

Оригинальная статья

УДК 502/504:631.6

DOI: 10.26897/1997-6011-2022-5-36-44

ВОДОПОНИЖЕНИЕ И ВОДООТЛИВ КАК СПОСОБ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ОСУШЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ ПАРКА АКАДЕМИКА САХАРОВА Г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

КАЛИНИЧЕНКО РОМАН ВЛАДИМИРОВИЧ , канд. с.-х. наук, доцент
kalinichenko_rv@mail.ru

СЕМЕНОВА КРИСТИНА СЕРГЕЕВНА , канд. техн. наук, доцент
kristi11.05.88@yandex.ru

КАБЛУКОВ ОЛЕГ ВИКТОРОВИЧ, канд. техн. наук, доцент
o.kablukov@rgau-msha.ru

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 125434, г. Москва, ул. Б. Академическая, 44, Россия

Цель работы – определить причины переувлажнения территории, спроектировать систему временного предварительного осушения, обеспечивающую эффективное отведение избыточных вод в период строительства постоянной осушительной системы в условиях парка академика Сахарова. Основными причинами избыточного увлажнения в пределах объекта являются влажный климат (осадки превышают испарение в 2,8 раза), неглубокое залегание водоупоров водоносного горизонта, высокое положение грунтовых вод, что приводит к образованию линз верховодки в течение года. Согласно климатическим и гидрогеологическим исследованиям перед началом работ по строительству осушительной системы следует произвести предварительное осушение. Рассмотрены конструктивные особенности системы водопонижения и водоотлива, а также этапы строительства. Согласно расчетам по водоотливу в условиях парка академика Сахарова при мощности дренируемого водоносного пласта в пределах 1,0...1,4 м, средней глубине залегания водоупора 2,0...2,3 м и длине траншеи от 110...225 м время на осушение составляет 5...6 сут., а расчетный приток воды к устью траншеи находится в пределах 3,29...3,85 м³/сут. Для обеспечения эффективной работы по водоотливу из траншеи с длиной до 225 м и при мощности дренируемого водоносного пласта до 1,4 в гидрогеологических условиях территории парка Сахарова рекомендуется применять отечественное насосно-силовое оборудование типа «Вихрь» ДН-400 с расходом 11,5 м³/ч.

Ключевые слова: водоотлив, водопонижение, осушение, Санкт-Петербург, парк Академика Сахарова

Формат цитирования: Калининченко Р.В., Семенова К.С., Каблуков 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.

Статья подготовлена при поддержке Минобрнауки России в рамках соглашения № 075-15-2021-032 от «23» марта 2021 г. о предоставлении гранта в форме субсидии на создание и развитие инжинирингового центра на базе образовательной организации высшего образования и (или) научной организации в рамках реализации федерального проекта «Развитие инфраструктуры для научных исследований и подготовки кадров» национального проекта «Наука и университеты»

© Калининченко Р.В., Семенова К.С., Каблуков О.В., 2022

Original article

WATERDRAWDOWN AND DEWATERING AS A METHOD OF PRELIMINARY DRAINAGE OF THE TERRITORY OF THE PARK OF ACADEMICIAN SAKHAROV, ST. PETERSBURG

KALINICHENKO ROMAN VLADIMIROVICH , candidate of agricultural sciences, associate professor
kalinichenko_rv@mail.ru

SEMENOVA KRISTINA SERGEEVNA , candidate of technical sciences, associate professor
kristi11.05.88@yandex.ru

KABLUKOV OLEG VICTOROVICH, candidate of technical sciences, associate professor
o.kablukov@rgau-msha.ru

Russian state agrarian university – MAA named after C.A. Timiryazev; 125434, Moscow, B. Academicheskayul., 44. Russia

The purpose of our work is to determine the causes of overwetting of the territory, to design a temporary pre-drainage system that ensures the effective removal of excess water during the construction of a permanent drainage system in the conditions of the Academician Sakharov Park. The main causes for excessive moisture within the object are: humid climate (precipitation exceeds evaporation by 2.8 times), shallow occurrence of the aquifer confining layer, high ground water position, which leads to the formation of headwater lenses during the year. According to climatic and hydrogeological studies, prior drainage should be carried out before starting work on the construction of a drainage system. The article considers in detail the design features of the water drawdown and dewatering, as well as the stages of construction. According to calculations on dewatering in the conditions of the Academician Sakharov Park with the capacity of the drained aquifer 1.0...1.4 m, the average depth of the confining layer 2.0 ...2.3 m and trench lengths from 110 ...225 m, the time for drainage is 5...6 days, and the estimated inflow of water to the mouth of the trench is within 3.29...3.85 m³/day. To ensure effective work on dewatering from a trench with lengths of up to 225 m and with a drained aquifer capacity of up to 1.4 in the hydrogeological conditions of the territory of the Sakharov Park, it is recommended to use domestic pumping and power equipment of the «Vihr» type DN-400 with a flow rate of 11.5 m³/h.

Keywords: dewatering, water drawdown, drainage, Saint-Petersburg, Academician Sakharov Park

Format of citation: Kalinichenko R.V., Semenova K.S., Kablukov O.V. Water drawdown and dewatering as a method of preliminary drainage of the territory of the park of Academician Sakharov, St. Petersburg // Prirodoobustrojstvo. – 2022. – № 5. – P. 36-44. DOI: 10.26897/1997-6011-2022-5-36-44.

