

системы мониторинга практики управления и состояния водных ресурсов [4,5].

Библиографический список

1. Glazunova I.V. The application of the certain provisions of the Directive of the Council of the European Union 96.61/EC in the European and Russian practice on the environmental regulation proceedings of the international scientific-practical conference (Kostyakov readings) March 20-21, 2013, Moscow: Vniigim Pgs. 259-265 (in Russian).

2. Mitchell, CA & White, S 2003, 'Forecasting and backcasting for sustainable urban water futures', Water, vol. 30, no. 5, pp. 25-28.

3. Глазунова И.В., Карпенко Н.П. - Устойчивое развитие и научное обоснование интегрированного использования водных ресурсов на основе европейского опыта. Вестник научно-методического совета по природообустройству и водопользованию. Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева (Москва). – 2019. – №14(14). – С.17-26.

4. Бакштанин, А.М. Водохозяйственные системы и водопользование- Учебник. / Бакштанин, А.М, Раткович Л.Д., Маркин А.М., Глазунова И.В., и др. под общей редакцией Л.Д. Ратковича В.Н. Маркина /- М.: ООО ИНФРА-М»– 2019. – 452 с.

5. Галямина, И.Г. Управление водохозяйственными системами: учебное пособие / И.Г. Галямина, Т.И. Матвеева, В.Н. Маркин, Л.Д. Раткович, И.В. Глазунова, А.М. Бакштанин, / 2-е изд., перераб. и доп. / ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева. – М.: ООО «Мегаполис», 2020. – 127 с.

УДК 551.1/.4:502.1

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ ПРИ ПРОКЛАДКЕ ИНЖЕНЕРНЫХ КОММУНИКАЦИЙ НА ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКУЮ СРЕДУ

Соколова Светлана Анатольевна, доцент кафедры комплексного использования водных ресурсов и гидравлики, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Матвеева Татьяна Ивановна, доцент кафедры комплексного использования водных ресурсов и гидравлики, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Аннотация. Основная цель настоящей статьи заключается в исследовании закономерностей изменений геолого-гидрогеологических условий и оценке влияния инженерных сооружений на геологическую среду. В качестве объекта изучения выбран водосбор малых рек Лихоборка и

Жабенка в г. Москве. Предложены и усовершенствованы аналитические зависимости для схемы бесконечного линейного источника возмущения в бесконечном пласте.

Ключевые слова: гидрогеология, малые реки, водоносный горизонт, водопонижение, строительные работы, инженерные коммуникации.

Следует отметить, что на изменение геолого-гидрогеологических условий влияет проведение строительных работ на участке трасс инженерных коммуникаций в зоне съезда с Дмитровского шоссе на Дубнинскую улицу и Верхнелихоборскую в г. Москве, на которых водоносный горизонт превышает отметки заложения сооружений, в результате применения специальных методов работ – водопонижение и водоотлив.

Поверхность равнины сложена долинами малых рек, протекающих по территории города и являющихся притоками р. Москвы и р. Яузы. В частности, в районе строительства Дмитровского шоссе пересекают р. Лихоборка и р. Жабенка.

В геолого-структурном отношении территория расположена на юго-западном склоне обширной платформенной Московской синеклизы палеозойского возраста. Геологические условия изучаемой территории в пределах верхней части разреза характеризуется наличием трех водоносных горизонтов подземных вод – надморенного, надъюрского и верхнекаменноугольного.

Техническая и моральная изношенность основных фондов практически на всех действующих строительных объектах, выработка нормативных сроков эксплуатации технических средств и инженерных коммуникаций, сокращение объемов работ по реконструкции и техническому обслуживанию, заставляют совершенствовать существующие и искать новые пути снижения экологической опасности функционирования техноприродных систем.

Для проведения оценки воздействия строительной деятельности на геолого-гидрогеологическую среду использованы аналитические методы решения дифференциальных уравнений фильтрации подземных вод. При прогнозировании изменения уровней грунтовых вод для линейных источников возмущения потока (траншеи, линейный дренаж, водопонижающие скважины), можно использовать общее решение линеаризованного дифференциального уравнения одномерной плановой фильтрации [1,2,3].

Для полуограниченного потока при наличии несовершенной границы, величину дополнительного гидродинамического сопротивления следует учитывать, удлиняя поток на величину ΔL_t , зависящую от времени t при нестационарном движении. При таком решении задачи уравнение запишем в следующем виде [2]:

$$\Delta H = \Delta H^o \cdot \operatorname{erfc}\left(\frac{x + \Delta L_t}{2\sqrt{at}}\right) \quad (1)$$

$$\text{Вводим обозначение: } \lambda = x/(2\sqrt{at}), \quad \theta = \sqrt{at}/\Delta L, \quad (2)$$

где ΔH – величина изменения уровня на расстоянии x (м) от границы возмущения потока через период времени t (сут); ΔH^o – величина изменения уровня горизонта на границе возмущения потока, соответствующее средней величине понижения уровня на линии контура скважин, м; $\operatorname{erfc} \lambda$ – специальная табулированная функция; $a = T/\mu$ – коэффициент уровнепроводности, м²/сут; T – водопроницаемость горизонта, м²/сут; μ – коэффициент гравитационной емкости, дол. ед.

