

УДК 628.14.003.1

Р.А. СИТКОВ, П.А. ГРУШКОВСКИЙ, В.Н. ЩЕЛЬНИКОВ

**АЛГОРИТМ ВЫБОРА УЧАСТКА
ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ОБЪЕКТА
В ХОДЕ РЕКОГНОСЦИРОВОЧНЫХ ИЗЫСКАНИЙ
НА ПРИМЕРЕ ОЦЕНКИ ЗАТРАТ
НА ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕМ**

Раскрываются вопросы, связанные с оценкой затрат при выборе участка для строительства объекта. Разработан алгоритм выбора земельного участка для строительства объекта при проведении рекогносцировочных изысканий, позволяющий сравнить затраты на строительство, зависящие от месторасположения земельного участка. Приводится перечень затрат, зависящих от месторасположения участка. Представлен пример выбора участка на основе оценки затрат на обеспечение объекта водоснабжением. Оценка затрат произведена на основе анализа исходных данных и формирования предпроектных решений по каждому из рассматриваемых участков. Показана эффективность представленного алгоритма при оценке затрат на строительство. Сделан вывод о возможности внедрения представленного алгоритма в практику проведения рекогносцировочных изысканий.

К л ю ч е в ы е с л о в а: наружные сети, водоснабжение, рекогносцировочные изыскания, затраты, исходные данные, выбор участка.

DOI 10.32683/0536-1052-2020-735-3-57-67

Затраты на строительство объектов во многом зависят от того, насколько хорошо технически и экономически были обоснованы решения по выбору участка строительства при проведении рекогносцировочных изысканий (РИ).

Под РИ понимается совокупность мероприятий, направленных на комплексное изучение местности для размещения объекта с целью получения необходимых и достаточных материалов для принятия экономически целесообразного и технически обоснованного решения по выбору участка для строительства объекта [1].

Строительство объектов любого назначения требует эффективного использования денежных средств [2–5]. В настоящее время при проведении РИ выбор участков производится в основном исходя из опыта лица, принимающего решение, а также на основе сравнения очевидных факторов, однако такой подход не всегда экономически обоснован [6].

В данной статье представлен алгоритм, который позволит выполнить количественную оценку затрат на строительство объекта в зависимости от расположения и свойств участка, на котором он расположен.

Все затраты, связанные со строительством объекта, условно можно разделить на две группы.

Первая группа – затраты, зависящие от свойств земельного участка и прилегающей территории, которые тем или иным образом влияют на стоимость строительства и эксплуатации объекта.

© Ситков Р.А., Грушковский П.А., Щельников В.Н., 2020

В эту группу входят затраты на:

- подготовку участка строительства;
- обеспечение объекта инженерными ресурсами (наружные сети).

Вторая группа – затраты, которые зависят от месторасположения участка в меньшей степени:

- затраты на строительные-монтажные работы;
- затраты на инженерное и технологическое оборудование (внутренние сети).

Таким образом, общие затраты на строительство объекта на i -м земельном участке условно определяются выражением

$$C_i = C_{1i} + C_{2i}, \quad (1)$$

где C_{1i} – затраты, зависящие от месторасположения участка для строительства объекта, руб.;

C_{2i} – затраты, не зависящие от месторасположения участка, руб.;

i – номер участка.

Поскольку составляющая C_{2i} примерно равна для всех участков, ее можно исключить из дальнейшего рассмотрения, оценивая при проведении РИ и сравнении участков только C_{1i} . Иначе говоря, оценивается не полная