The article was prepared with the support of the Ministry of Education and Science of Russia within the framework of the agreement No. 075-15-2021-032 of March 23, 2021 on the provision of a grant in the form of a subsidy for the creation and development of an engineering center on the basis of an educational organization of higher education and (or) a scientific organization as part of the implementation of the federal project «Development of infrastructure for scientific research and personnel training» of the national project «Science and Universities»

Введение. Парк Академика Сахарова расположен в Калининском районе, в центральной исторической части г. Санкт-Петербурга. Территория ограничена с юго-востока Пискаревским проспектом, с юга – проспектом Маршала Блюхера, с северо-запада – застройкой Замшиной улицы и Бестужевской улицей. Кадастровая площадь парка составляет 228635 м². Планировка территории регулярно-пейзажная, состоящая в основном из газонных трав и деревьев (липа, тополь, дуб, рябина и др.), куртинами размещены кустарники (барбарис, спирея, сирень, жимолость). Парк является местом культурного и активного отдыха, где проходят праздники и мероприятия.

Большая часть земель территории Санкт-Петербурга, в том числе парка Сахарова, находится в переувлажненном состоянии. На рассматриваемой территории часто фиксируется образование луж на пониженных элементах рельефа, что приводит к затоплению пешеходных дорожек и ухудшению условий произрастания газонных трав и древесно-кустарниковых

пород. Многие газоны и дорожки на протяжении всего года находятся «в воде». В результате переувлажнения страдают не только растения, но фундаменты сооружений по всему городу [1].

С целью регулирования водного режима на территории парка требуется строительство осушительной системы. Строительство осушительной сети необходимо начинать с предварительного водопонижения, то есть снижения уровня подземных вод для проведения временных строительных или ремонтных работ [2]. Поверхностное водопонижение считается самой востребованной методикой водоотвода [3]. На участке организуют систему траншей с дренами, вода просачивается через откосы, стекает в специальные водоприемные колодцы, и с помощью насосов воду откачивают в систему городской канализации. В дальнейшем данная система будет использоваться как постоянная осушительная система [4].

Цель исследований – определить причины переувлажнения территории парка,

спроектировать систему временного предварительного осушения, обеспечивающую формирование оптимального водного режима и эффективное отведение избыточных вод в период строительства осушительной системы постоянного действия в условиях парка Сахарова.

Материалы и методы исследований.

Парк располагается в Центральном подрайоне Приневского ландшафтного района и представляет собой склон южной экспозиции с перепадом высот от 16,94 до 12,40 м над уровнем моря (Балтийская система высот), вытянутой с севера на юг на 730 м. Длина участка составляет 670 м, ширина – 400 м. Абсолютная максимальная отметка – 18,19 м, абсолютная минимальная отметка – 12,02 м.

Причина переувлажнения почв парка складывается в особых климатических и гидрогеологических условиях. Климат территории умеренный, влажный, переходный от умеренно-континентального к умеренно-морскому, который находится под влиянием воздушных масс реки Невы и Балтийского моря. Годовое количество осадков в 660 мм/год превышает испаряемость на 330 мм/год, а также превышает испарение – 240 мм/год – в 2...3 раза. Это говорит об переувлажнении территории парка за счет осадков.

По составу и физико-механическим свойствам на исследуемом участке выделено 6 инженерно-геологических элементов (ИГЭ). Верхний слой представлен насыпными грунтами и верхнечетвертичными отложениями (озерно-ледниковые). ИГЭ-1 – насыпные грунты слежавшиеся: супеси, пески с обломками кирпичей, древесины, с растительными остатками с мощностью от 0,3 до 2,3 м, расположенные на глубине от 0,3

до 2,3 м. Насыпные грунты: пески пылеватые, супеси – сильнопучинистые и чрезмерно пучинистые. Озерно-ледниковые отложения представлены песками. ИГЭ-2 – пески мелкие средней плотности, коричневые влажные и насыщенные водой мощностью от 0,2 до 4,0 м, на глубине от 0,1 до 1,6 м. Пески мелкие – сильнопучинистые и чрезмерно пучинистые. ИГЭ-3 – пески пылеватые средней плотности, коричневые влажные и насыщенные водой с прослоями супесей на глубине от 0,8 до 2,6 м, мощностью от 0,5 до 3,6 м. Пески пылеватые – сильнопучинистые и чрезмерно пучинистые. Водоносный горизонт состоит из насыпного грунта (ИГЭ-1) и озерно-ледниковых отложений, представленных песками мелкими (ИГЭ-2) и пылеватыми (ИГЭ-3, на глубине от 0,8 до 2,6 м) общей мощностью 1,0...3,5 м [5] (рис. 1).

Относительным водупором являются озерно-ледниковые суглинки (ИГЭ-4 на глубине от 2,3 до 4,0 м) и ледниковые отложения: супеси (ИГЭ-5 на глубине от 1,8 до 4,0 м), и суглинки (ИГЭ-6 на глубине от 1,3 до 3,6 м). ИГЭ-4 – суглинки тяжелые пылеватые текучеplastичные, с прослоями мягкоplastичных, коричневатосерых ленточных тиксотропных суглинков, расположенных на глубине от 2,3 до 4,0 м, мощностью от 1,0 до 2,7 м, в основном сильно пучинистые и реже – чрезмерно пучинистые. ИГЭ-5 – супеси пылеватые пластичные серые с гравием, галькой до 5% на глубине от 1,8 до 4,0 м, мощностью от 1,0 до 2,9 м, являющиеся среднепучинистыми. ИГЭ-6 – суглинки легкие пылеватые полутвердые, серые с гравием, галькой, до 5% на глубине от 1,3 до 3,6 м, мощностью от 1,2 до 3,7 м, являющиеся слабопучинистыми [5] (рис. 1).

