

Гидравлика и инженерная гидрология

Оригинальная статья

УДК 556.5:627.8

<https://doi.org/10.26897/1997-6011-2026-3-99-105>



ГИДРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ И КОНСТРУКЦИИ ВОДООТВОДЯЩЕЙ СИСТЕМЫ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННО-НАГРУЖЕННОЙ ТЕРРИТОРИИ Г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГА (НА ПРИМЕРЕ ПАРКА АКАДЕМИКА САХАРОВА)

Р.В. Калинин¹, Ю.Г. Безбородов², А.А. Ткачев³

¹ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт имени В.В. Докучаева»; г. Москва, Российская Федерация

^{2,3}ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»;

Институт мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова; г. Москва, Российская Федерация

¹ kalinichenko_rv@mail.ru

² ubezborodov@rgau-msha.ru

³ a.tkachev@rgau-msha.ru

Аннотация. Водный режим территорий населенных пунктов сильно изменен вследствие снижения естественной дренированности. Избыточный поверхностный сток, образовавшийся в результате обустройства территории, требует обоснования по его утилизации. Цель исследований – гидрологическое обоснование параметров и конструктивных решений систем водоотведения, необходимых для обеспечения водного режима парковой территории. Произведен расчет параметров и проектных решений дренажной системы парка академика Сахарова, а также продемонстрирована необходимость всестороннего подхода к техногенно-загруженным местам. После анализа природно-климатических и технических условий разработана методика расчета для параметров закрытой дренажной сети. В результате моделирования были установлены места закладки дренажа и подтверждено, что система справилась с задачей утилизации поверхностного стока. Разработана корректная методика расчета, учитывающая как ливневый поверхностный сток, так и инфильтрационно-дренажные процессы в грунте. Внедрение закрытого дренажа согласуется с рекомендациями для городских парков и обеспечивает долгосрочный эффект без негативных воздействий на экосистему.

Исследования выполнены в рамках проекта по созданию и развитию инжинирингового центра РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (соглашение № 075-15-2025-543 от 16.06.2025 г.).

Ключевые слова: гидрологический расчет, водный режим, грунтовые воды, система водоотведения

Формат цитирования: Калинин Р.В., Безбородов Ю.Г., Ткачев А.А. Гидрологическое обоснование параметров и конструкции водоотводящей системы в условиях техногенно-нагруженной территории г. Санкт-Петербурга (на примере парка академика Сахарова). Природообустройство. 2026;Т.19(3):99-105. <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2026-3-99-105>

Scientific article

HYDROLOGICAL JUSTIFICATION OF PARAMETERS AND DESIGN OF THE WATER DISCHARGE SYSTEM IN THE CONDITIONS OF THE TECHNOGENICALLY LOADED TERRITORY OF ST. PETERSBURG (ON THE EXAMPLE OF ACADEMICIAN SAKHAROV PARK)

R.V. Kalinichenko^{1✉}, Yu.G. Bezborodov², and A.A. Tkachev³

¹ Federal Scientific Centre "V.V. Dokuchaev Soil Science Institute", 119017, Moscow, Russian Federation

² Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, 127434, Moscow, Russian Federation

¹ kalinichenko_rv@mail.ru

² ubezborodov@rgau-msha.ru

³ a.tkachev@rgau-msha.ru

Abstract. The water regime of populated areas has been significantly altered due to a decrease in natural drainage. The excessive surface runoff generated by the development of the area requires a justification for its disposal. The purpose of this research is to provide a hydrological justification for the parameters and design solutions of drainage systems necessary to ensure the water regime of the park area. The article presents the calculation of the parameters and design solutions for the drainage system of the Sakharov Park, as well as the demonstration of the need for a comprehensive approach to technologically loaded areas. After analyzing the natural, climatic, and technical conditions, a methodology was developed for calculating the parameters of a closed drainage network. The results of the modeling have established the locations of the drainage and confirmed that the system copes with the task of the disposal of surface runoff.