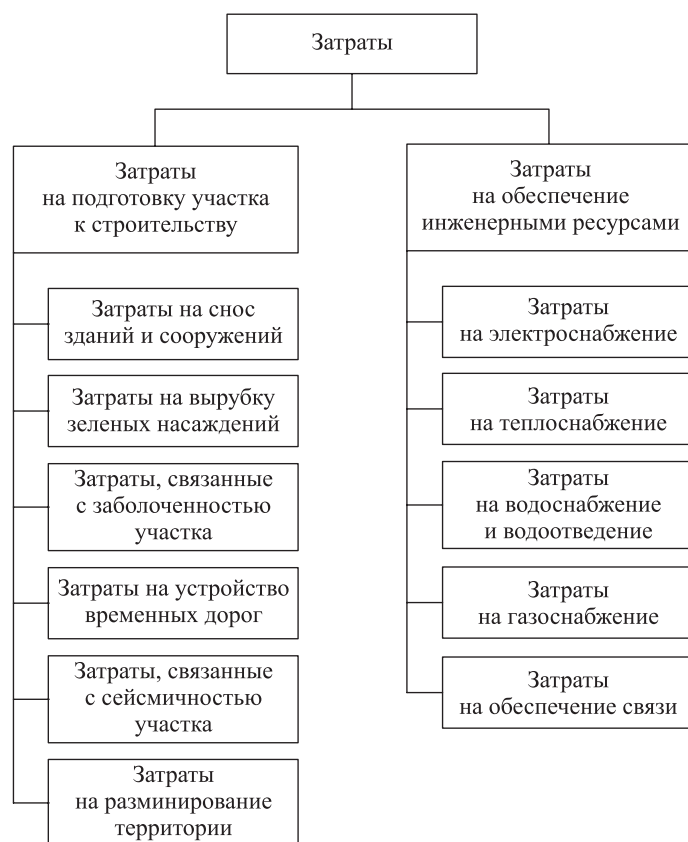


Рис. 1. Перечень затрат C_{1i} для сравнения участков в ходе рекогносцировочных изысканий

стоимость строительства объекта, а только та часть, которая существенно различается в зависимости от места расположения участков.

Таким образом, в дальнейшем под затратами на строительство объекта понимается показатель C_{ij} формулы (1), развернутая структура которого представлена на рис. 1.

В основе оценивания затрат лежит укрупненный сметный расчет, определяемый соответствующими нормативными и методическими документами. В некоторых работах [7] ставится под сомнение эффективность оценки затрат по укрупненному сметному расчету, однако для сравнения затрат и выбора участка строительства такой подход представляется вполне приемлемым. В общем виде формулу для C_{ij} для j -го вида затрат на i -м земельном участке можно представить следующим образом:

$$C_{ij} = \bar{C}_j N_i k_n k_{1i} k_{2i} \dots k_{ni}, \quad (2)$$

где \bar{C}_j – стоимость базовой оцениваемой единицы (например, 1 км трубопровода), руб.;

N_i – количество базовых оцениваемых единиц для i -го участка;

k_n – коэффициент, учитывающий инфляцию;

$k_{1i} k_{2i} \dots k_{ni}$ – повышающие коэффициенты, учитывающие сложность работ (стесненные условия и т.п.), для i -го участка.

Алгоритм выбора участка для строительства объекта в ходе рекогносцировочных изысканий представлен на рис. 2.

Оценивание затрат при проведении РИ рассматривается на примере обеспечения водоснабжением двух участков для строительства условного объекта в Ленинградской области.



Рис. 2. Алгоритм выбора земельного участка

После предварительного выбора участков перед началом РИ необходимо получить следующие исходные данные [8]:

- назначение объекта;
- размеры и строительный объем здания, размещаемого на участке;
- категория систем водоснабжения по степени обеспеченности подачи воды;
- требования к качеству воды, поступающей от первичных источников водоснабжения;
- режим работы объекта;
- численность персонала;
- максимальный секундный и часовой расход воды, общее водопотребление для технологического оборудования (при наличии);
- требования пожарной безопасности (классы функциональной пожарной опасности, степень огнестойкости и высота зданий).

При необходимости в состав исходных данных могут включаться другие требования и материалы, учитывающие особенности объекта.