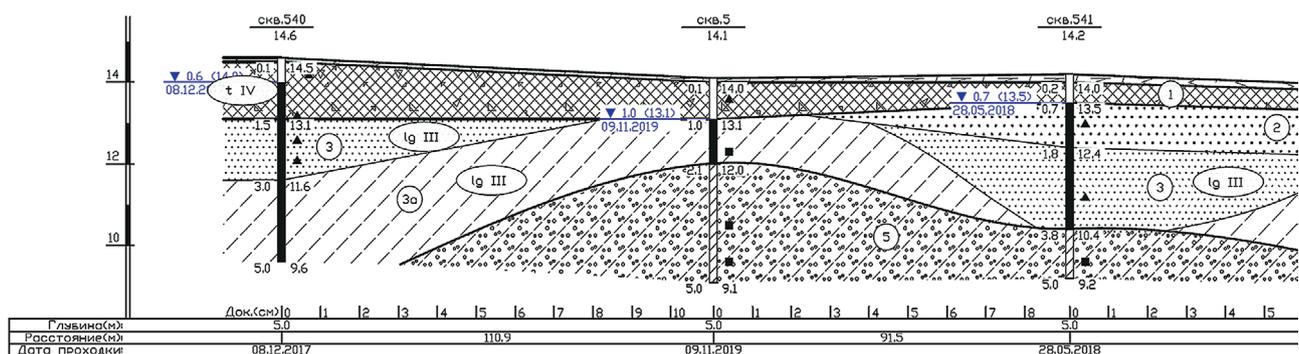


Рис. 1. Гидрогеологический разрез по скважинам 540-5-541 парка Академика Сахарова

Fig. 1. Hydrogeological section of wells 540-5-541 of the park of Academician Sakharov

– насыпные грунты: супеси, пески влажные с обломками кирпичей, древесины,

растительными остатками, с глубиной 0,6 м, насыщенные водой;

– bulk soils: loams, wet sands with fragments of bricks, wood, plant residues, with a depth of 0.6 m, saturated with water;

//// – супеси пылеватые текучие серые с прослоями супесей;
– dusty fluid grey sandy loams with layers of loams;

..... – пески пылеватые средней плотности коричневые насыщенные водой с прослоями супесей;
– medium density brown dusty sands saturated with water with layers of sandy loams;

..... – суглинки легкие пылеватые полутвердые серые с гравием, галькой до 5%
– light pulverized semi-hard gray loams with gravel, pebbles up to 5%

Для наблюдения за режимом подземных вод были уставлены 3 наблюдательные скважины (пьезометрические) – 3,6,7. Грунтовые воды расположены в толще озерно-ледниковых отложений. Максимальное положение уровня грунтовых вод наблюдается в периоды снеготаяния и выпадения обильных осадков в середине лета и удерживается на глубине 0,54...0,72 м в зависимости от рельефа, а осенью 2019 г. уровень грунтовых вод установился на глубине 0,2...0,3 м, достигнув высокого критического. В северной части парка глубина грунтовых вод может быть выше 0,7...0,8 м от дневной поверхности. В южной части парка в периоды повышения уровня грунтовые воды могут образовывать открытую водную поверхность в понижениях рельефа.

Переувлажнению территории способствует неглубокое залегание водоупора водоносного горизонта, затрудняющего инфильтрацию атмосферных осадков вглубь разреза четвертичных отложений. В условиях высокого положения грунтовых вод и поступления обильных осадков формируется местный поверхностный сток. Во влажные периоды года происходит соединение уровня грунтовых вод и верховодки, что приводит к длительному подтоплению земель парка и фундаментов сооружений, активизируется процесс заболачивания. Тип водного питания – смешанный (грунтовый, атмосферный и, как следствие, формирования намывного типа питания). Для борьбы с переувлажнением территории парка, для понижения уровня грунтовых вод, уменьшения плотности и увеличения пористости верхних слоев почвы и грунтов требуется строительство осушительной системы [1, 4, 6, 7].

В соответствии с рекомендациями Технического отчета по инженерно-геологическим изысканиям (074-19К-ИГИ), СП 104.13330.2016, СП 116.13330.2012, СП 100.13330.2016 и рекомендаций специалистов в области осушительных мелиораций и ландшафтного строительства для территорий спортивно-оздоровительных объектов и зон рекреационного и защитного назначения (зеленые насаждения общего пользования, парки, санитарно-защитные зоны) норму осушения следует принимать равной 1 м.

В качестве способа осушения на территории парка Сахарова был выбран закрытый горизонтальный дренаж исходя из следующих соображений: дренаж находится в толще почвогрунта и не влияет на эстетическую привлекательность ландшафта; не снижает коэффициент земельного использования территории и позволяет осуществлять различные виды хозяйственных, организационных, культурных и других мероприятий на большей территории

парка (более 90%) в рамках, ограниченных архитектурно-ландшафтной композицией; не требует значительных финансовых и трудовых затрат при его эксплуатации по сравнению с открытыми осушителями (каналами). Общее топографическое состояние территории, в том числе уклон склонов, позволяет запроектировать закрытый горизонтальный дренаж с бесподпорным самотечным стоком дренажных вод.

