристик

Целью расчета основных гидрологических характеристик территории полигона является определение количественных значений обеспеченных гидрологических характеристик.

2.3.1. Установление границ ТНТ

Граница землеотвода полигона ТБО проходит по красным линиям кв. 57 Ж. Установленная санитарно-защитная зона полигона ТБО – 500 м.

С учетом требований по расчету сбросов в канализационные сети Водоканала за границу ТНТ в данном случае принимается граница кв. 57 Ж в пределах красных линий.

2.3.2. Анализ условий формирования и трансформации стока

По периметру полигона ТБО устроена дренажная канава. Сток из канавы поступает в канализационный коллектор. Для данного отвала ввиду того, что площадь откосов существенно превышает площадь верхней площадки наиболее характерен склоновый сток.

2.3.4. Декомпозиция техногенно-нагруженной территории на стокоформирующие комплексы

На территории полигона ТБО в связи с однотипными условиями формирования поверхностного и подземного стока выделен единственный стокоформирующий комплекс.

2.3.5. Назначение расчетных створов

Расчетный створ для определения основных гидрологических характеристик полигона ТБО назначен в точке подключения дренажной канавы к колодцу канализационного коллектора.

2.3.6. Расчеты характеристик поверхностного стока

Расчеты выполнялись для замыкающего створа дренажной канавы.

Рассчитывались следующие гидрологические характеристики:

слой и объем годового поверхностного стока (средние и заданной вероятности превышения);

слой полного стока за отдельный месяц или выделенный внутригодовой период (средний многолетний и заданной обеспеченности);

слой весеннего стока (средний и заданной вероятности превышения);

максимальный расход талых вод обеспеченностью $P = 1\%$;

время добегания талых вод до дренажной трассы.

3. Расчеты характеристик поверхностного стока для территории кв. 57 Ж

3.1. Слой и объем годового поверхностного стока (средние и заданной вероятности превышения)

Годовая сумма осадков принята равной 670 мм (по данным наблюдений Санкт-Петербургского ИЦП за период 1920 – 2003 гг.) – с введением необходимых поправок. Коэффициент поверхностного стока для всей территории кв. 57 Ж принимается равным 0,15 (табл. 1).

Слой среднего годового стока рассчитывается по формуле (1): $Y = 0{,}15 \cdot 670 = 101$ мм.

Слой годового стока различной обеспеченности рассчитывается по формуле (3). Коэффициенты перехода (K_p) от средних многолетних годовых величин осадков к осадкам различной обеспеченности для рассматриваемой территории взяты из Приложения 1.

Объем годового стока (средний и заданной обеспеченности) рассчитывается по формуле (19), средний объем годового стока $W = 10^{-6} \cdot 101 \cdot 98310 = 9{,}9$ тыс.м^3.

Средние многолетние величины годового стока заданной обеспеченности приведены в табл. П 4.1

Таблица П 4.1

Средние многолетние слои *Y* и объемы *W* поверхностного стока заданной обеспеченности для территории кв. 57 Ж

Характеристика	Среднее	Обеспеченность					
		5%	10%	25%	75%	90%	95%
K_x		1,34	1,22	1,13	0,9	0,83	0,77
Осадки, мм	670	898	817	757	603	556	516
Слой стока, мм	101	135	123	114	101	90	83
Объем стока, тыс.м^3	9,9	13,2	12,1	11,2	9,9	8,9	8,2

3.2. Слои полного и поверхностного стока за отдельные месяцы (средний по водности и многоводного года)

Расчеты слоев полного и поверхностного стока за отдельные месяцы среднего по водности (P=50%) и многоводного (P=5%) года производились по формуле (23).

Для расчетов неизвестна влажность свалочных масс, их водоаккумулирующая емкость, поэтому на основе метода последовательных приближений принимается: на начало расчета (1 ноября) свалочные массы находятся в равновесном состоянии относительно содержания в них воды (нет стока воды из толщи отходов и по их поверхности); в то же время свободный объем, в котором могли бы аккумулироваться выпадающие осадки (водоаккумулирующая емкость), также отсутствует; в холодный период года (с ноября по апрель) осадки в виде снега накапливаются на поверхности отвала, образованного отходами. Таяния снега до апреля не происходит, наблюдается только его испарение и выдувание с отвала.

Величины осадков взяты по данным наблюдений Санкт-Петербургского ИЦП за период 1920 – 2003 гг. – с введением необходимых поправок.

Изменение снегозапасов за счет выдувания снега с холма ΔS рассчитано по формуле (7) с применением коэффициента $K_{сн} = 0{,}20$.