The study was carried out as part of the project to create and develop the Engineering Center at the Russian State Agrarian University-Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev (agreement № 075-15-2025-543 dated 16.06.2025 r.).

Keywords: hydrological calculation, water regime, groundwater, drainage system

Citation format: Kalinichenko R.V., Bezborodov Yu.G., Tkachev A.A. Hydrological substantiation of the parameters and design of the drainage system in the conditions of the technologically loaded territory of St. Petersburg (on the example of the Sakharov Park. *Prirodoobustroystvo*. 2026;19(3):99-105. (In Russ.) <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2026-3-99-105>

Введение. Современная территория Санкт-Петербурга характеризуется высоким уровнем инженерной насыщенности, интенсивной урбанизацией и значительным антропогенным влиянием на природную среду. В таких условиях возникла проблема нарушения естественного водного режима. Этот режим является весьма уязвимым, что может привести к затоплению и деградации рекреационных ландшафтов. В зеленых зонах (парки, скверы, сады) необходимо организовать стабильную дренажную систему, которая будет разрабатываться на основе гидрологических расчетов, контроля качества воды и мониторинга в режиме реального времени.

Парк имени академика Сахарова является примером типичной насыщенной техногенно-нагруженной территории, осложненной неблагоприятными гидрологическими факторами – такими, как высокий УГВ (уровень грунтовых вод), слабопроницаемость грунта, отсутствие поверхностного стока и значительное количество подземных инженерных систем. Его расположение

на публичной кадастровой карте [11] представлено на рисунке.

Актуальность темы обусловлена влиянием разработки водоотводящей системы, учитывающей местные гидрологические условия и техногенную нагрузку. Она является не только инженерной необходимостью, но и важным шагом в обеспечении устойчивого развития городской среды, сохранения зеленых зон и адаптации к климатическим условиям.

Цель исследований: гидрологическое обоснование параметров и конструктивных решений систем водоотведения, необходимых для обеспечения водного режима парковой территории.

Задачи:

1. Проанализировать гидрологический режим и связь климатических факторов с ним.
2. Оценить техногенную нагрузку местности.
3. Произвести гидравлические расчеты и обосновать параметры водоотводящей системы.
4. Предложить конструктивные решения по созданию системы для отвода воды.

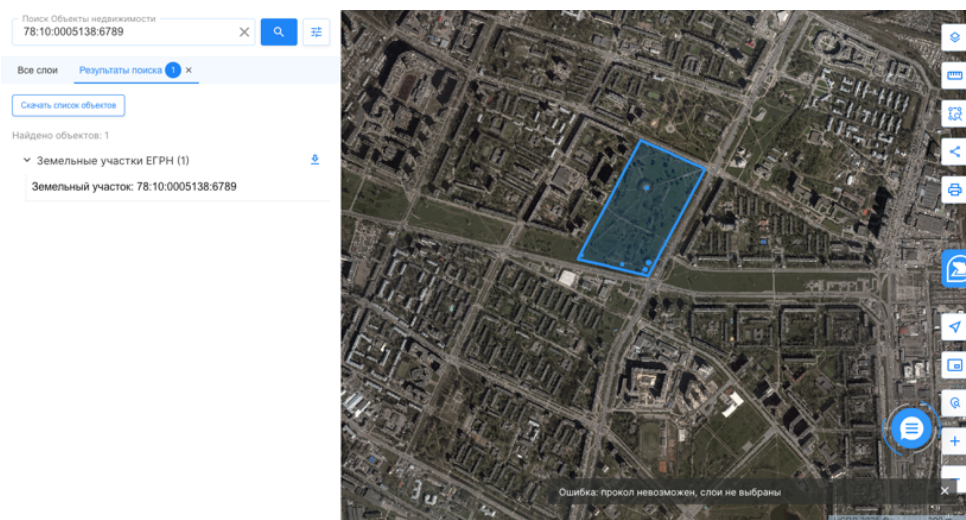


Рис. Объект исследований на публичной кадастровой карте
Fig. Object of research on the public cadastral map

Материалы и методы исследований.