На территориях с высоким уровнем грунтовых вод разработку траншей следует начинать с более низких мест для обеспечения стока воды и осушения вышележащих участков (СП 81.13330.2017), то есть с предварительного отвода грунтовых вод и создания системы водопонижения. Система водопонижения предусматривает сначала строительство водосборных колодцев с насосами на пониженных элементах рельефа парка, куда скапливается основной сток поверхностных и грунтовых вод на небольшом расстоянии от технологических точек сброса (колодец) городской канализационной сети, и проведение работ по водоотливу (рис. 2) [6].

Для отвода поверхностного и дренажных стоков выделены 3 точки подключения системы водопонижения к местной городской канализационной сети в виде водосборных колодцев (рис. 2) с общим максимальным расходом стока, равным 80 л/с, согласно техническим условиям ГБУ «Водоканал» г. Санкт-Петербурга. Из водосборных колодцев откачиваемая вода по водосборному трубопроводу диаметром 152 мм (толщина стенки – 4 мм) отводится в систему канализации. Водосборной трубопровод монтируется на деревянных опорах. Расстояние между опорами составляет 5,0 м. Для защиты поверхности грунтов от размыва производится крепление колодцев щебнем фракции 20...40 мм. Затем устраивают небольшие участки траншеи глубиной 2 м, начиная с пониженных, и далее продвигаются выше по уклону. В траншее предусмотрена фильтрующая подсыпка из песчано-гравийной смеси (толщина слоя – 200 мм), обеспечивающая лучшую инфильтрацию вод и дренажную канавку из щебня (толщина слоя – 250 мм с уклоном 0,007) [8-10].

Для предотвращения засорения водосборного колодца дренажным стоком входные отверстия перекрываются металлической сеткой с ячейкой 5 × 5 мм. С помощью насосов воду откачивают из водоприемного колодца в систему городской ливневой канализации с обязательной предварительной очисткой воды через фильтрующий материал.

Общая протяженность водоотводной сети с водопонижением составляет 519 м. Уклон водосборного трубопровода – не менее 0,005.

