

*Помогаева Валентина Васильевна, к.т.н., доцент кафедры «Гидравлики водоснабжения и водоотведения»*

*Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж*

*Солнцева Кира Александровна, магистрант*

*Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж*

## **КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА СТРОИТЕЛЬСТВА СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ДЛЯ МАЛЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ**

**Аннотация:** Статья посвящена проблеме водоснабжения малых населенных пунктов (деревень). Приведен анализ проблем, возникающих при проектировании водопроводных сетей и сооружений. Приведены результаты экономических расчетов.

**Ключевые слова:** водоснабжение, водонапорная башня, обеззараживание воды, комплексное проектирование.

**Abstract:** The article is devoted to the problem of water supply for small settlements (villages). The analysis of the problems arising in the design of water supply networks and structures. The results of economic research are presented.

**Key words:** water supply, water tower, water disinfection, integrated design.

Проблема качественного водоснабжения не теряет свою актуальность на протяжении многих лет. Активное развитие и строительство водозаборных сооружений, станций водоподготовки и водопроводных сетей было в 1970-1980-х годах. Современное состояние таких водопроводных систем не удовлетворяет современным требованиям.

Проблема заключается в том, что некоторые скважины выработали свой эксплуатационный срок работы, закольматовались или частично разрушены,

насосное оборудование устарело. Водопроводные сети прокладывались из чугунных и металлических труб и в современном состоянии они частично разрушены, их стенки истончены, образовывается железистые накопления внутри труб, что приводит к уменьшению условного прохода трубы, пример рис 1 [5, с. 2].

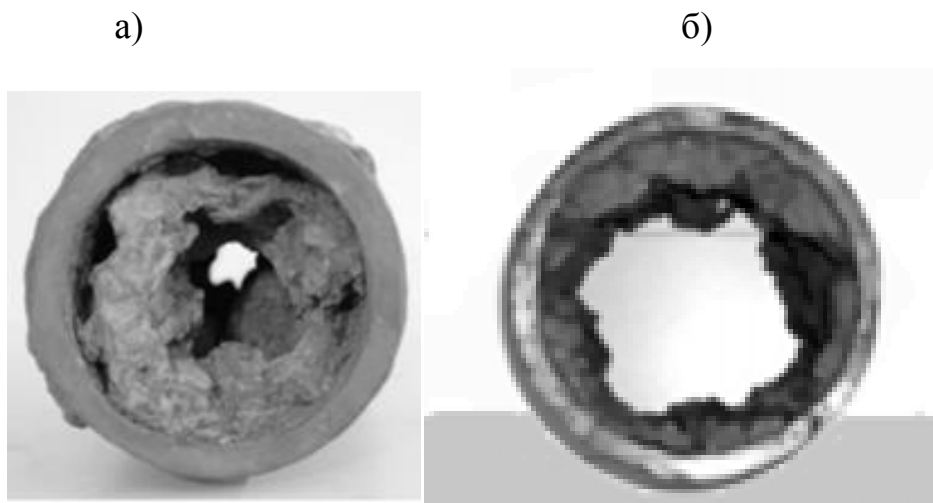


Рис. 1. Пример внутренних отложений [5, с. 2]:

а) - чугунные трубы, б) – стальные трубы

При устройстве некоторых систем водоснабжения в малых населенных пунктах, станции водоподготовки не применялись, что обусловлено хорошим качеством воды в источнике водоснабжения. При современном состоянии водоносных горизонтов и нормах водоснабжения такие сооружения необходимы. В своем докладе зам. начальника отдела организации надзора по коммунальной гигиене и гигиене труда Управления санитарного надзора Роспотребнадзора О. Коршунова отметила, что «сегодня каждый десятый житель России не получает питьевую воду, которая отвечала бы базовым требованиям по безопасности. Более 14,7% питьевой воды в водопроводных сетях по стране не соответствует стандартам по химическим показателям, 4,7% воды – по биохимическим показателям» [6].

