



УДК 639.2:081.11.

РЕКОНСТРУКЦИЯ АРТЕЗИАНСКОЙ СКВАЖИНЫ СВЕТЛОВСКОГО ВОДОЗАБОРА КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

А.В. Кикот, А.А. Землянов

RECONSTRUCTION OF AN ARTESIAN SVETLOE CHINK OF KALININGRAD AREA WATER-FENCT

A.V. Kikot, A.A. Zemlianov

Аннотация. В статье рассмотрена реконструкция скважины, расположенной в песчаных грунтах, глубиной 50 метров 1990 года бурения. Указаны причины выхода скважин из строя, укрепленных металлическими обсадными трубами и фильтром. Для устранения причин предложены современные полимерные материалы из непластифицированного поливинилхлорида (нПВХ). Замена стали несущих конструкций скважины на нПВХ позволила подобрать более производительный погружной насос ЭЦВ 8-40-55 и уменьшить дефицит водоснабжения из скважины на 24%. Предложено ручную регулировку электронасосного агрегата заменить на автоматическую с помощью комплекса «Каскад-К», что повысит эффективность процесса водоснабжения.

Ключевые слова: реконструкция; непластифицированный поливинилхлорид; несущие элементы водяной скважины; щелевой фильтр; погружной насос; «Каскад-К».

Abstract. In article reconstruction of the chink located in sandy, is examined by depth of 50 meters of 1990 of drilling. The reasons of an output of chinks out of operation, are specified by pipes and the filter strengthened metal. For elimination of the reasons modern polymeric materials firm polyvinyl chloride (FPVC) are offered. Replacement became carrying designs of a chink on FPVC has allowed to pick up more productive pump ETSV 8-40-55 and to reduce deficiency of water supply from a chink by 24%. It is offered to replace manual adjustment of the electropump unit on automatic by means of a complex "Cascade-K" that will raise efficiency of process water supply.

Keywords: reconstruction; firm polyvinyl chloride; carrying elements of a water chink; the slot-hole filter; submersible pump; "Cascade-K".

Введение

Город Светлый расположен на северном побережье Калининградского судоходного канала и является центром муниципального образования «Светловский городской округ». В соответствии с генеральным планом муниципального образования в нем проводятся работы по реконструкции артезианских скважин и напорного водовода до станции второго подъема г. Светлого. В зависимости от состояния скважин на водозаборе возможно их повторное бурение [1].

Реконструкция артезианских скважин

Поле скважин города Светлого находится в лесном массиве на севере города. Схема расположения водозаборного участка приведена на рисунке 1.

Всего на водозаборном участке находится 14 скважин каждая мощностью по 1500 кубометров в сутки. Скважины работают в попеременном режиме, обеспечивая в сутки подачу 7000 метров кубических. В это значение входит потребление воды как самого Светлого и предприятий на его территории, так и близлежащих населенных пунктов (Ижевское, Волочаевское, Взморье). Удаленность станции минимизирует и без того малую долю антропогенного воздействия на источник водоснабжения.