Под техногенно-нагруженными территориями подразумеваются участки земли, где значительно преобладал в действии антропогенный фактор: городские кварталы, промышленные площадки, парки на засыпанных грунтах и т.д. Гидрологический режим на таких местностях отличается от природного. Во-первых, уменьшаются естественные поглощения дождевых талых вод почвы ввиду высокого процента водонепроницаемых покрытий – например, асфальта. Зачастую это приводит к увеличению поверхностного стока и риска скопления воды на поверхности. Во-вторых, деформированы рельеф и дренаж: отсутствие естественных водотоков и дренирующих ландшафтных элементов нарушает отток, и вода остается в понижениях. В-третьих, уровень грунтовых вод на урбанизированных территориях часто выше за счет техногенных факторов: утечек из водопроводных и канализационных сетей, перетоков с поливных систем.

Исследования, проведенные в Санкт-Петербурге, показывают, что в скважинах, удаленных от коммунальных сетей на десятки метров, все равно имеются превышения грунтовых вод, что свидетельствует о подпитке из коммуникаций. Как итог, климатический фактор в условиях города проявляется более отчетливо: выпавшие осадки при отсутствии зеленых зон быстро формируют паводки, а в холодное время промерзание грунта создает водонепроницаемый слой льда, который не позволяет впитывать талую воду [3, 10, 13].

На исследуемой территории парка сформировалась устойчивая тенденция застоя воды ввиду следующих условий: отсутствие естественной дренирующей сети, наличие микропонижений

в рельефе, слабая инфильтрационная способность верхних грунтов, отсутствие вертикальной планировки и обширные ненамокаемые покрытия дорожек и площадок. Совокупность этих факторов приводит к тому, что осадки долго остаются на поверхности, вызывая заболачивание [14].

Территория пересекается с линиями электропередач (ЛЭП) различного класса напряжения, подземными сетями связи, водопроводами, канализационными коллекторами и газопроводами. Эти объекты накладывают большие ограничения на размещение элементов водоотводящей системы и требуют применения бестраншейных или большой глубины закладки решений.

Инженерно-геологическими условиями площадки является совокупность характеристик грунтового основания и подземной гидросферы, которые влияют на проектирование дренажной системы. К таким характеристикам относятся геологическое строение, типы грунтов, уровни грунтовых вод и их колебания, глубина сезонного промерзания, склонность грунтов к пучению, категория сложности инженерно-геологических условий и др. Эти пункты важны при обосновании параметров водоотвода [3, 8, 14].

Нормативными документами устанавливаются критерии оценки гидрогеологических условий. Например, по СП 47.13330.2012 территориям присваивается категория сложности – от простых (I) до сложных условий (III), учитывающая неоднородность грунтов и непредсказуемость водного режима. Если рассматривать это в контексте дренажного проектирования, то также важной становится норма осушения: минимально допустимая глубина осушения обычно принимается за 1 м от поверхности (согласно СП 116.13330.2012 для обжитых территорий).

Если же естественный уровень воды выше, нужно предусмотреть мероприятия по его понижению, чтобы в дальнейшем обеспечить устойчивость фундаментов и удобство использования территории [7, 8].

Инженерно-геологические изыскания, проведенные в 2018-2019 гг., отнесли условия парка к II категории сложности. Геологический разрез участка до глубины 5 м включает в себя насыпные техногенные грунты, подстилаемые природными четвертичными отложениями. В основном выделено 7 инженерно-геологических элементов (ИГЭ), которые чередуются по вертикали и площади участка:

1. ИГЭ-1: насыпанный грунт (слежавшиеся супеси и пески с включениями строительного мусора и органики). Мощность насыпи – до 2,3 м; коэффициент фильтрации (K) $\approx 0,26$ м/сут. Эти грунты относительно проницаемы, но неравномерны.