На основе исходных данных необходимо сформировать предпроектные решения по каждому предполагаемому участку строительства:

- выбор и предварительное согласование с соответствующими организациями источников водоснабжения [9];
- предпроектная схема и план сетей водоснабжения;
- протяженность, диаметр (может быть определен на основе приблизительного расчета [10, 11]) и материал труб для водоснабжения;
- состав систем водоподготовки, транспортирования и хранения воды;
- максимальный секундный расход, а также общее водопотребление объекта;
- секундные расходы на наружное и внутреннее пожаротушение, секундный расход воды на восстановление пожарного объема воды в пожарных резервуарах, объем запаса воды на пожаротушение (при наличии резервуаров);
- группа грунтов, необходимость оборудования креплений траншей, средняя глубина заложения трубопровода.

Данные материалы являются основой для расчета затрат на системы наружного водоснабжения каждого участка, рассматриваемого для строительства.

Затраты на строительство системы наружного водоснабжения определяются по формуле

$$C_{\text{нвс}} = K_{\text{и}} I_{2017} (\Sigma C_{\text{тр}} + \Sigma C_{\text{скв}} + \Sigma C_{\text{нс}} + \Sigma C_{\text{вп}} + \Sigma C_{\text{рез}}), \quad (3)$$

где $K_{\text{и}}$ – коэффициент, учитывающий удорожание строительства в зависимости от региона РФ;

I_{2017} – индекс инфляции с 01.01.2017 г., равный 1,02;

$\Sigma C_{\text{тр}}$ – затраты на строительство трубопровода, тыс. руб.;

$\Sigma C_{\text{скв}}$ – затраты на бурение и обустройство скважин, тыс. руб./м;

$\Sigma C_{\text{нс}}$ – затраты на насосные станции, тыс. руб.;

$\Sigma C_{\text{вп}}$ – затраты на систему водоподготовки, тыс. руб.;

$\Sigma C_{\text{рез}}$ – затраты на резервуары, тыс. руб.

Затраты на строительство трубопровода рассчитываются по формуле

$$C_{\text{три}} = C_h L_i, \quad (4)$$

где C_h – стоимость прокладки h -го трубопровода, тыс. руб.;
 L_i – протяженность трубопровода i -го участка, км.

Определяются затраты на строительство k -го объекта водоснабжения (насосной станции, резервуара и т.д.) на i -м участке:

$$C_{ik} = \Pi_{ik} B_{ik}, \quad (5)$$

где Π_{ik} – показатель норматива цены, тыс. руб.;

B_{ik} – количественный параметр для определяемого показателя.

Рассчитываются затраты на строительство и обустройство скважин:

$$C_{\text{скв}} = \sum_{i=1}^n \bar{C}_{\text{скви}} L_{\text{скви}}, \quad (6)$$

где $\bar{C}_{\text{скв}}$ – стоимость строительства 1 м i -й скважины, тыс.руб.;

$L_{\text{скв}}$ – глубина i -й скважины, м;

n – количество скважин.

Исходные данные по объекту приведены в табл. 1.

Таблица 1. Исходные данные по объекту

| Наименование | Исходные данные |
|---|---|
| Назначение объекта | Производственно-складское |
| Размеры здания, размещаемого на участках | Здание размером 24×36 м; строительный объем 6000 м ³ |
| Категория систем водоснабжения по степени обеспеченности подачи воды | Первая категория |
| Требования к качеству воды, поступающей от первичных источников водоснабжения | Вода питьевого качества |
| Режим работы объекта | Круглосуточный |
| Численность персонала | 4 человека – дежурный персонал |
| Максимальный секундный, общее водопотребление в сутки для технологического оборудования | 2 л/с, 18 м ³ /сут |
| Требования пожарной безопасности | Категория помещений по пожарной и взрывопожарной безопасности В, степень огнестойкости: III, высота 7 м |

Схема сетей водоснабжения и предпроектные решения по участку № 1 в районе пос.Ушаки (Ленинградская обл.) приведены на рис. 3 и в табл. 2.

Схема сетей водоснабжения и предпроектные решения по участку № 2 в районе пос. Балтиец (Ленинградская обл.) приведены на рис. 4 и в табл. 3.