Испарение с рассматриваемой территории рассчитано по формулам (9), (10), (12) – (14).

Слой поверхностного стока за летне-осенний период рассчитан по формуле (20). Среднее значение коэффициента летне-осеннего поверхностного стока $\alpha_{ср\,л} = 0{,}05$ определено по табл. 8.

В табл. П 4.2 приводятся результаты расчетов для среднего по водности года.

Расчет вышеуказанных гидрологических характеристик кв. 57 Ж за многоводный год (5% обеспеченности) приводится в таблице П4.3.

Соотношение обеспеченности осадков и испарения взято в соответствии с настоящей Методикой: в многоводный год обеспеченность испарения равна 50%.

Из табл. П4.2 и П4.3 видно, что весенний поверхностный сток составляет 78 – 84% от годового, т. е. в летне-осенний период поверхностный сток или отсутствует или очень незначителен.

3.3. Максимальный слой весеннего поверхностного стока

Расчет проведен по формуле (26) также для вероятностей превышения 5% и 50% (табл. П4.2 и П4.3).

Суммы осадков за холодный период года (P_x) соответственно равны 254 мм и 320 мм. Коэффициент весеннего поверхностного стока ($\alpha_{ср\,в}$) равен 0,6 (табл. 10).

Таблица П4.2

Слои полного и поверхностного стока с территории кв. 57 Ж за отдельные месяцы среднего по водности года

Месяц	Осадки, мм	Испарение, мм	Снегозапасы, мм	Снегозапасы с учетом переноса снега, мм	Сток полный, мм	Сток поверхностный, мм
XI	54	12	42	–	0	0
XII	48	7	83	–	0	0
I	42	7	118	–	0	0
II	36	8	146	–	0	0
III	34	16	164	–	0	0
IV	39	26	177	142	142	85
V	49	62	–	–	0	0
VI	67	84	–	–	0	0
VII	76	92	–	–	0	0
VIII	89	75	–	–	13	2
IX	71	38	–	–	33	5
X	64	22	–	–	42	7
Год	670	450	–	–	231	99

Таблица П4.3

Слои полного и поверхностного стока с территории кв. 57 Ж за отдельные месяцы многоводного года (P=5%)

Месяц	Осадки, мм	Испарение, мм	Снегозапасы, мм	Снегозапасы с учетом переноса снега, мм	Сток полный, мм	Сток поверхностный, мм
XI	69	12	57	–	0	0
XII	60	7	110	–	0	0
I	52	7	155	–	0	0
II	46	8	192	–	0	0
III	43	16	220	–	0	0
IV	50	26	243	195	195	117
V	62	62	–	–	0	0
VI	85	84	–	–	1	0
VII	95	92	–	–	3	1
VIII	112	75	–	–	36	6
IX	90	38	–	–	52	8
X	81	22	–	–	59	9
Год	844	450	–	–	346	141

3.4. Максимальный расход талых вод заданной обеспеченности

Для расчета максимального расхода воды весеннего половодья вся территория кв. 57 Ж, представляющая собой отвал, рассматривается как один водосбор с замыкающим створом в месте впадения дренажной канавы в канализационный коллектор.

Расчет проводится по формуле (30).

Максимальный модуль стока весеннего половодья $q_{тал\ в\ P\%}$ вероятности превышения P=1% определяется по табл. 12.

Результаты расчета представлены в табл. П4.4.

Таблица П4.4

Максимальный модуль весеннего стока и максимальный расход талых вод

Характеристики	Заданная обеспеченность		
	1%	10%	25%
$Q_{макс\ в}$, м^3/км^2	1,90	1,34	1,03
$Q_{макс\ в}$, м^3/кв. 57 Ж	0,19	0,13	0,10

3.5. Время добегания максимального расхода воды весеннего половодья заданной обеспеченности до замыкающего створа

Время склонового добегания максимального расхода воды весеннего половодья заданной обеспеченности P=1% принимается за полное время добегания максимального расхода воды до замыкающего створа, так как время добегания по дренажной канаве ничтожно мало. Расчет проведен по формуле (33).

Время добегания до дренажной канавы при скорости склонового ручейкового стекания 0,2 м/с и наибольшей длине склона 75,3 м равно 0,10 ч.

ВЫВОДЫ

1. В соответствии с Методикой расчета основных гидрологических характеристик техногенно-нагруженных территорий получены гидрологические характеристики территории кв. 57 Ж.