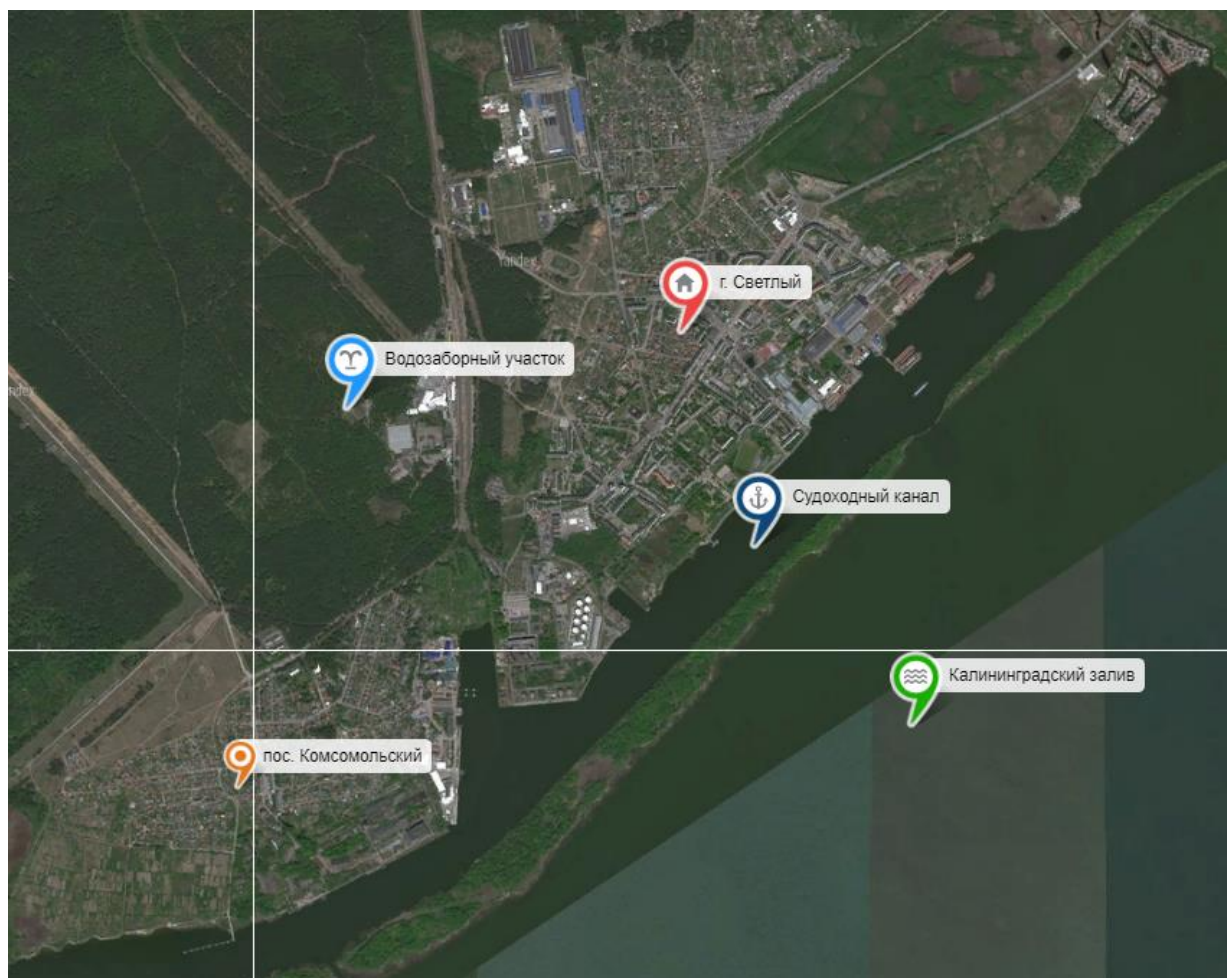


Рисунок 1 – Схема расположения водозаборного участка и ближайших объектов Светловского округа

Высокое качество исходной воды позволяет предусматривать только обязательное по СанПин обеззараживание гипохлоритом натрия. Большинство скважин водозаборной зоны имеют возраст от 30-ти до 50-ти лет [2]. Все скважины пробурены в рыхлых грунтах. Начиная от поверхности земли, грунты располагаются следующим образом:

- 1 – песок мелкозернистый до пылеватого;
- 2 – песок от среднезернистого до мелкозернистого с редкой галькой;
- 3 – алевроит зеленовато-серый с прослоями глины.

Грунт алевроит состоит преимущественно из минеральных зерен (кварц, полевой шпат, слюда) размером 0,01-0,1 мм и занимает промежуточное положение между глиной и песком (лёс, ил, пыль) [3].

Типовой геологический разрез скважины Светловского водозабора показан на рисунке 2. Глубина скважин Светловского водозабора не превышает 50 метров [2] и также подтверждается данными таблицы 1.