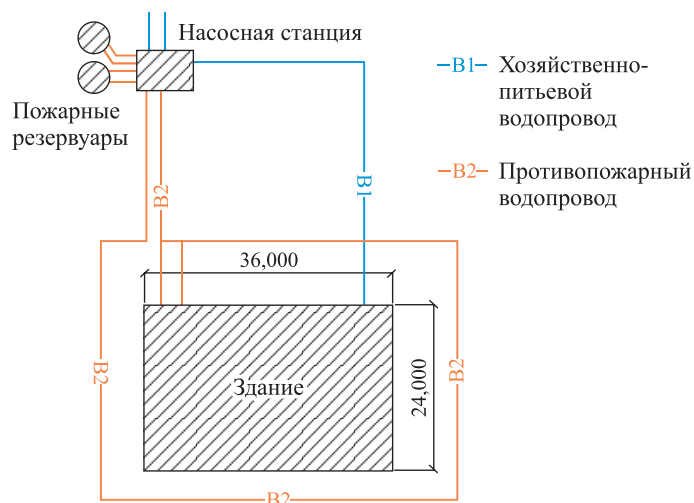


Рис. 3. Схема сетей водоснабжения участка № 1

Таблица 2. Предпроектные решения по участку № 1

| Наименование | Предпроектные решения |
|---|--|
| 1 | 2 |
| Состав систем водоподготовки, транспортирования и хранения воды | Система водоподготовки не требуется, в водомерном узле здания предусматривается повысительная насосная станция для внутреннего пожаротушения (подача 10,4 л/с при напоре 30 м) |
| Секундные расходы на наружное пожаротушение | 20 л/с (СП 8.13130.2009. Источники наружного противопожарного водоснабжения) |
| Секундный расход на внутреннее пожаротушение | 10,4 л/с при давлении 0,199 МПа (СП 10.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод. Требования пожарной безопасности) |

Алгоритм выбора участка для строительства объекта...

Окончание табл. 2

| 1 | 2 |
|--|--|
| Объем запаса воды на пожаротушение для тушения пожара в течение 3 ч | 329 м ³ – объем запаса воды на пожаротушение (2 резервуара объемом не менее 165 м ³) |
| Секундный расход на пополнение резервуаров в течение 24 ч после пожара | 3,9 л/с |
| Максимальный секундный расход, а также общее водопотребление объекта | 6,4 л/с (с учетом пополнения пожарного резервуара и полива территории); 20,5 м ³ /сут |
| Протяженность, диаметр и материал труб для водоснабжения | Протяженность – 1100 м до объекта (полиэтиленовая труба диаметром 160 мм), 70 м внутриплощадочные сети хозяйственно-питьевого водопровода (полиэтиленовая труба диаметром 110 мм), 250 м внутриплощадочные сети противопожарного водопровода (полиэтиленовая труба диаметром 250 мм) |
| Группа грунтов, необходимость оборудования креплений, средняя глубина заложения трубопровода | II группа (супесь легкая), с креплениями, средняя глубина 2 м |

Таблица 3. Предпроектные решения по участку № 2

| Наименование | Предпроектные решения |
|--|--|
| 1 | 2 |
| Состав систем водоподготовки, транспортирования и хранения воды | Система водоподготовки не требуется, необходимо устройство двух скважин глубиной 140 м с устройством скважинных насосов, в водомерном узле здания предусматривается повысительная насосная станция для внутреннего пожаротушения (подача 10,4 л/с при напоре 30 м) |
| Секундные расходы на наружное пожаротушение | 20 л/с (СП 8.13130.2009. Источники наружного противопожарного водоснабжения) |
| Секундный расход на внутреннее пожаротушение | 10,4 л/с при давлении 0,199 МПа (СП 10.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод. Требования пожарной безопасности) |
| Объем запаса воды на пожаротушение для тушения пожара в течение 3 ч | 329 м ³ – объем запаса воды на пожаротушение (2 резервуара объемом не менее 165 м ³) |
| Секундный расход на пополнение резервуаров в течение 24 ч после пожара | 3,9 л/с |
| Максимальный секундный расход, а также общее водопотребление объекта | 6,4 л/с (с учетом пополнения пожарного резервуара и полива территории); 20,5 м ³ /сут |