Величину ΔL_t можно выразить уравнением регрессии:

$$\Delta L_t = \Delta L \cdot \left(1/0,904 + \frac{0,353}{\theta}\right) \quad (3)$$

С учетом формулы 3 получаем:

$$\Delta H = \Delta H^o \cdot \operatorname{erfc}\left(\left(x + \frac{\Delta L}{0,904 + 0,353/\theta}\right) / (2\sqrt{at})\right) \quad (4)$$

Величина изменения удельного двустороннего притока (расход на 1 погонный метр) определяется по зависимости:

$$\Delta q = \frac{4 \cdot T \cdot \Delta H^o}{\sqrt{\pi \cdot at}} \cdot \exp\left[-\left(\frac{1}{2\sqrt{at}} \cdot \frac{\Delta L}{0,904 + \frac{0,353 \cdot \Delta L}{\sqrt{at}}}\right)^2\right] \quad (5)$$

Средний расход определяется с помощью численного интегрирования.

Для траншей и горизонтального дренажа величину ΔL можно выразить через параметр $L_{\text{НД}}$ ($\Delta L = 2L_{\text{НД}}$). Для дрены расположенной в однородном пласте $L_{\text{НД}}$ определяется по формуле [2,4]:

$$L_{\text{НД}} = 0,73 \cdot \lg \frac{2m_{\text{Д}}}{\pi d_{\text{Д}}} \quad (6)$$

где $m_{\text{Д}}$ – мощность потока под дренажем; $d_{\text{Д}}$ – расчетный диаметр дрены, $d_{\text{Д}} \approx 0,56 \cdot P_{\text{Д}}$; $P_{\text{Д}}$ – смоченный периметр дрены.

Для внесения поправок с учетом ограниченности участков водопонижения, аналитические значения сравнивались с численными, полученными для типовых гидрогеологических условий. Связь между средними расходами независимо от расчетной линейной схемы оказывается линейной.

При проведении строительных работ по прокладке коммуникаций на территории водосборов малых рек Лихоборка и Жабенка изменения геологической среды будут происходить за счет изъятия грунта из открытых траншей и котлованов, а также под воздействием ряда мероприятий,

направленных на изменение гидрогеологических условий для предотвращения затопления [4,5].

Основными факторами воздействия на геологическую среду в процессе строительства является водопонижение, которое будет проводиться на участках прокладки городской, дождевой канализации и участках водопровода (табл. 1).

Таблица 1

Результаты расчетов водопотоков в системе строительного дренажа (на примере дождевой канализации)

Участок водопонижения	Понижение уровня, м	Длина участка или радиусы, м	Гидрогеологические параметры водоносного горизонта			Средний расход, $Q_{ср}$, м ³ /сут	Время отбора, t, сут	Суммарный отбор, V_s , м ³	Радиус влияния, $R_{вл.}$, м
			m_n , м	$k_{ф}$, м/сут	μ				
1	1,5	134,5	3	1,7	0,1	99	54	5228	17
2	1,5	128,0	2	7,0	0,15	204	60	12193	21
3	1,5	238,0	3	3,0	0,1	153	66	10251	19
4	2,5	92,0	4,8	2,5	0,1	194	60	11654	59
5	2,5	16,0	4,8	1,3	0,1	45	15	671	26

Снижение уровня в надморенном водоносном горизонте на различных участках составляет от 1 м до 4 м. Расчеты показали, что средний расход подземных вод за период понижения уровня будет изменяться от 2 до 456 м³/сут. При этом суммарный объем водоотбора составит 64112 м³. Максимальная зона воздействия от проводимого водопонижения составит 59 м на участке дождевой канализации.

Библиографический список

1. Гриневский С.О. Гидрогеодинамическое моделирование взаимодействия подземных и поверхностных вод: монография. - М.: ИНФРА-М, 2012. - 152 с.
2. Жабин В.Ф., Карпенко Н.П., Ломакин И.М. Особенности определения гидрогеологических характеристик анизотропных сред для расчета дренажа // Природообустройство. - 2010. - № 3. - С. 80-87.
3. Карпенко Н.П., Ломакин И.М., Дроздов В.С. Учебное пособие. Гидрогеология и основы геологии. - М.: Инфра-М. - 2018. - 328 с.
4. Беглярова Э.С., Соколова С.А., Бакштанин А.М. Изменение показателей загрязнения поверхностного стока городских территорий при проведении строительных работ на примере частных водосборов рек Лихоборки и Жабенки // Гидротехническое строительство. 2020. № 11. С. 48-52.
5. Бакштанин, А.М. Водохозяйственные системы и водопользование- Учебник. / Бакштанин, А.М, Раткович Л.Д., Маркин А.М., Глазунова И.В., и др. под общей редакцией Л.Д. Ратковича В.Н. Маркина /- М.: ООО ИНФРА-М» - 2019. - 452 с.