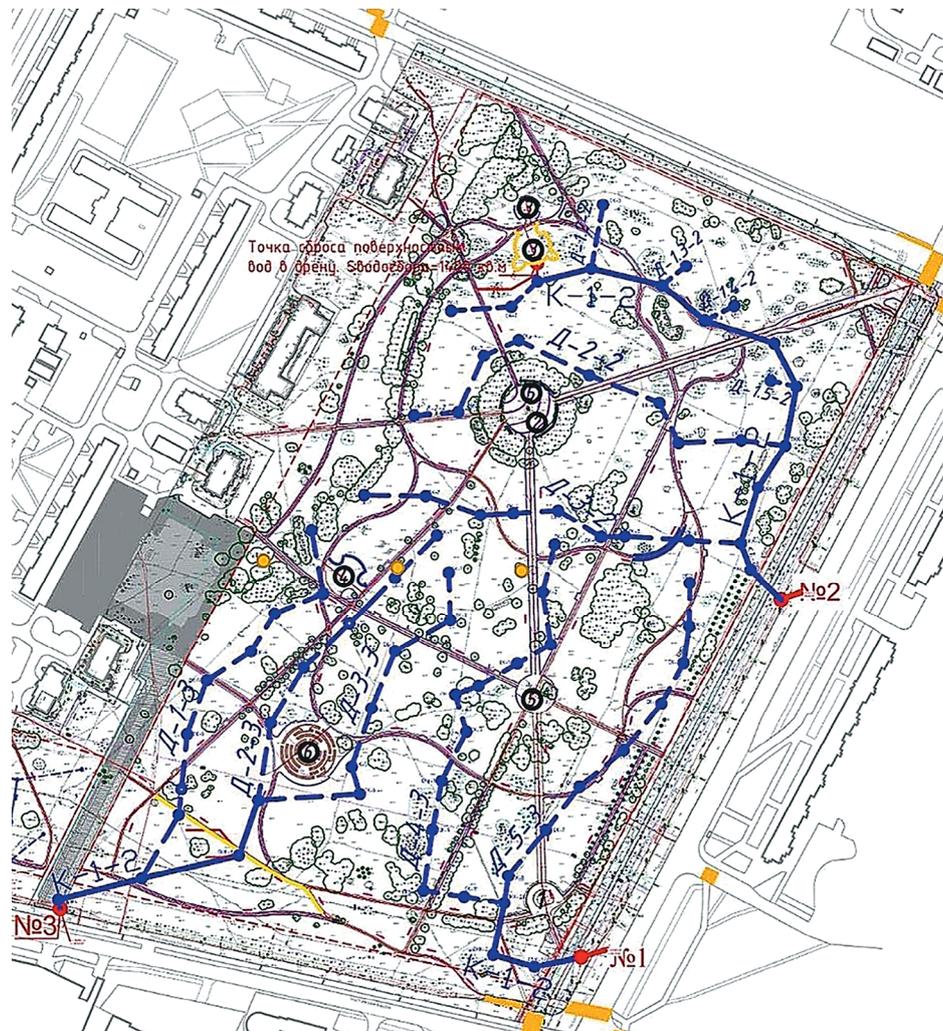


Рис. 2. План водопонижения в парке академика Сахарова

Fig. 2. Plan of dewatering in the park of Academician Sakharov

- Д-5-3 – смотровой колодец с проектируемой в будущем закрытой дренажной сетью;
– an inspection well with a closed drainage network projected in the future;
- К-1-1 – открытый коллектор сети водоотлива / an open collector of the drainage network;
- №4 – рекомендуемая точка технологического подключения сети водопонижения и водоотлива с системой городской канализации;
– the recommended point of the technological connection of the dewatering and drainage network with a city sewerage system;
- лоток водоотводный / a drainage tray;
- труба для сброса поверхностных вод в колодец / a pipe for discharging surface water into a well;
- сбросной колодец, расположенный рядом с технологической точкой городской канализации;
– a discharge well located next to the technological point of the city sewerage;
- 1 – памятники и площадки для отдыха / monuments and recreation areas;
- 3 скважины № 540, № 5, № 541 / 3 wells No. 540, No 5, No 541

Разработка траншеи в грунтах природной плотности и естественной влажности производится одноковшовым экскаватором, оборудованным обратной лопатой с ковшем вместимостью 1,0 м³ (ковш с зубьями). Глубина траншеи составляет 2 м. При строительстве колодцев и котлованов устраивается подсыпка из песчано-гравийной смеси по дну толщиной 300 мм.

Вертикальное сопряжение линейных элементов сети происходит через колодцы (рис. 3). Глубина колодца централизованной городской сбросной безнапорной сети (с трубой диаметром

700 мм и с трубой диаметром 900 мм) составляет 1,9-4 м в зависимости от местоположения технологической точки подключения (сброса). Точка № 3 – глубина подключения 1,8 м, точка № 2-3,6 м, точка № 1-3 м.

Водосбросные колодцы (СбК-1, СбК-2, СбК-3) устанавливаются непосредственно перед технологической точкой приема воды, сбрасываемой в городскую канализационную систему. Диаметр сбросного колодца, изготавливаемого в соответствии с ТУ 2248-001-73011750-2005, составляет 1000 мм. Такое конструктивное

решение позволяет в дальнейшем более эффективно эксплуатировать будущую дренажную сеть, а именно проводить очистку колодца и промывку дрен.

Присоединение трубы сбросного коллектора (200 мм) к водосбросному колодцу требуется производить на проектных отметках, отвечающих требованиям бесподпорного самотечного

приема воды. Проектную отметку устья сбросного коллектора в точке подключения № 1 следует принимать равной не ниже 9,50 м, в точке № 2 – не ниже 11,00 м, в точке № 3 – не ниже 10,22 м. Вертикальное сопряжение линейных элементов сети – от Д-1-3 к точке технологического подключения сети водопонижения и водоотлива с системой городской канализации № 3 (рис. 3).

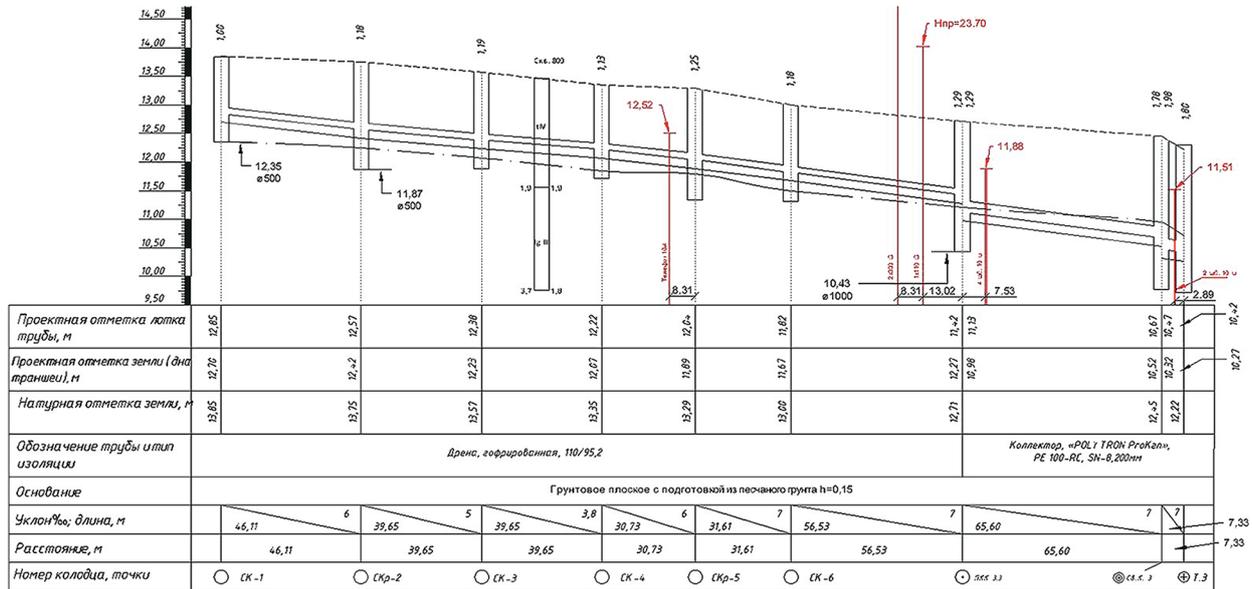


Рис. 3. Продольный профиль дрена Д-1-3-К-1-3 – точка № 3

Fig. 3. Longitudinal profile of the drain D-1-3-K-1-3-point No. 3

- – поверхность земли / the surface of the earth;
- ▭ – проектная глубина траншеи / design depth of the trench;
- СК-1 – смотровой колодец / inspection chamber;
- СК-2 – смотровой колодец ревизионный / inspection revisionwell;
- СК-3 – приемный колодец коллектора / collector's receiving well;
- ⊕ Т.3 – технологическая точка № 3 / technological point No 3

Расход однолинейной горизонтальной дрены совершенного типа в безнапорном пласте определяется по преобразованной формуле Дюпюи [11]:

$$q = \frac{k \cdot H^2}{R_t}, \quad (2)$$

где q – расход дрены на единицу ее длины; H – непониженный напор в водоносном пласте; R_t – радиус депрессии в момент времени, определяемый по формуле.