2. ИГЭ-2: мелкий песок средней плотности, влажный, водонасыщенный. Мощность слоя – до 4,0 м; коэффициент фильтрации (K) $\approx 0,84$ м/сут.; хорошо фильтрующий горизонт.

3. ИГЭ-3: пылеватый песок с прослоями супеси, влажный, насыщенный; коэффициент фильтрации (K) $\approx 0,56$ м/сут.

4. ИГЭ-4: тяжелый пылеватый суглинок (полусвязный грунт), текучепластичный, ленточный, с прослоями глинистыми. Коэффициент фильтрации не указан, но для таких грунтов он, как правило, весьма мал.

5. ИГЭ-5: пылеватая супесь (легкий глинистый грунт) с гравием; пластичная. Фильтрация не ограничена.

6. ИГЭ-6: легкий пылеватый суглинок, полутвердый, с примесью гальки; малопроницаемый грунт.

7. ИГЭ-7: локальные линзы пылеватой супеси тиксотропной (наблюдались в отдельных скважинах).

Из перечисленных слоев наиболее водопроницаемыми являются песчаные ИГЭ (2 и 3) и верхние насыпные (1), тогда как суглинки и супеси глубже способны выступать в роли водоупоров [10, 14].

Уровень грунтовых вод фиксируется на глубине 0,3-2,8 м, при этом сезонный подъем может достигать 0,7 м. Участок относится к категории сезонно-подтапливаемых территорий (СП 11-105-97). Это означает, что любые системы водоотведения должны учитывать высокое положение зеркала подъемных вод и обеспечивать норму осушения – 1 м [8].

Проектирование водоотводящей системы основывается на гидрологических расчетах, которые включают в себя определение расчетного поверхностного стока и оценку необходимого дренажного потока из грунта. Методология таких расчетов в городских условиях базируется на нормах и рекомендациях СНиП, СП, методики Минстроя РФ.

Для площади 23,03 га: суточный объем талых вод при 1% обеспеченности равен 5730 м³; суточный расход – 66,3 л/с. Эти значения близки к лимиту городского коллектора (80 л/с) [2, 4, 6, 14].

Гидравлический расчет сетей водоотведения поверхностных сточных вод расходов в сетях водоотведения, отводящих сточные воды с санитарных территорий и площадок предприятий, следует определять методом предельных интенсивностей по формуле:

$$Q_r = \frac{Z_{mid} \cdot A^{1,2} \cdot F}{t_r^{1,2n-0,1}}, \text{ л/с}, \quad (1)$$

где F – расчетная площадь стока (23,02 га); Z_{mid} – среднее значение коэффициента, характеризующего поверхность бассейна стока (0,11); A и n – параметры, характеризующие, соответственно, интенсивность и продолжительность дождя для конкретной местности (при $n = 0,48$); t_r – расчетная продолжительность дождя, равная продолжительности протекания поверхностных вод по поверхности и трубам до расчетного участка, мин [12].

Чтобы рассчитать параметр A , используем следующую формулу:

$$A = q_{20} \cdot 20^n \left(1 + \frac{\lg P}{\lg m_r} \right)^\gamma, \quad (2)$$

где q_{20} – интенсивность дождя, л/с на 1 га, для данной местности продолжительностью 20 мин при $P = 1$ год (60 л/с · га); m_r – среднее количество осадков за год, принимаемое по данным СП 32.13330.2018 (120 мм); P – период однократного превышения расчетной интенсивности дождя (0,4 года); n – показатель степени (0,48); γ – показатель степени (1,33) [13].