Таблица 1 – Эксплуатационные характеристики типовых скважин Светловского водозабора

№ скважины	Глубина, м	Статический уровень, м	Динамический уровень, м	Дебит, м ³ /ч	Удельный дебит, м ³ /ч
12(647д)	48,5	6,5	9,65	25,0	7,9
13(731д)	50,0	9,0	25,0	60,0	3,9
23(745д)	50,0			70,0	14,0

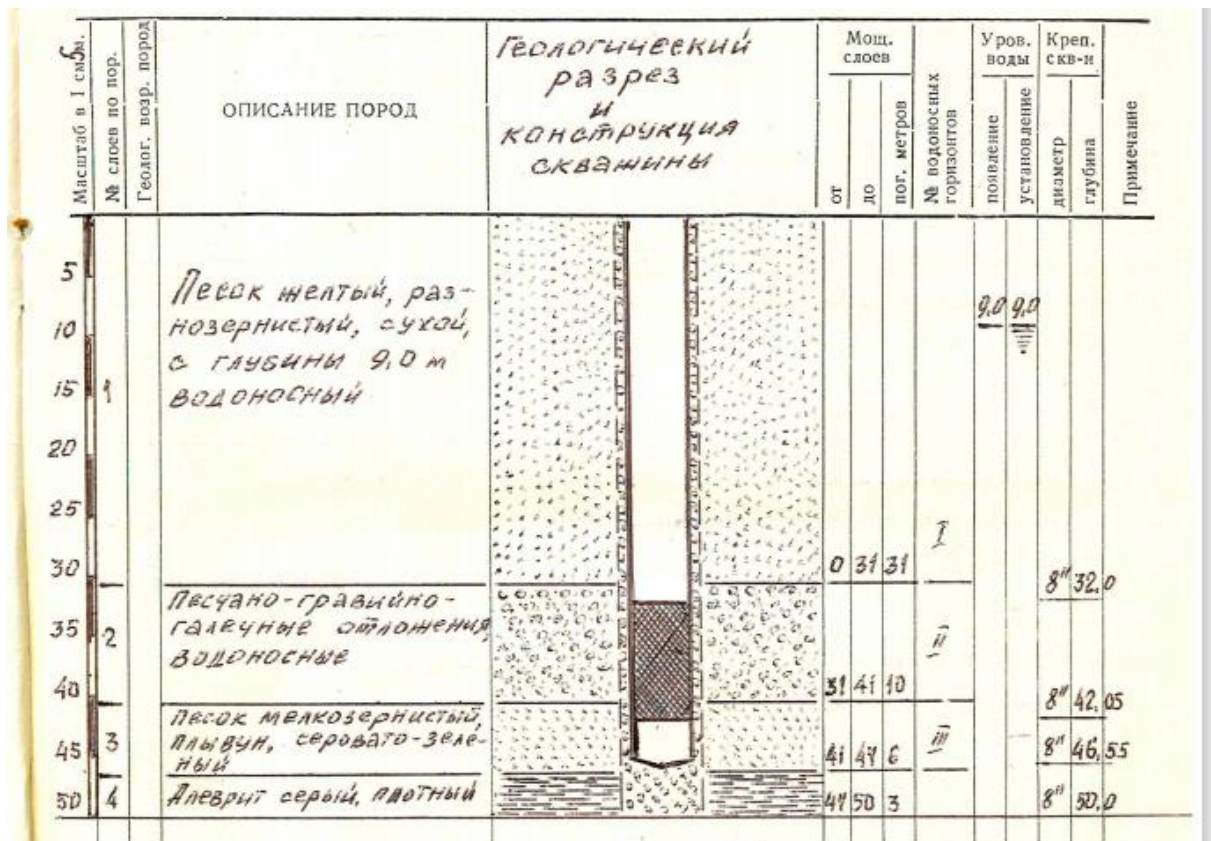


Рисунок 2 – Геологический разрез скважины №13 (731д)

Определение понятия «реконструкции» дано в Градостроительном кодексе РФ [4]. В одной из частей определения под реконструкцией подразумевается замена и/или восстановление несущих элементов капитального строительства. Применительно к скважинам в соответствии с этим определением объектом капитального строительства является артезианская скважина, а ее несущими элементами - обсадная трубы и фильтр.