Окончание табл. 3

| 1 | 2 |
|--|---|
| Протяженность, диаметр и материал труб для водоснабжения | Протяженность – 150 м до объекта (полиэтиленовая труба диаметром 160 мм), 70 м внутриплощадочные сети хозяйственно-питьевого водопровода (полиэтиленовая труба диаметром 110 мм), 250 м внутриплощадочные сети противопожарного водопровода (полиэтиленовая труба диаметром 250 мм) |
| Группа грунтов, необходимость оборудования креплений, средняя глубина заложения трубопровода | IV группа (глина тяжелая), с креплениями, средняя глубина 2 м |

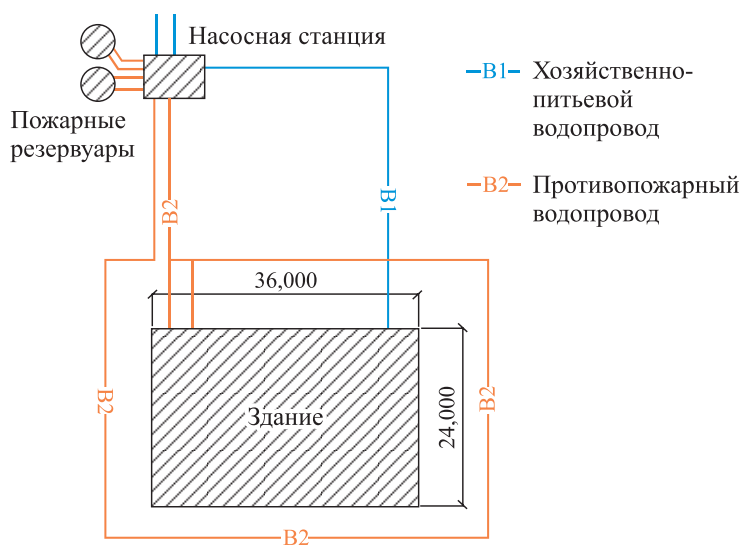


Рис. 4. Схема сетей водоснабжения участка № 2

Таблица 4. Оценка затрат на обеспечение водоснабжения объекта

| Наименование затрат | Участок № 1 | Участок № 2 |
|---|-------------|-------------|
| Стоимость трубопровода, тыс. руб. | 7882,5 | 2691,7 |
| Стоимость бурения и обустройства скважин, тыс. руб. | – | 1550 |
| Стоимость насосных станций, тыс. руб. | 1800 | 2900 |
| Стоимость систем водоподготовки, тыс. руб. | – | – |
| Стоимость резервуаров, тыс. руб. | 4950 | 4950 |
| Общая стоимость, тыс. руб. | 14632,5 | 12091,7 |

В табл. 4 приведена оценка затрат на обеспечение водоснабжением по каждому участку.

Таким образом, произведенный расчет показал, что выбор участка № 2 для строительства объекта является наиболее экономически эффективным.

Выводы. Представленный алгоритм оценивания участков при проведении РИ позволяет сравнить затраты на строительство, зависящие от месторасположения земельного участка предполагаемого для размещения объекта.

Расчеты показали, что стоимость обеспечения водоснабжением объекта на различных участках может существенно различаться. Для участков, рассмотренных в статье, разница составляет 21 %.