Расход однолинейной горизонтальной дрены несовершенного типа в тех же условиях определяется по формуле А.В. Романова [11]:

$$q = k \left[\frac{h^2}{R_t} + \frac{2\pi(H-T)}{\ln \frac{2T}{\pi b} + \frac{\pi R_t}{2T}} \right], \quad (3)$$

где k – коэффициент фильтрации, м/сут. [12]; h – расстояние от подошвы дрены до непониженного уровня воды, м; T – расстояние от подошвы дрены до водоупора, м; b – ширина дрены, м; R_t – радиус депрессии в момент времени t , определяемый по формуле:

$$R_t = \sqrt{3 \frac{k}{\mu} \cdot H \cdot t}; \quad (4)$$

μ – коэффициент водоотдачи, μ (для определения коэффициента водоотдачи используется график зависимости коэффициента водоотдачи от коэффициента фильтрации); H – средняя мощность дренируемого водоносного пласта в начальный момент времени, м; t – принятое время от начала работы дренажа, сут., $t = 2$ сут.

Время на осушение определяется по формуле:

$$t = \frac{R_t^2}{3 \cdot S_0 \cdot \frac{k}{\mu}}, \quad (5)$$

где $S_0 = H - h_0$ – напор воды, понижаемый в канале, м; H – расстояние от подошвы дрены до непониженного уровня; h_0 – минимальное превышение от подошвы дрены до пониженного уровня воды в канале.

Расчетный приток к устью траншеи определяется по формуле:

$$Q = q \cdot L. \quad (6)$$

Время работы насоса рассчитывается по формуле:

$$t_{\text{нас}} = 24 \cdot \frac{Q}{Q_i} \quad (7)$$

Результаты и их обсуждение. Применение метода водопонижения обусловлено снижением рисков прорыва подземных плывунов на водонасыщенных участках, а также с целью обеспечения общей устойчивости грунта, придания ему дополнительной прочности при проведении выемки грунта. Наиболее часто на практике применяется способ открытого водопонижения, когда в нескольких местах по площади участка устраиваются колодцы или бурятся скважины. Удаление воды из них производится при помощи наносов

с последующим отведением через дренажные канавы. В этом случае образуется устойчивая депрессионная кривая с пониженным уровнем подпочвенных вод [6].

Одним из этапов проведения мелиоративных работ является разработка траншей под прокладку проводящей сети [13] на территории парка. Сложность данного технологического процесса напрямую обусловлена физическими и водно-физическими свойствами залегаемых грунтов и высоким уровнем грунтовых вод. В связи с этим проектом предусмотрен расчет эффективно действующего водоотлива открытого типа.

Результаты расчета водоотлива и работы насосно-силового оборудования на участке строительства представлены в таблице.

Таблица

Расчет водоотлива на территории парка Академика Сахарова

Table

Calculation of drainage on the territory of the Academician Sakharov park

Параметр <i>Parameter</i>	Ед. изм. <i>Unit of measurement</i>	Технологическая точка, № <i>Technological point, No</i>		
		1	2	3
Номер скважины, соответствующей технологической точке <i>No of the technological well corr Number of the well corresponding to the technological point</i>	№	3	343	808
tIV (ИГЭ-1), мощность, м / capacity, m	м	0,9	0,4	1,5
Коэффициент фильтрации, Кф₁ <i>Coefficient of filtration, C_{f1}</i>	м/сут / m / day	2	2,0	2
IgIII (ИГЭ-2) (№ 2), мощность, м / capacity, m	м	1,1	1,9	0,8
Коэффициент фильтрации. Кф₂ <i>Coefficient of filtration, C_{f2}</i>	м/сут / m / day	2	2	2
IgIII (ИГЭ-3) (№ 3), мощность, м / capacity, m	м	1,4	2,7	1,8
Коэффициент фильтрации, Кф₃ <i>Coefficient of filtration, C_{f3}</i>	м/сут / m / day	0,02	0,02	0,015
Средний коэффициент фильтрации водосодержащей толщи, k <i>Average filtration coefficient of water-containing strata, c</i>	м/сут / m / day	2,0	2,0	2,0
Коэффициент водоотдачи, μ <i>Water efficiency coefficient, μ</i>	Доля / share	0,17	0,17	0,17
Глубина грунтовых вод до водопонижения (непониженный уровень по данным геологического отчета) <i>Depth of ground water before water draw down according to the geological report)</i>	м	0,6	1,0	0,9
Глубина залегания водоупора <i>Depth of occurrence of water confining layer</i>	м	2,0	2,3	2,3
Тип дренажа <i>Type of draining</i>		Соверш. <i>Performed</i>	Несовер. <i>Not per- formed</i>	Несовер. <i>Not per- formed</i>
Средняя мощность дренируемого водоносного пласта в начальный момент времени, Н <i>Average capacity of the drained aquifer at the initial moment in time, N</i>	М / m	1,4	1	1,1