Практика эксплуатации артезианских скважин показывает, что если скважина потеряла более 25 % своего первоначального дебита, то в этом случае эксплуатировать ее экономически нецелесообразно. Ниже приведены причины выхода скважин из строя:

- 1 – неисправность насосного оборудования;
- 2 – пескование;
- 3 – зарастание фильтров и при-фильтрового пространства солевыми отложениями;
- 4 – химическая или электрохимическая коррозия фильтров;
- 5 – ухудшение качества питьевой воды;
- 6 – износ обсадных труб и образование свищей в них;
- 7 - износ фильтра высокими скоростями движения воды в нем.

В процессе пескования более мелкий песок частично вместе с водой выносится на поверхность, а более крупные частицы оседают в отстойнике, заполняют его объем, рабочую часть фильтра и уменьшают фильтрующую площадь. В результате приток воды в скважину уменьшается [5].

В современных условиях для несущих конструкций скважины используют синтетические материалы, а именно, непластифицированный (твердый) поливинилхлорид, которым успешно заменяют сталь. НПВХ для обсадных труб хозяйственно-питьевого назначения выпускают в соответствии с ГОСТ Р 51613-2000. Материал обладает большой жесткостью, хорошо сопротивляется механическим повреждениям, способен выдержать значительные давления грунта и напор воды (модуль упругости $E = 3000 \text{ МПа}$, предел прочности – 60 МПа , коэффициент ударной вязкости – 30 кДж/м^2). Обсадные трубы из

нПВХ не подвержены коррозии, не меняют качества воды, которая протекает по ним; могут эксплуатироваться при температурах от -60 до $+80$ градусов Цельсия; срок службы до 50-ти лет [6]. Соединение труб между собой резьбовое по принципу конструктора: наружная резьба одного участка соединяется с внутренней другого. Герметичность соединения обеспечивает пластиковое уплотнительное кольцо.

Продольный разрез реконструированной скважины приведен на рисунке 3. Обсадная и надфильтровая труба выполнены из нПВХ, а отстойник – из трубы ПВХ.