Очевидно, что внедрение данной методики в практику РИ позволит:

- оценить затраты, зависящие от свойств земельного участка и (или) прилегающей территории;
- выбрать наиболее экономически обоснованный вариант размещения объекта;
- снизить затраты на строительство объекта путем количественного оценивания тех факторов, которые влияют на стоимость строительства;
- упростить процедуру сравнительного оценивания участков за счет ее формализации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Калгин А.В., Шевчук А.М. Выбор участков для объектов Министерства обороны. СПб.: Изд-во ВКА им. А.Ф. Можайского, 2006. 77 с.
2. Богуславский Л.Д., Симонова А.А. Техно-экономические основы проектирования систем водоснабжения и канализации. М.: МИСИ, 1984. 325 с.
3. Чупин Р.В., Майзель И.В. Инвестиции в развитие систем водоснабжения и водоотведения // Изв. вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2013. № 1 (4). С. 126–133.
4. Шулгин Е.В. Определение эффективности инвестиционных проектов в строительстве // Молодой ученый. 2018. № 28. С. 40–45.
5. Симонова А.А. Экономика систем инженерного оборудования. М.: Стройиздат, 1990. 344 с.
6. Ситков Р.А., Сальников В.М., Ситников А.В., Щельников В.Н. Анализ современной практики проведения рекогносцировочных изысканий и выбора участка под строительство объектов специального назначения // Фундам. исслед. 2016. № 11(ч. 4). С. 717–721.

7. Д и д к о в с к а я О.В. Управление стоимостью материальных ресурсов в инвестиционно-строительном процессе // *Фундам. исслед.* 2015. № 11 (ч. 5). С. 986–993.
8. К у л и к о в Н.И., Б а р а н о в с к и й Н.И., Н а й м а н о в Н.Г. Водоснабжение: учеб. пособие. Новосибирск: ООО «ЦСРНИ», 2016. 704 с.
9. М а з а е в В.Т., Ш л е п н и н а Т.Г. О нормативном документе «Источники централизованного питьевого водоснабжения. Гигиенические требования. Правила выбора и контроль качества» // *Водоснабжение и сан. техника.* 2010. № 8. С. 3–7.
10. Ш е в е л е в Ф.А. Таблицы для гидравлического расчета стальных, чугунных, асбестоцементных, пластмассовых и стеклянных водопроводных труб. Изд. 5-е, доп. М.: Стройиздат, 1973.
11. К а л и ц у н В.И., К е д р о в В.С., Л а с к о в Ю.М. Гидравлика, водоснабжение и канализация. М.: Стройиздат, 2000. 139 с.

Ситков Роман Александрович, канд. техн. наук; E-mail: sitkovroman@mail.ru
Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского, г. Санкт-Петербург
Грушковский Павел Анатольевич, канд. техн. наук; E-mail: pasha-089@yandex.ru
Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского, г. Санкт-Петербург
Щельников Валерий Николаевич, канд. техн. наук; E-mail: 9342722@mail.ru
Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского, г. Санкт-Петербург

Получено 12.02.2020

Sitkov Roman Alexandrovich, PhD; E-mail: sitkovroman@mail.ru
Mozhaisky Military Aero Space Academy, Saint Petersburg, Russia
Grushkovskiy Pavel Anatol'evich, PhD; E-mail: pasha-089@yandex.ru
Mozhaisky Military Aero Space Academy, Saint Petersburg, Russia
Shchelnikov Valeriy Nikolaevich, PhD; E-mail: 9342722@mail.ru
Mozhaisky Military Aero Space Academy, Saint Petersburg, Russia

THE ALGORITHM FOR SELECTING A SITE FOR THE CONSTRUCTION OF AN OBJECT IN THE COURSE OF THE RECONNAISSANCE SURVEYS ON THE EXAMPLE OF ESTIMATING THE COST OF PROVIDING WATER SUPPLY

The issues related to the estimation of costs that depend on the properties of the land plot and affect the cost of construction of the object are disclosed. The algorithm for selecting a land plot for the construction of an object during reconnaissance surveys, which allows comparing construction costs that depend on the location of the land plot has been developed. A list of costs that depend on the location of the site is provided. An example of selecting a site based on an estimate of the cost of providing the object with water supply is presented. The cost estimation is based on the analysis of the initial data and the formation of pre-project solutions for each of the sections under consideration. The efficiency of the presented algorithm in estimating construction costs is shown. The conclusion about the possibility of implementing the presented algorithm in the practice of conducting reconnaissance surveys is made.