Подставим значения в формулу и получим:

$$A = 60 \text{ л/с} \cdot \text{га} \cdot 20^{0,48} \left(1 + \frac{\lg 1}{\lg 120} \right)^{1,33} = 190,52. \quad (2.2)$$

Расчетную продолжительность протекания дождевых вод по поверхности и трубам до расчетного участка (створа) следует определять по формуле:

$$t_r = t_{con} + t_{can} + t_p, \text{ мин}, \quad (3)$$

где t_{con} – продолжительность протекания дождевых вод до уличного лотка или при наличии дождеприемников в пределах квартала до уличного коллектора (время поверхностной концентрации), 5 мин; t_{can} – расчетная скорость течения по трубам рассчитываемого створа (при отсутствии их в пределах квартала), мин; t_p – расчетная скорость течения на участке, мин [12].

Найдем расчетную скорость течения по трубам рассчитываемого створа по следующей формуле:

$$t_{can} = 0,021 \sum \frac{l_{can}}{v_{can}}, \text{ мин}, \quad (4)$$

где l_{can} – общая длина проектируемых лотков (1000 м); v_{can} – средняя скорость потока воды (0,75 м/с из расчета среднего уклона лотка 0,005, диаметра лотка 200 мм и его заполненности 30-70%); t_p – расчетная скорость течения на участке, мин [12].

Подставим значения в формулу:

$$t_{can} = 0,021 \sum \frac{1000 \text{ м}}{0,75 \text{ м/с}} = 28 \text{ мин.} \quad (4.1)$$

Найдем расчетную скорость течения на участке при помощи по формуле:

$$t_p = 0,017 \sum \frac{l_p}{v_p}, \text{ мин}, \quad (5)$$

где l_p – длина участков лотков (200 м); v_p – расчетная скорость течения на участке (1,25 м/с – расчетная скорость течения на участке v_p – определялась по номограмме при уклоне поверхности земли 0,005 и диаметре 400 мм):

$$t_p = 0,017 \sum \frac{560 \text{ м}}{1,25 \text{ м/с}} = 7,6 \text{ мин.} \quad (5.1)$$

Подставим значения в формулу:

$$t_r = 5 + 28 + 7,6 = 35,72 \text{ мин.} \quad (3.1)$$

Наконец, подставим все полученные числа в основную формулу гидравлического расчета:

$$Q_r = \frac{0,11 \cdot 190,52^{1,2} \cdot 23,02 \text{ га}}{35,72^{1,2 \cdot 0,48 - 0,1}} = 251,32 \frac{\text{л}}{\text{с}}. \quad (1.1)$$

Теоретический расход поверхностных сточных вод для природно-климатических условий с территории парка (23,02 га) составляет: $Q_r = 251,32 \text{ л/с}$. Это число превышает возможности естественного водоотведения более чем в 3 раза. По такому же принципу, изменяя число площади на 28,72 га, но не меняя формул, подсчитаем теоретический расход поверхностных сточных вод для природно-климатических условий с площади водосбора, на которой расположен участок проектирования парка, и получим: $Q_r = 313,55 \text{ л/с}$.

Результаты и их обсуждение. Расчеты гидрологического цикла для парка академика Сахарова производились с использованием описанной методики, основанной на нормативах.

С учетом почти полной площади впитывающего покрытия парка рассчитан потенциальный расход, но модель показала, что только малая часть будет выклиниваться на поверхность, а большая часть уйдет в грунт. Однако такой сток мог возникнуть при промерзшем или перенасыщенном грунте, поэтому система должна учесть и его. Расчетные максимальные расходы для

отдельных участков, до 16,5 л/с поверхностного стока, использовались при проверке работоспособности элементов системы осушения (водоприемников) [4, 14].

На основании расчетов система должна обеспечивать сбор поверхностных вод с покрытий и газонов, дренирование верхнего водоносного горизонта, устойчивый самотечный сток, фильтрационную разгрузку при подъеме уровня грунтовых вод и обход охранных зон, ЛЭП и подземных коммуникаций.

Самым эффективным методом водоотведения будет являться закрытая дренажная система, так как она не нарушает эстетический облик и ландшафт территории, обеспечивает необходимую норму осушения 1 м, имеет большой срок службы, позволяет эффективно работать на глубоком уровне грунтовых вод, снижает эксплуатационные нагрузки и обеспечивает равномерное осушение больших площадей.