Параметр <i>Parameter</i>	Ед. изм. <i>Unit of measurement</i>	Технологическая точка, № <i>Technological point, No</i>		
		1	2	3
Радиус депрессии в момент времени t, Rt <i>Radius of depression at the moment of time t, Rt</i>	м	8,40	9,94	8,40
Расстояние от подошвы дрены до водоупора, T <i>Distance from the drain sole to the confining layer, T</i>	м	0,0	0,3	0,3
Ширина траншеи по основанию, b <i>Trench width at the base, b</i>	м	0,7	0,7	0,7
Расход однолинейной горизонтальной дрены, q <i>Flow rate of single-line horizontal drain, q</i>	м³/сут нап.м. <i>m₃/day</i> <i>per running meter</i>	0,39	0,45	0,50
Радиус депрессии в момент времени t, Rt <i>Radius of depression at the moment of time t, Rt</i>	м	9,94	8,40	8,81
Время на осушение, t / Time for drying, t	Сутки / day	5,3	6,2	5,9
Принятая длина траншеи (усредненная по отношению ко всей длине коллектора), L <i>Accepted trench length (averaged with relation to the entire length of the collector), L</i>	м	110	225	184
Расчётный приток к устью траншеи, Q <i>Estimated inflow to the mouth of the trench, Q</i>	м³/сут / m³ / day	43,38	100,71	92,45
	м³/час / m³ / hour	1,81	4,20	3,85
Расход насоса (Вихрь ДН-400), Q_н <i>Pump capacity (Vihr DN-400), Q_n</i>	м³/час / m³ / hour	11,5	11,5	11,5
	м³/сут / m³ / day	276	276	276
Время работы насоса, t_{нас} <i>Time of pump operation, t_{нас}</i>	маш.-час./сут. <i>mach.-hour / day</i>	3,8	8,8	8,0

Расчет водоотлива на территории парка Академика Сахарова был проведен для трех коллекторов со средней длиной 173 м, каждый из которых соединен с технологической точкой: № 1 – совершенной дрены; № 2 и № 3 – несовершенной дрены. Установленная глубина грунтовых вод до водопонижения согласно геологическим отчетам в среднем в точке № 1 равна 0,6 м, в точке № 2-1,0 м, в точке № 3-0,9 м. Мощность дренируемого водоносного пласта после проведения водопонижения установится на глубине 1,4 м; 1 м; 1,1 м. Расчетный приток к устью траншеи составляет 43,38 м³/сут., 100,71 м³/сут., 92,45 м³/сут. соответственно по следовательности указанных скважин.

Для откачки воды используется дренажный насос Вихрь ДН-400 с максимальным расходом 11500 л/ч (276 м³/сут.) и напором до 8 м. Время, необходимое для понижения уровня грунтовых вод до проектной, соответствует 5,3 сут.; 6,2 сут.; 5,9 сут. – при непрерывной работе насоса соответственно. Стоимость строительства составила от 400 000 до 500 000 руб.

Выводы

Основными причинами избыточного увлажнения в пределах объекта являются влажный климат (осадки превышают испарение

в 2,8 раза), неглубокое залегание водоупоров водоносного горизонта и высокое положение грунтовых вод. От длительного переувлажнения парка страдают растения, активизируется процесс заболачивания. Климатические и гидрогеологические особенности территории парка Сахарова обуславливают необходимость проведения следующих мероприятий по осушению земель.

1. Проектом предусмотрена организация водоотлива открытого типа из траншей для своевременного удаления дождевых и грунтовых вод и формирования необходимого мелиоративного режима на участке перед строительством осушительной сети. Согласно сводам правил по осушению земель для территорий спортивно-оздоровительных объектов и зон рекреационного и защитного назначения (зеленые насаждения общего пользования, парки, санитарно-защитные зоны) норму осушения следует принимать равной 1 м.

2. Согласно расчетам по водоотливу в условиях парка Академика Сахарова при мощности дренируемого водоносного пласта в пределах 1,0...1,4 м, средней глубине залегания водоупора 2,0...2,3 м, длине траншей от 110...225 м время на осушение составляет 5...6 сут., а расчетный приток воды к устью траншеи находится в пределах 3,29...3,85 м³/сут.

3. Для обеспечения эффективной работы по водоотливу из траншеи с длиной до 225 м и при мощности дренируемого водоносного пласта до 1,4 в гидрогеологических

условиях территории парка Сахарова рекомендуется применять отечественное насосно-силовое оборудование типа «Вихрь» ДН-400 с расходом 11,5 м³/ч.