2. Выполнен детальный анализ условий формирования поверхностного стока в выделенных границах ТНТ (фактически – полигона ТБО, образованного в кв. 57 Ж из свалочных масс, размещавшихся на территории бывшей Приморской свалки Санкт-Петербурга) и его трансформации до замыкающего створа. Установлено, что значения характеристик поверхностного стока в замыкающем створе формируются на территории водосбора дренажного канала полигона ТБО, представляющего собой отвал прямоугольной формы, высотой около 30 м с довольно крутыми откосами 1:2,0 – 1:2,5.

3. На территории полигона ТБО в кв. 57 Ж выделен один стокоформирующий комплекс, для которого определены основные расчетные параметры.

4. Результаты расчетов могут быть использованы при уточнении объема сбросов в канализационные сети Водоканала для корректировки размера платежей за сбросы.

5. Проведение расчетов в соответствии с настоящей Методикой подтвердило возможность выполнения расчетов основных гидрологических характеристик для весьма специфической формы рельефа – отвала (терикона) и высокую чувствительность методики по отношению к устанавливаемым параметрам стокоформирующих комплексов.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ 3
1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ 6
1.1. Назначение методики 6
1.2. Область применения 6
1.3. Нормативные ссылки 8
1.4. Термины и определения 9
1.5. Принятые условные обозначения 12
2. МЕТОДИКА РАСЧЕТА ОСНОВНЫХ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК 15
2.1. Исходные данные 15
2.1.1. Природно-климатические характеристики 15
2.1.2. Характеристики техногенно-нагруженной территории 15
2.2. Порядок выполнения расчетов 16
2.2.1. Установление границ техногенно-нагруженной территории 16
2.2.2. Анализ условий формирования и трансформации стока 17
2.2.3. Назначение перечня расчетных характеристик 17
2.2.4. Декомпозиция техногенно-нагруженной территории на стокоформирующие комплексы 18
2.2.5. Назначение расчетных створов 18
2.2.6. Расчеты характеристик поверхностного стока ТНТ 18
2.2.7. Требования к оформлению результатов расчетов 18
3. ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГОДОВОГО СТОКА 19
3.1. Слой среднего многолетнего поверхностного стока 19
3.2. Годовой слой стока заданной обеспеченности 22
3.3. Слой полного (поверхностного и подземного) стока за год 22
3.3.1. Слой полного стока (средний многолетний) 22
3.3.2. Полный многолетний сток заданной обеспеченности 23
3.3.3. Расчет испарения с рассматриваемой территории (среднемноголетний или заданной обеспеченности) 18
3.3.4. Величина влагозапасов в снеге 22
3.3.5 Объем годового стока (полного или поверхностного) 22

4. ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВНУТРИГОДОВОГО СТОКА 29

4.1. Слой поверхностного стока за летне-осенний период года 29

4.2. Слой полного стока за отдельный месяц или выделенный внутригодовой период (средний многолетний и заданной обеспеченности) 30

5. МАКСИМАЛЬНЫЙ СТОК 30

5.1. Гидрологические характеристики весеннего половодья..... 31

5.1.1. Средний многолетний слой весеннего половодья 31

5.1.2. Слой поверхностного стока весеннего половодья..... 31

5.1.3. Объем весеннего половодья 34

5.1.4. Максимальный расход весеннего половодья вероятности превышения P% 35

5.1.5. Время добегания максимального расхода воды весеннего половодья заданной обеспеченности до замыкающего створа..... 35

5.2. Максимальный расход дождевого паводка заданной обеспеченности в замыкающем створе 36

6. РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ ОСНОВНЫХ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК 41

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 42

ПРИЛОЖЕНИЯ 44

Приложение 1. Коэффициенты перехода от средних многолетних величин осадков к осадкам различной обеспеченности (K_x) для территории Российской Федерации 45

Приложение 2. Графические материалы 59

Приложение 3. Определение характеристик гидрологического режима полигона промышленных токсичных отходов "Красный Бор"..... 82

Приложение 4. Определение основных гидрологических характеристик на территории кв. 57 Ж (бывшая Приморская свалка)..... 99

Редактор *Т.С. Артюхина*
Корректор *Т.М Бовичева*
Компьютерная верстка *Н.Н. Седова*

Подписано в печать 15.12.2005.
Формат 60x90 1/16. Бумага типографская № 1. Печать офсетная.
Печ.л. 6,75. Тираж 300. Заказ 58.

Издательство ОАО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева».
Типография ООО «Дом Шуан».
195220, Санкт-Петербург, Гжатская ул., 21.

gost.e-ecolog.ru