Для подземного дренажа произведен отдельный расчет:

1. Задана планируемая схема – система равномерно распределенных горизонтальных дрен по всей площади парка.

2. Приняты интенсивность просачивания (W) за 0,00246 м/сут., длина дрены (L) за 100 м и ряд пробных расстояний между дренами.

3. Вычислен модуль дренажного стока (q) для разных ИГЭ.

4. Просуммированы вклады от всех участков в формирование стока.

В результате получено, что общий расход грунтовых вод со всей территории парка оценивается как $\approx 18-20 \text{ л/с}$. Этот расход является тем стоком, который должен уходить в дренажную сеть во время высокого стояния грунтовых вод. Он гораздо меньше поверхностного расхода при ливневых осадках, однако действует более длительно. Данный расход лег в основу гидравлического расчета дрен: было показано, что при уклонах (i) 0,005 трубы диаметром 150 мм способны пропустить до 15-20 л/с и будут работать неполным сечением ($h/d \leq 0,3$).

На основе гидрологических расчетов определены ключевые параметры водоотводящей системы: глубина заложения – 1,1-1,3 м; расстояние между дренами, рассчитываемое по формуле несовершенного дренажа, – 20-40 м; диаметр дренажных труб – 110-160 мм; материал ПНД – гофрированный; коллекторные линии – Ø200-315 мм [5, 14]. Система должна избегать пересечения охранных зон, использовать бестраншейные методы (если необходимо), быть защищенной от агрессивных грунтовых вод.

Выводы

Гидрологическое обоснование параметров и проектных решений дренажной системы парка имени академика Сахарова наглядно демонстрирует необходимость комплексного подхода к техногенно-загруженным территориям. Был проведен анализ природных и технических условий включая климатический режим, измененную гидрологию города и особенности почвы и подземных вод территории. Это позволило разработать корректную методику расчета, учитывающую как ливневый поверхностный сток, так и инфильтрационно-дренажные процессы в грунте. На основании произведенных расчетов определены оптимальные параметры закрытой дренажной сети: глубина дренажной сети составляет $\approx 1,2$ м; среднее расстояние между дренами ≈ 30 м; уклон – 0,005; диаметр трубы ≈ 175 мм. Результаты расчетного моделирования подтвердили,

что с такими параметрами система справляется со своей задачей, поскольку предотвращается скопление воды на поверхности, грунтовые воды опускаются до безопасного уровня и достигается норма осушения не менее 1 м.

Важно отметить, что заложенные в проект решения соответствуют требованиям действующих нормативных актов и основаны на передовой практике в области гидротехнического строительства. В частности, внедрение закрытого дренажа согласуется с рекомендациями для городских парков и обеспечивает долгосрочный эффект без негативных воздействий на экосистему. Кроме того, данный проект служит примером возможности сосуществования инженерных сооружений с природной средой: правильное планирование позволяет скрыть дренажную инфраструктуру и сохранить ландшафтный облик местности.