Key words: external networks, water supply, reconnaissance surveys, costs, initial data, site selection.

REFERENCES

1. K a l g i n A.V., S h e v c h u k A.M. V y b o r u c h a s t k o v d l y a o b' e k t o v M i n i s t e r s t v a o b o r o n y [Selection of sites for facilities of the Ministry of Defense]. St. Petersburg, Publishing house of VKA named after A.F. Mozhaysky, 2006. 77 p. (in Russian)

2. Boguslavskiy L.D., Simonova A.A. Tekhniko-ekonomicheskiye osnovy proyektirovaniya sistem vodosnabzheniya i kanalizatsii [Technical and economic basis of water supply and sewerage systems design]. Moscow, MISI, 1984. 325 p. (in Russian)
3. Chupin R.V., Mayzel' I.V. Investitsii v razvitiye sistem vodosnabzheniya i vodo-otvedeniya [Investments in the development of water supply and sanitation systems]. Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost' [News of universities. Investments. Construction. Real estate.]. 2013. No. 1 (4). Pp. 126–133. (in Russian)
4. Shul'gin E.V. Opredeleniye effektivnosti investitsionnykh proyektov v stroitel'stve [Determination of efficiency of investment projects in construction]. Molodoy uchenyy [Young scientist]. 2018. No. 28. Pp. 40–45. (in Russian)
5. Simonova A.A. Ekonomika sistem inzhenernogo oborudovaniya [Economics of engineering equipment systems]. Moscow, Stroyizdat, 1990. 344 p. (in Russian)
6. Sitkov R.A., Sal'nikov V.M., Sitnikov A.V., Shchel'nikov V.N. Analiz sovremennoy praktiki provedeniya rekognostsirovochnykh izyskaniy i vybora uchastka pod stroitel'stvo ob'ektov spetsial'nogo naznacheniya [Analysis of modern practice of reconnaissance surveys and selection of the site for construction of special facilities]. Fundamental'nyye issledovaniya [Basic Research.]. 2016. No. 11 (p. 4). Pp. 717–721. (in Russian)
7. Didkovskaya O.V. Upravleniye stoimost'yu material'nykh resursov v investitsionno-stroitel'nom protsesse [Material Resource Cost Management in the Investment and Construction Process]. Fundamental'nyye issledovaniya [Basic Research.]. 2015. No. 11 (p. 5). Pp. 986–993. (in Russian)
8. Kulikov N.I., Baranovskiy N.I., Naymanov N.G. Vodosnabzheniye: uchebnoye posobiye [Water supply: textbook.]. Novosibirsk: OOO «CSRNI», 2016. 704 p. (in Russian)
9. Mazaev V.T., Shlepina T.G. O normativnom dokumente «Istochniki tsentralizovannogo pit'evogo vodosnabzheniya. Gigienicheskiye trebovaniya. Pravila vybora i kontrol' kachestva» [On the regulatory document “Sources of centralized drinking water supply. Hygienic requirements. Rules of choice and quality control”]. Vodosnabzheniye i sanitarnaya tekhnika [Water supply and sanitation]. 2010. No. 8. Pp. 3–7. (in Russian)
10. Shevelev F.A. Tablitsy dlya gidravlicheskogo rascheta stal'nykh, chugunnykh, asbestotsementnykh, plastmassovykh i steklyannykh vodoprovodnykh trub [Tables for hydraulic calculation of steel, cast iron, asbestos cement, plastic and glass water pipes]. Izd. 5-e, dop. Moscow, Stroyizdat, 1973. (in Russian)
11. Kalitsun V.I., Kedrov V.S., Laskov Yu.M. Gidravlika, vodosnabzheniye i kanalizatsiya [Hydraulics, water supply and sewerage.]. Moscow, Stroyizdat, 2000. 139 p. (in Russian)