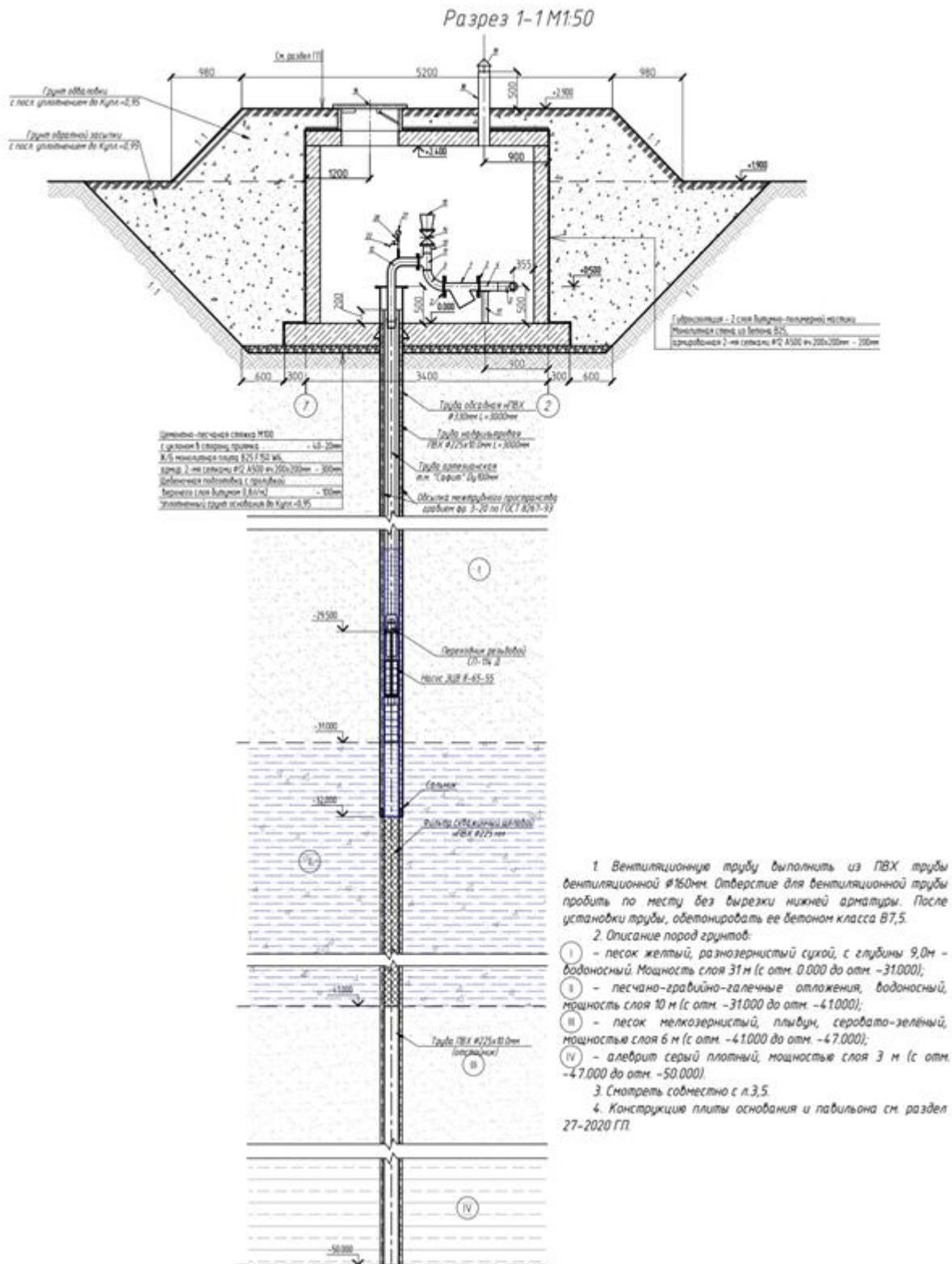


Рисунок 3 – Продольный разрез скважины после реконструкции

Скважинный насос подсоединен непосредственно к стеклопластиковой трубе торговой марки САФИТ, по которой вода поднимается к устью скважины. Труба имеет повышенную гладкость внутренней стенки за счет футеровки пищевой пленкой. Футеровка уменьшает гидравлическое сопротивление трубы на 30% по сравнению со стальным аналогом и тем самым увеличивая ресурс погружного насоса [7].

Следующий элемент крепления скважины – фильтр. Для защиты скважинных фильтров от агрессивного действия окружающей среды их делают из антикоррозионных материалов. Фильтр реконструированной скважины выполнен из НПВХ, тип фильтра – щелевой. Фотография щелевого фильтра приведена на рисунке 4[8].



Рисунок 4 –Фотография щелевого фильтра из НПВХ

Перечислим требования, которым должен удовлетворять скважинный фильтр:

- 1 – «обеспечивать доступ воды в скважину, при этом надежно защищая ее от обрушений водовмещающих пород и пескования;
- 2 –фильтр должен способствовать сохранению качества воды;
- 3 – материал изделия должен быть устойчив к коррозии;
- 4 – быть прочным, противостоять абразивному истиранию;
- 5 – конструкция устройства должна быть технологична в изготовлении;
- 6 – должна обладать хорошими технико-экономическими показателями»[9].

Эти требования перекликаются с причинами выхода скважин из строя. Современные щелевые фильтры, которые рекомендуется использовать для крепления артезианских скважин в рыхлых грунтах, производят из материала НПВХ только в заводских условиях.

Один из вариантов технологической последовательности изготовления фильтра. На трубу с перфорацией наматывают четырехмиллиметровую проволоку из нержавеющей стали для того, чтобы синтетическая сетка не прилипла к трубе; сверху наматывается синтетическая сетка галунного плетения из П64 (П – полиамид, 64 – число нитей основы на 1 дм); поверх фильтрующей синтетической сетки наматывается трехмиллиметровая нержавеющая проволока для надежной фиксации фильтра[10].