Список использованных источников

1. РМД 40-20-2016. Устройство сетей водоснабжения и водоотведения в Санкт-Петербурге: нормативно-технический документ / Правительство Санкт-Петербурга. СПб., 2016. URL: РМД 40-20-2016 Санкт-Петербург. Устройство сетей водоснабжения и водоотведения в Санкт-Петербурге – docs.cntd.ru (дата обращения: 12.02.2026)
2. Методика расчета объемов организованного и неорганизованного дождевого, талого и дренажного стока в системы коммунальной канализации. СПб.: Экология и право, 2000.
3. Методика расчета гидрологических характеристик техногенно-нагруженных территорий: СТП ВНИИГ 210.01. НТ-05 / ОАО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева». СПб., 2005. Official website. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293810/4293810427.pdf?ysclid=mqkroqg2aa273843229> (accessed February 16, 2026).
4. Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты: Методическое пособие. М.: Минстрой РФ, 2015
5. СП 32.13330.2018. Канализация. Наружные сети и сооружения: актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85. М.: Минстрой России, 2018
6. Росстрой. ФГУП «НИИ ВОДГЕО»: Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий... (пример расчета количественных характеристик поверхностного стока). М., 2006. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293841/4293841863.pdf?ysclid=mqkrs51qb8827430859> (accessed February 14, 2026).
7. СП 104.13330.2016. Инженерная защита территории от затопления и подтопления: актуализированная редакция СНиП 2.06.15-85. М.: Минстрой России, 2017.
8. СП 116.13330.2012. Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения: актуализированная редакция СНиП 22-02-2003. М.: Минрегион России, 2012
9. СНиП 2.07.01-89*. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений: с изм. № 1. 2000. М.: Госстрой СССР, 1989
10. Отчет Севзапгеология. Гидрогеологические, инженерно-геологические и геоэкологические исследования

References

1. RMD40-20-2016. Installation of water supply and sanitation networks in St. Petersburg: a regulatory and technical document / Government of St. Petersburg. St. Petersburg, 2016. Official website. URL: <https://docs.cntd.ru/document/456019724?ysclid=mqkrgyfx2376384108> (accessed February 12, 2026).
2. Methodology for calculating the volume of organized and unorganized rain, snowmelt and drainage runoff in municipal sewerage systems. St. Petersburg: Ecology and Law, 2000.
3. Methodology for calculating the hydrological characteristics of technogenically loaded territories: STP VNIIG 210.01. NT-05 / JSC VNIIG named after B.E. Vedenev. – St. Petersburg, 2005. Official website. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293810/4293810427.pdf?ysclid=mqkroqg2aa273843229> (accessed February 16, 2026).
4. Ministry of Construction and Housing and Communal Services of the Russian Federation. Methodological guide: Recommendations for calculating systems for collecting, diverting and purifying surface runoff from residential areas, enterprise sites and determining the conditions for its release into water bodies. Moscow: Ministry of Construction of the Russian Federation, 2015.
5. SP 32.13330.2018. Sewage system. Outdoor networks and structures: updated edition of SNiP 2.04.03-85. Moscow: Ministry of Construction of Russia, 2018.
6. Rosstroy. FSUE "VODGEO Research Institute". Recommendations for calculating systems for collecting, diverting and cleaning surface runoff from residential areas... (example of calculating quantitative characteristics of surface runoff). Moscow, 2006. Official website. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293841/4293841863.pdf?ysclid=mqkrs51qb8827430859> (accessed February 14, 2026).
7. SP 104.13330.2016. Engineering protection of the territory from flooding and flooding: updated edition of SNiP 2.06.15-85. Moscow: Ministry of Construction of Russia, 2017.
8. SP 116.13330.2012. Engineering protection of territories, buildings and structures from dangerous geological processes. Main provisions: updated edition of SNiP 22-02-2003. Moscow: Ministry of Regional Development of Russia, 2012.
9. SNiP 2.07.01-89*. Urban planning. Planning and building of urban and rural settlements: as amended No. 1, 2000. Moscow: Gosstroy of the USSR, 1989.

на участке ул. Антоновская – ул. Ключевая (Калининский район Санкт-Петербурга) с целью разработки мер по ликвидации подтопления. СПб., 2002

11. Портал пространственных данных «Национальная система пространственных данных». URL: https://nspd.gov.ru/map?thematic=PKK&zoom=14.482511140393079&coordinate_x=3385922.3319840273&coordinate_y=8394532.081593554&baseLayerId=36345&theme_id=1&is_copy_url=true (дата обращения: 06.12.2025)

12. *algoritm_sp.pdf*. URL: https://neodrain.ru/static/algoritm_sp.pdf (дата обращения: 06.12.2025)