Рассматриваемая ситуация, является не только проблемой сельских поселений. Ее актуальность признается на федеральном уровне: участники первого заседания рабочей группы по совершенствованию законодательства о

водоснабжении и водоотведении при Комитете по федеративному устройству и вопросам местного самоуправления отметили, «что на качество воды в России негативно влияют устаревшие водозаборы и коммуникации» [6].

Для исследования проблем водоснабжения был выбран район в Центрально-черноземном районе России. Площадь всего района составляет 980 кв.км. Следует отметить, что район имеет выгодное географическое расположение. С административным центром области район имеет связь по железным дорогам и автотрассам. Следовательно, район является перспективным для дальнейшего развития.

Район исследований не имеет достаточного количества поверхностных водных ресурсов, которые можно использовать для хозяйственно-питьевых целей, водоснабжение осуществляется из подземных водоносных горизонтов.

Согласно утвержденному постановлению «Программы комплексного развития систем коммунальной инфраструктуры на территории сельского поселения на 2018-2028» на рассматриваемой территории существуют следующие водозаборные сооружения: скважины в общем количестве 35 штук, протяженность водопроводных сетей- 55 км, водонапорные башни -44 штуки, общим объемом 1050м<sup>3</sup> [4].

Для детального изучения были выбраны: сам административный центр района и шесть ближайших деревень, которые расположены на расстоянии не более 5,5 км от центра района.

Характеристика систем водоснабжения.

Схемы водоснабжения населения по населенным пунктам сельского поселения представлены локальными системами водоснабжения, которые включают в себя водозаборные скважины, водонапорные башни, разводящие сети и водоразборные колонки. Обеспеченность жилищного фонда водопроводом составляет 92% [9].

Качество воды из артезианских скважин, поступающей в водопроводную сеть населенных пунктов, соответствует СП 2020. Вода из скважин используется на хозяйственно-питьевые и производственные цели. Следует

отметить, что состояние скважин и трубопроводов в районе, не удовлетворительное и требуют реконструкции. Большинство скважин введены в эксплуатацию с 1961 года, остальная часть в период с 1972 по 1985 годы.

Систему водоснабжения можно классифицировать как «централизованную систему водоснабжения с децентрализованными источниками питания» [9]. По мере развития населённого пункта бурились дополнительные скважины (рис.2) вблизи зоны его расширения, которые подключались к существующей водопроводной сети, в которых одна или группа скважин обеспечивает водой определённую зону [7; 9].