Другой вариант. Скважинный фильтр из НПВХ с напылением из ПВД (вспененный полиэтилен высокого давления по ГОСТ 16337-77). Напыление ПВД с пористостью защитного слоя 0,02-0,035 мм состоит из трех слоев: 1 – крупноячеистый (поддерживающий); 2 – среднеячеистый (рабочий); 3 – мелкоячеистый (защитный). Напыление препятствует попаданию твердых частиц из водоносного горизонта внутрь обсадной колонны. Объемная структура фильтрующих слоев, т.е. пористость, обеспечивает высокую проницаемость фильтра, что уменьшает его сопротивление [11].

По данным водоканала в результате применения полимерных материалов для изготовления несущих конструкций водяной скважины гидравлическое сопротивление системы уменьшилось со 110 метров до 55. Это позволило заменить старый погружной насос

ЭЦВ 8-25-110 на новый ЭЦВ 8-40-55 с напором $H=55$ м. При старом насосе превышение дебита скважины над подачей насоса составляет 58%, при новом – 33%, что частично уменьшает дефицит водоснабжения из рассматриваемой скважины на 24%.

Для повышения эффективности работы водозаборного узла необходимо отказаться от ручной регулировки работы электронасосов и перейти на автоматическую. Ручная регулировка нерациональна и приводит к большому износу оборудования. Ниже перечислены операции, которые подлежат автоматизации на насосных станциях [12]:

1 – пуск и остановка насосов в зависимости от уровня воды в регулировочном резервуаре;

2 – пуск и остановка насосов в зависимости от напора или расхода воды в водопроводной сети;

3 – закрытие и открытие задвижек;

4 – включение аварийной системы сигнализации и запасного насоса;

5 – защита электродвигателя и насоса.

В настоящее время для автоматического управления погружными насосами ЭЦВ промышленность предлагает комплектное устройство «Каскад-К» [13].

Заключение

Реконструкция артезианской скважины включает следующие работы:

- замену металлических труб и фильтра на трубы и фильтры из полимерного материала нПВХ;

- замену погружного электронасосного агрегата ЭЦВ 8-25-110 на более производительный для данной системы ЭЦВ 8-40-55;

- установку комплектного устройства «Каскад - К» для автоматического управления погружными электронасосами ЭЦВ.

Проведенные мероприятия позволят увеличить эффективность использования водозаборной скважины.

ЛИТЕРАТУРА

1. Генеральный план муниципального образования «Светловский городской округ», 2018.
2. ОАО «Светловский водоканал» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.spark-interfax.ru> (дата обращения: 20.11.2020).
3. Город Светлый (Калининградской области) [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki> (дата обращения: 01.12.2020).
4. Градостроительный кодекс РФ. Статья 49 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.indeks.ru> (дата обращения: 05.12.2020).
5. Пескование скважин и их восстановление [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kolodci.com/> ru (дата обращения: 01.12.2020).
6. Обсадные трубы из нПВХ для скважин [Электронный ресурс]. URL: <http://www.yartruba.com> (дата обращения: 05.12.2020).
7. Артезианские водоподъемные трубы [Электронный ресурс]. URL: <http://www.safit.ru> (дата обращения: 15.12.2020).
8. Щелевые фильтры из нПВХ [Электронный ресурс]. URL: <http://www.yartruba.com/catalog>. (дата обращения: 21.11.2020).
9. Фильтр скважинный для обсадных труб из нПВХ [Электронный ресурс]. URL: <http://www.best-pipe.ru/catalog/> (дата обращения: 21.11.2020).
10. Фильтры для скважин: конструкция и виды [Электронный ресурс]. URL: <http://www.scvazina.ru/filtr-dlya-skvazhiny> (дата обращения: 17.12.2020).

11. Скважинные фильтры из нПВХ с напылением из ПВД [Электронный ресурс]. URL: <http://www.yartruba.com/catalog/filty-2/> (дата обращения: 17.12.2020).
12. Усаковский В.М. Водоснабжение и водоотведение в сельском хозяйстве. Москва: Колос, 2002. 328 с.
13. Примеры применения станции управления «Каскад-К» [Электронный ресурс]. URL: <http://td-automatika.ru/upload/iblock> (дата обращения: 18.12.2020).