Библиографический список

1. **Ковязин В.Ф.** Инженерное обустройство территорий: учебное пособие. – СПб.: Лань, 2015. – 480 с.
2. **Сольский С.В., Булганин Е.В., Герасимова Е.В.** Проблемы реконструкции дренажа в условиях плотной застройки // Известия ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева. – 2008. – Т. 252. – С. 27-35.
3. **Давыдова Я.С., Семанина Е.П.** Осушение как способ защиты от действия грунтовых вод возводимых объектов строительства при подготовке территории под застройку на насыпных грунтах // Синергия Наук. – 2016. – № 6. – С. 575-597.
4. **Каблуков О.В.** Эксплуатация и мониторинг систем и сооружений: учебное пособие. – М.: Спутник+, 2019. – 285 с.
5. ГОСТ 25100-2020. Межгосударственный стандарт. Грунты. Классификация. – М.: Стандартинформ, 2020. – 38 с.
6. Откачка воды из котлована. Информационный портал kakfundament. – URL: <https://kakfundament.ru/kotlovan/vodootliv> (дата обращения: 23.09.2022).
7. **Аверьянов С.Ф.** Управление водным режимом мелиорируемых сельскохозяйственных земель / Под общ. ред. Ю.Н. Никольского. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2015. – 540 с.
8. **Пчёлкин В.В.** Осушение земель поселений: Учебное пособие. – М.: «Спутник+», 2021. – 178 с.
9. **Каблуков О.В.** Формирование функциональных блоков гидромелиоративных систем высокого ранга организованности // Мелиорация и водное хозяйство. – 2021. – № 5. – С. 18-24.
10. **Семенова К.С., Каблуков О.В.** Методика мониторинга двустороннего регулирования влажности почвы при эксплуатации инженерных мелиоративных систем // Природообустройство. – 2021. – № 4. – С. 23-30.
11. ВСН 045-72. Ведомственные строительные нормы. Указания по проектированию дренажа подземных гидротехнических сооружений. – М.: Гидропроект, 1973. – 114 с.
12. **Солодухин М.А., Архангельский И.В.** Справочник техника-геолога по инженерно-геологическим и гидрогеологическим изысканиям. – М.: Недра, 1982. – 288 с.
13. **Semenova K.S., Kablukov O.V.** Methodology for monitoring soil moisture in systems of double-acting irrigation // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2022. – Т. 981, № 2. – С. 1-7.

Критерии авторства

Калиниченко Р.В., Семенова К.С., Каблуков О.В. выполнили теоретические и экспериментальные исследования, на основании которых провели обобщение и написали рукопись. Имеют на статью авторское право и несут ответственность за плагиат.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Статья поступила в редакцию 26.09.2022

Одобрена после рецензирования 18.10.2022

Принята к публикации 25.10.2022

References

1. **Kovyazin V.F.** Inzhenernoe obustroystvo territorij. – 1-e, Novoe. – SPb: Lan', 2015. – 480 s.
2. **Solskij S.V., Bulganin E.V., Gerasimova E.V.** Problemy rekonstruktsii drenazha v usloviyah plotnoj zastrojki. // Izvestiya VNIIG im. B.E. Vedeneeva. – 2008. – Tom 252. – S. 27-35.
3. **Davydova Ya.S., Semanina E.P.** Osushenie kak sposob zashchity ot dejstviya gruntovyh vod vozvodimyh objektov stroitelstva pri podgotovke territorii pod zastrojku na nasypnyh gruntax // Sinergiya Nauk. – 2016. – № 6. – S. 575-597.
4. **Kablukov O.V.** Ekspluatatsiya i monitoring sistem i sooruzhenij: uchebnoe posobie. – M.: Sputnik+, 2019. – 285 s.
5. GOST 25100-2020. Mezhgosudarstvennyj standart. Grunty. Klassifikatsiya. – M.: Standartinform, 2020. – 38 s.
6. Otkachkavodyizkotlovana. Informatsionnyjportalkakfundament. URL: <https://kakfundament.ru/kotlovan/vodootliv> (Data obrashheniya: 23.09.2022).
7. **Averyanov S.F.** Upravlenie vodnym rezhimom melioriruemykh selskokozyajstvennykh zemel / pod obshch. red. Yu.N. Nikolskogo. – M.: Izd-vo RGAU-MSHA, 2015. – 540 s.
8. **Pchelkin V.V.** Osushenie zemel poselenij: uchebnoe posobie. – M.: «Sputnik+», 2021. – 178 s.
9. **Kablukov O.V.** Formirovanie funktsionalnykh blokov gidromeliorativnykh sistem vysokogo ranga organizovannosti // Melioratsiya i vodnoe hozyajstvo. – 2021. – № 5. – S. 18-24.
10. **Semenova K.S., Kablukov O.V.** Metodika monitoringa dvustoronnego regulirovaniya vlazhnosti pochvy pri ekspluatatsii inzhenernykh meliorativnykh sistem // Prirodoobustroystvo. – 2021. – № 4. – S. 23-30.
11. VSN045-72. Vedomstvennyye stroitelnye normy. Ukazaniya po proektirovaniyu drenazha podzemnykh gidrotehnicheskikh sooruzhenij. – M.: Gidroproekt, 1973. – 114 s.
12. **Soloduhin M.A., Arhangelskij I.V.** Spravochnik tehnika-geologa po inzhenerno-geologicheskim i gidrogeologicheskim izyskaniyam. – M.: Nedra, 1982. – 288 s.
13. **Semenova K.S., Kablukov O.V.** Methodology for monitoring soil moisture in systems of double-acting irrigation // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2022. – Т. 981. – № 2 – С. 1-7.

Criteria of authorship

Kalinichenko V.V., Semenova K.S., Kablukov O.V. carried out theoretical studies, on the basis of which they generalized and wrote the manuscript. Kalinichenko V.V., Semenova K.S., Kablukov O.V. have a copyright on the article and are responsible for plagiarism.

Conflict of interests

The authors state that there are no conflicts of interests

The article was submitted to the editorial office 26.09.2022

Approved after reviewing 18.10.2022

Accepted for publication 25.10.2022