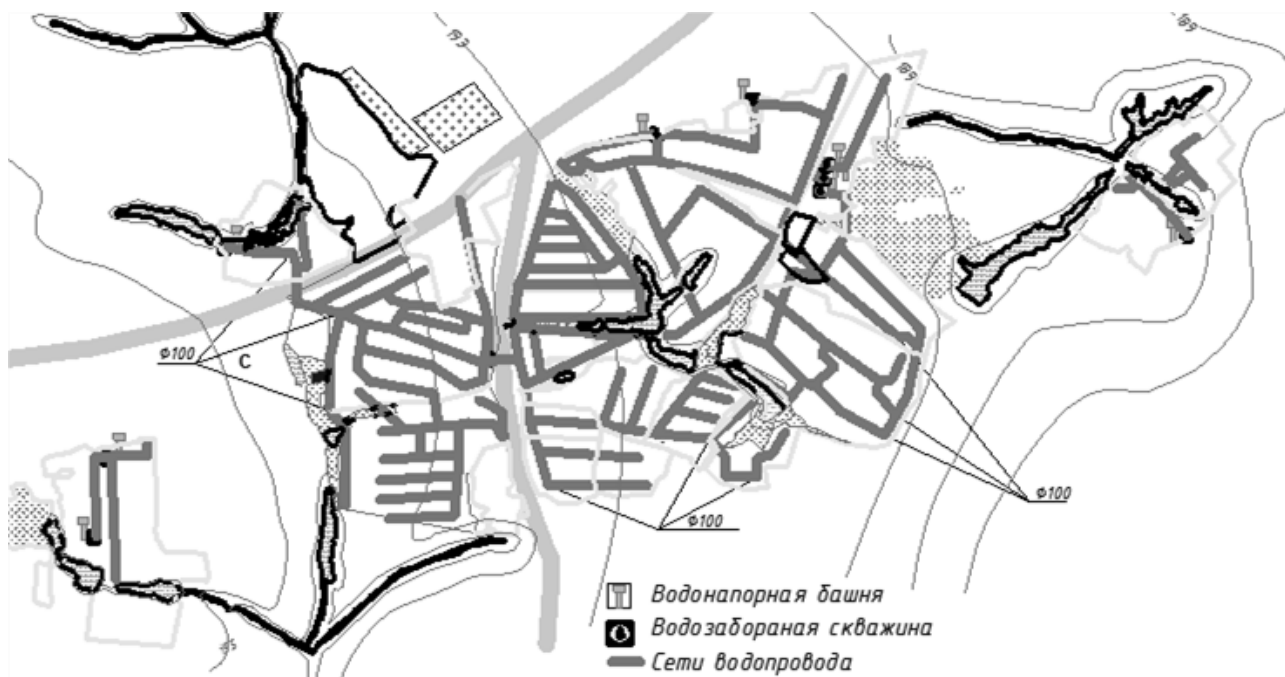


Рис. 2. Существующая схема водоснабжения

Водопроводная сеть состоит как из закольцованных трубопроводов, так и большого количества тупиковых сетей.

Для бесперебойного водоснабжения при реконструкции сети рассматривались два варианта дальнейшего развития этой системы [7]:

1. Децентрализованная система;
2. Централизованная система.

В первом варианте предусматривается в каждой деревне своя система: водозабор, водоподготовка и распределительные сети.

Во втором варианте предлагается устройство одного водозабора, расположенного на севере рассматриваемого района, распределение воды будет осуществляться по магистральным (транзитным) водоводам в ближайшие деревни.

Расчет и определение основных параметров системы водоснабжения проводился согласно Н.Н. Абрамову [1], с учетом разработок, полученных в работах [2; 3]. Были определены: количество скважин водозабора, в зависимости от норм водопотребления, резервуары для хранения запаса воды, насосная станция, установки для получения обеззараживающего реагента для введения в воду. Комплекс водоподготовки не рассматривался, так как качество воды соответствует нормам СП 2020.

Целью работы было определение наиболее выгодного варианта устройства системы водоснабжения для рассматриваемого района.

В комплекс «водозаборов», согласно расчетов, входят:

1 вариант: сети водоснабжения-2,8км, водозаборные скважины-14 шт., водонапорные башни 7 шт., электролизер проточного типа ЭМ 5М- 7 шт.

2 вариант: сети водоснабжения 8,7км, водозаборные скважины-5 шт., насосная станция второго подъема с насосами КМ 100-65-250а-9 шт., резервуары чистой воды- 2 шт, хлораторная блок-модульного типа "СапфирХлор МодульАС 2000-1 шт.

По результатам расчета была выполнен расчет сметной стоимости, результаты которого представлены на рис.3, 4.