13. Стафийчук И.Д., Безбородов Ю.Г., Хисамов Р.Р., Донгузов К.А. Научно-правовая основа и практика территориального планирования. М.: РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2025. 254 с. EDN: JGQWIF

14. Калининченко Р.В., Семенова К.С., Каблук О.В. Водопонижение и водоотлив как способ предварительного осушения территории парка академика Сахарова г. Санкт-Петербурга // Природообустройство. 2022. № 5. С. 36-44. DOI: 10.26897/1997-6011-2022-5-36-44. EDN: YQYSMC

Информация об авторах

Роман Владимирович Калининченко, канд. с.-х. наук, доцент; ORCID: 0000-0003-3136-8468; SPIN-код: 2750-7629; AuthorID: 891572; kalinichenko_rv@mail.ru

Юрий Германович Безбородов, д-р техн. наук, доцент; ORCID: 0000-0001-5293-2342; SPIN-код: 2247-1765; AuthorID: 271273; ubezborodov@rgau-msha.ru

Александр Анатольевич Ткачев, канд. техн. наук, доцент; ORCID: 0000-0002-7562-514X; SPIN-код: 3462-8289; AuthorID: 682772; a.tkachev@rgau-msha.ru

Вклад авторов

Р.В. Калининченко – анализ материалов исследований, подбор литературы, проведение расчётов
Ю.Г. Безбородов – подбор литературы и подготовка заключения
А.А. Ткачев – обоснование методики проведения исследований, оформление статьи

Конфликт интересов / Conflict of interest

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interest.

Поступила в редакцию / Received 25.02.2026

Поступила после доработки и рецензирования / Received 19.05.2026

Принята к публикации / Accepted 29.05.2026

10. Sevzapgeologiya report. Hydrogeological, engineering, geological and geoecological studies at the site of Antonovskaya St. – Klyuchevaya St. (Kalininsky district of St. Petersburg) in order to develop measures to eliminate flooding. St. Petersburg, 2002.

11. Spatial data portal “National Spatial Data System” URL: https://nspd.gov.ru/map?thematic=PKK&zoom=14.482511140393079&coordinate_x=3385922.3319840273&coordinate_y=8394532.081593554&baseLayerId=36345&theme_id=1&is_copy_url=true (accessed: 06.12.2025).

12. *algorithm_sp.pdf* URL: https://neodrain.ru/static/algorithm_sp.pdf (date of request: 06.12.2025).

13. Nauchno-pravovaya osnova i praktika territorialnogo planirovaniya / I.D. Stafyichuk. Yu.G. Bezborodov. R.R. Khisamov. K.A. Donguzov. Moskva: Rossiyskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet. 2025. 254 s.

14. Kalinichenko R.V. Dewatering and drainage as a method of preliminary drainage of the territory of Academician Sakharov Park in St. Petersburg / R.V. Kalinichenko, K.S. Semenova, O.V. Kablukov // Prirodobustroystvo. 2022. No. 5. – P. 36-44. DOI: 10.26897/1997-6011-2022-5-36-44. EDN: YQYSMC

Information about the authors

Roman V. Kalinichenko, CSs (Agro), associate professor, ORCID: 0000-0003-3136-8468; SPIN-code: 2750-7629, AuthorID: 891572, kalinichenko_rv@mail.ru

Yuri G. Bezborodov, DSs (Eng), associate professor, associate professor, ORCID: 0000-0001-5293-2342; SPIN-code: 2247-1765, AuthorID: 271273, ubezborodov@rgau-msha.ru

Alexander A. Tkachev, CSs (Eng), associate professor, ORCID: 0000-0002-7562-514X; SPIN-code: 3462-8289, AuthorID: 682772, a.tkachev@rgau-msha.ru

Author's contribution

R.V. Kalinichenko – analysis of research materials, literature review, performance of calculations
Yu.G. Bezborodov – selection of literature and preparation of the conclusion
A.A. Tkachev – substantiation of the research methodology, design of the article