REFERENCES

1. *General'nyj plan municipal'nogo obrazovaniya «Svetlovskij gorodskoj okrug»* [The general plan of municipal formation “Svetlov city district”]. 2018.
2. *OAO «Svetlovskij vodokanal»* [Open Society “Svetlov a water canal”]. [Electronic resource]. URL: <http://www.spark-interfax.ru> (data obrashcheniya: 20.11.2020).
3. *Gorod Svetlyj (Kaliningradskoj oblasti)* [City of Svetlyj (Kaliningrad area)]. [Electronic resource]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki> (data obrashcheniya: 01.12.2020).
4. *Gradostroitel'nyj kodeks RF. Stat'ya 49* [The town-planning code of the Russian Federation. Article 49]. [Electronic resource]. URL: <http://www.indeks.ru> (data obrashcheniya: 05.12.2020).
5. *Peskovanie skvazhin i ih vosstanovlenie* [Sand chinks and their restoration]. [Electronic resource]. URL: <http://www.kolodci.com/ru> (data obrashcheniya: 01.12.2020).
6. *Obsadnye trubyy iz nPVH dlya skvazhin* [Pipes from FPVC for chinks]. [Electronic resource]. URL: <http://www.yartruba.com> (data obrashcheniya: 05.12.2020).
7. *Artezianskie vodopod'emnye trubyy* [Artesian water-elevating pipes]. [Electronic resource]. URL: <http://www.safit.ru> (data obrashcheniya: 15.12.2020).
8. *Shchelevyye fil'try iz nPVH* [Slot-hole filters from FPVC]. [Electronic resource]. URL: <http://www.yartruba.com/catalog> . (data obrashcheniya: 21.11.2020).
9. *Fil'tr skvazhinnyj dlya obsadnyh trub iz nPVH* [Downhole filter for casing pipes from FPVC]. [Electronic resource]. URL: <http://www.best-pipe.ru/catalog/> (data obrashcheniya: 21.11.2020).
10. *Fil'try dlya skvazhin: konstrukciya i vidy* [Filters for chinks: a design and kinds]. [Electronic resource]. URL: <http://www.scvazina.ru/filtr-dlya-skvazhiny> (data obrashcheniya: 17.12.2020).
11. *Skvazhinnye fil'try iz nPVH s napyleniem iz PVD* [Filters from FPVC with layer from PHP]. [Electronic resource] .URL: <http://www.yartruba.com/catalog/filty-2/> (data obrashcheniya: 17.12.2020).
12. Usakovskij V.M. *Vodosnabzhenie i vodootvedenie v sel'skom hozyajstve* [Water supply and water removal in an agriculture]. Moscow: Kolos Publ., 2002, 2002. 328 p.
13. *Primery primeneniya stancii upravleniya “Kaskad-K”* [Examples of application of station of management “Cascade-K”]. [Electronic resource]. URL: <http://td-automatika.ru/upload/iblock> (data obrashcheniya: 18.12.2020).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Кикот Алла Владимировна

Калининградский государственный технический университет, г. Калининград, Россия, кандидат технических наук, доцент, действительный член Российской инженерной академии
E-mail: Vladimirovna.1944@mail.ru



Kikot Alla Vladimirovna

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia, Cand.Tech.Sci., the senior lecturer, the full member of the Russian engineering academy

E-mail: Vladimirovna.1944@mail.ru

Землянов Антон Алексеевич

Калининградский государственный технический университет, г. Калининград, Россия, студент группы 17-ВП

E-mail: zemlyanov99@gmail.com

Zemlianov Anton Alekseyevich

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia, the student of group 17-VP

E-mail: zemlyanov99@gmail.com

Корреспондентский почтовый адрес и телефон для контактов с авторами статьи:
236022, Россия, Калининград, Советский пр., 1, КГТУ, ГУК, каб. 322. Кикот А.В.
8(4012)99-53-37