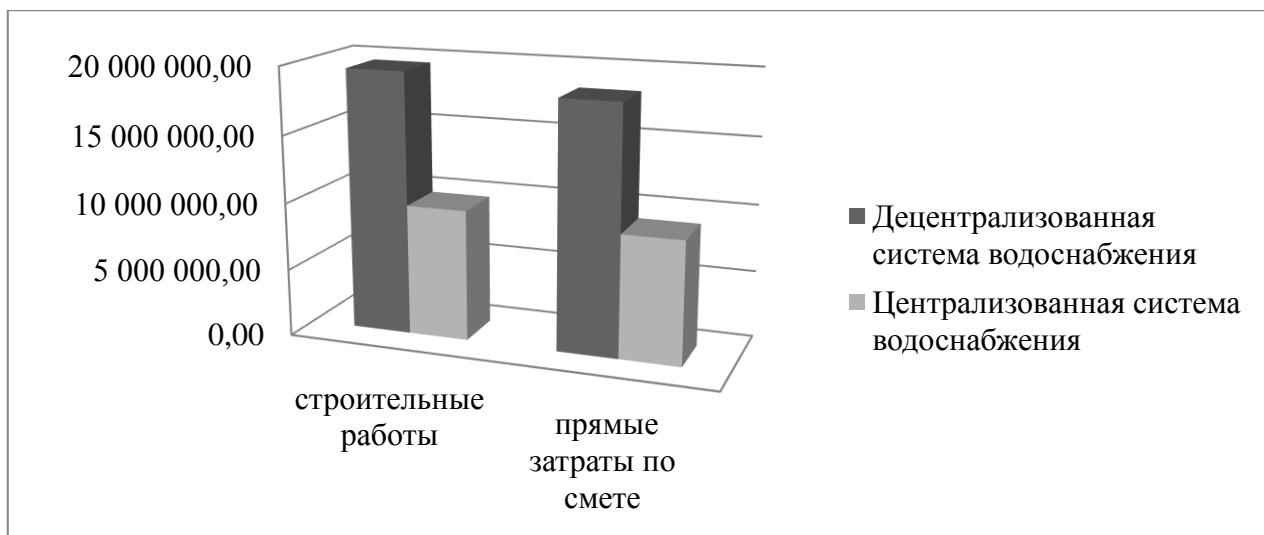


Рис. 3. Сметная стоимость строительства по строительным работам и прямым затратам

Общая сметная стоимость при децентрализованной системы водоснабжения в два раза больше, чем при централизованной (рис. 3). Такие же результаты получились и для остальных позиций (рис. 4): фонд оплаты труда (ФОТ), эксплуатация машин и механизмов, накладные расходы, трудозатраты основных рабочих, трудозатраты машинистов.

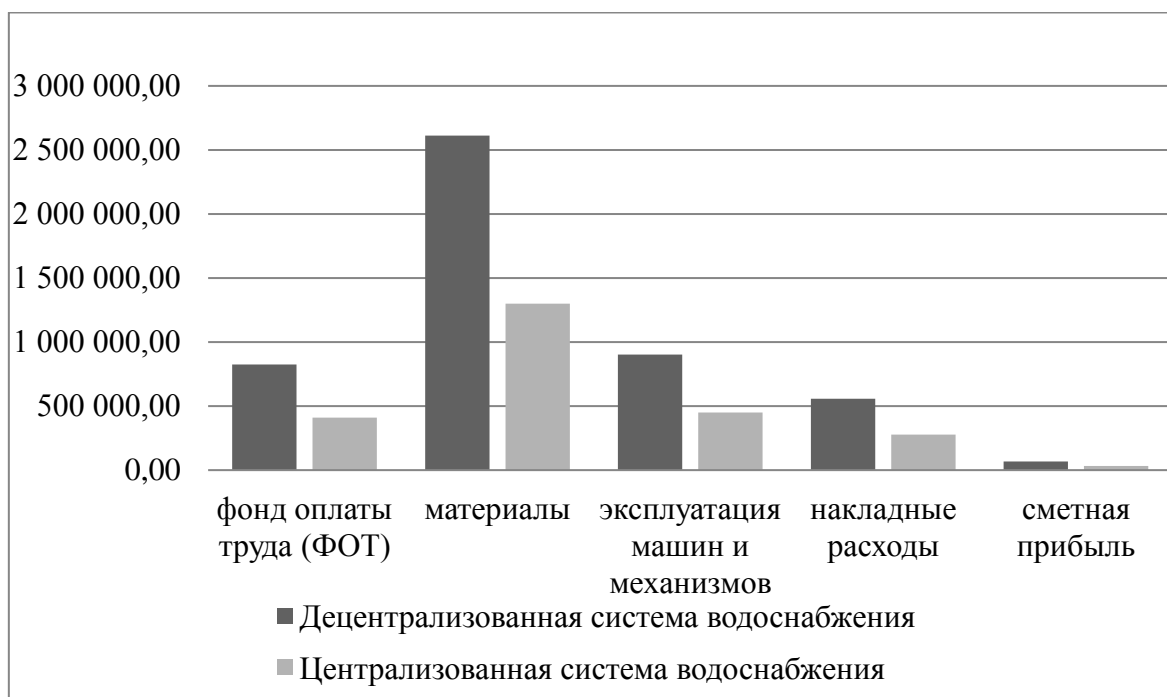


Рис. 4. Сметная стоимость строительства системы водоснабжения

При строительстве централизованной системы водоснабжения значительно увеличивается протяженность сетей, что увеличивает стоимость прокладки труб, но эти расходы являются единовременными, в отличие от сооружений, входящих в технологическую схему. Такие сооружения, как электролизные установки, несмотря на автоматизацию, требуют технического обслуживания, что приводит к увеличению стоимости воды для потребителей. Разработанные модели оперативного управления работой водоподъемных скважин [8], так же требуют присутствия персонала при регулировании расходов, значительно отличающихся, при неравномерности водопотребления [3]. Эксплуатация водонапорных башен, при эксплуатации в зимний период, когда происходит резкое колебание температуры от положительной до отрицательной, при уменьшении водопотребления, могут наблюдаться переливы воды и ее замерзание на стенах, при выходе из работы автоматики [9].

**Выводы.** На основе проведенных исследований и представленного расчета предлагается следующий комплекс мероприятий развития системы водоснабжения рассматриваемого района:

1. Строительство централизованной системы водоснабжения объединяющей административный центр района и шесть ближайших деревень.
2. Охрана качества воды в источнике питьевого водоснабжения за счет организации водоохраных зон.
3. Строительство одного комплекса сооружений по обеззараживанию воды, и резервуаров чистой воды.
4. Строительство насосной станции, обеспечивающей бесперебойное водоснабжение в час максимального водопотребления и при возникновении пожара в любой точки населенных пунктов.

В результате будет достигнута минимизация капитальных и эксплуатационных затрат на реконструкцию системы водоснабжения за счёт её оптимизации по критерию энергопотребления, сокращения объёмов работ по строительству водонапорных башен, скважин и станций обеззараживания.

### **Библиографический список:**

1. Абрамов Н.Н. Водоснабжение: учеб. Для вузов. – 3-е изд., перераб и доп. / Н.Н. Абрамов. – М.: Стройиздат, 1982. -440 с.
2. Журавлева И.В., Бабкин В.Ф. Решение вопросов систем водоснабжения и водоотведения при новом строительстве и реконструкции городов //Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Материалы межрегиональной научно-практической конференции "Высокие технологии в экологии". 2010. № 1. С. 134-138.
3. Помогаева В.В. //Прикладные аспекты решения нелинейных уравнений в задачах гидравлического расчета //Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2014. Т. 2. № 4-2 (9-2). С. 349-352.
4. Программы комплексного развития систем коммунальной инфраструктуры на территории сельского поселения на 2018-2028<https://r230-krasnoe.omstu48.ru/>.
5. Продоус О.А. Гидравлическая оценка остаточного срока службы изношенных металлических трубопроводов водоснабжения и водоотведения// Сборник докладов 4-й международной конференции «Водоснабжение и водоотведение населенных мест и промышленных предприятий: эффективные решения и технологии». Москва. 2020.- – С. 1-9.
6. Решение проблемы водоснабжения российских регионов. Заседание Государственной Думы Федерального Собрания РФ от 11.10.2018 <http://duma.gov.ru/news/28399/> (дата обращения: 01.07.2021).
7. Щербаков В.И., Дроздов Е.В., Помогаева В.В. Проблемы систем водоснабжения малых городов и сельских поселений //Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. 2013. № 1. С. 38-42.



8. Щербаков В.И., Пурусова И.Ю., Помогаева В.В. Модель оперативного управления работой водоподъемных скважин // Вестник МГСУ. 2015. № 12. С. 118-127.

9. Pomogaeva V., Vasilyeva O. Water supply problems of the small settlements //E3S Web of Conferences. Topical Problems of Green Architecture, Civil and Environmental Engineering, TPACEE 2019. 2020. С. 04019.