

УДК:628.112:332.142.6(477.64-2)

ДИНАМИКА ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ЗАСТРОЕК ЮЖНОГО МИКРОРАЙОНА №2 Г. ЗАПОРОЖЬЯ

Маслова О.В., к.ф.-м.н., доцент, Павлых Р.С.

Запорожский национальный университет, Украина, 69600, г. Запорожье, ул. Жуковского, 66

masmodd@mail.ua

В статье показан анализ динамики геоморфологических изменений №2 Южного микрорайона г.Запорожья под действием антропогенной нагрузки.

Целью исследований является оценка состояния геоморфологических изменений отдельного района города Запорожья за последние тридцать лет и построение прогноза до 2032 года.

Методы. Топографические карты, отчеты о геологическом изыскании и статистические отчеты городских коммунальных предприятий, материалы городской СЭС, отчеты Департамента экологии и природных ресурсов Запорожской областной государственной администрации, доклады государственного управления экологии и природных ресурсов в Запорожской области, а также отчеты Украинского государственного научно-исследовательского института инженерно-технологических и экологических изысканий с использованием программы Excel и методов математического моделирования построен прогноз динамики геоморфологических изменений.

Результаты и выводы. Исследуемый район имел одинаковый уровень техногенной нагрузки и с постоянным уровнем загрязнения. Была проведена оценка изменений геоморфологических показателей. Прослежена динамика изменений уровня грунтовых вод за последние годы. Обнаружено, что при существующем положении без реформирования дренажной системы амплитуда колебания уровня грунтовых вод будет увеличиваться и в дальнейшем. Прогнозируемое увеличение амплитуды колебания уровня подземных вод до 2032 года на $\Delta N=2,85$ м. Рекомендация высаживать в определенном порядке деревья с учетом ландшафта территории, что позволит укрепить почвенно-растительный слой, уменьшить скорость увеличения уровня подземных вод.

Ключевые слова: Прогноз колебаний уровня грунтовых вод, физико-геологические показатели, «плывунов», дренажные системы, деревья

ДИНАМІКА ГЕОМОРФОЛОГІЧНИХ ЗМІН ПІД ДІЄЮ ЗАБУДОВ ПІВДЕННОГО МІКРОРАЙОНУ № 2 М. ЗАПОРІЖЖЯ

Маслова О.В., Павлых Р.С.

Запорізький національний університет, Україна, 69600, м. Запорожжя, вул. Жуковського, 66

У статті надається аналіз динаміки геоморфологічних змін Південного мікрорайону №2 м. Запоріжжя під дією антропогенного навантаження.

Метою досліджень є оцінка стану геоморфологічних змін окремого району міста Запоріжжя за останні тридцять років і побудова прогнозу до 2032 року.

Методи. Топографічні карти, звіти про геологічні дослідження та статистичні звіти міських комунальних підприємств, матеріали міської СЕС, звіти Департаменту екології та природних ресурсів Запорізької обласної державної адміністрації, доповіді держуправління екології та природних ресурсів Запорізької області, а також звіти Українського державного науково-дослідного інституту інженерно-технічних і екологічних досліджень та використання програми Excel і методів математичного моделювання побудовано прогноз динаміки геоморфологічних змін.

Результати і висновки. Досліджуваний район мав однаковий рівень техногенного навантаження і з постійним рівнем забруднення. Була проведена оцінка змін геоморфологічних показників. Простежена динаміка змін рівня грунтових вод за останні роки. Виявлено, що при існуючому положенні без реформування дренажної системи амплітуда коливання рівня грунтових вод буде збільшуватися і надалі. Прогнозоване збільшення амплітуди коливання рівня підземних вод до 2032 року на $\Delta N=2,85$ м. Рекомендація висаджувати в певному порядку

дерева з урахуванням ландшафту території, що дозволить зміцнити ґрунтово-рослинний шар, зменшити швидкість збільшення рівня підземних вод.

Ключові слова: Прогноз рівня коливань ґрунтових вод, фізико-геологічні показники, «пливунів», дренажні системи, дерева

DYNAMICS OF GEOMORPHOLOGICAL CHANGES UNDER THE INFLUENCE OF DEVELOPMENTS SOUTH OF DISTRICT №2 ZAPORIZHZHYE

Maslova O., Pavlich G.

Zaporizhzhya national university, Ukraine, 69600, Zaporizhzhya, Zhukovskogo Street, 66

The purpose of research is assessment of geomorphological changes in the certain area Zaporizhzhya in the last thirty years and projections to 2032. Research area had the same level of anthropogenic load and with a constant level of pollution. The evaluation conducted on changes in geomorphic indicators. The dynamics of changes of the groundwater level in recent years. It is founding that in the situation without the reform of the drainage system amplitude of fluctuation of groundwater level will increase in the future.

The article is devoted to the important problem of the city of Zaporizhzhya. The main question of today is preservation of environment under the conditions of anthropogenous loading and constantly expanding the territory of the city. The object of research is the extreme southernmost past tip of the city of Zaporizhzhya, which is call Southern residential district. 170 thousand inhabitants are dwelling in the study area. Southern residential area consists of five blocks were 9-storey residential houses are located there are also a few brick houses, the tallest of which is a 16 –storey house.

Today in the outskirts and in the city of Zaporizhzhya there is a change of groundwater flow, which in turn influences the geomorphic changes in the landscape of the city.

Methods. The Groundwater aquifer is form on the first level of the impermeable layer. In connection with shallow from the surface levels of groundwater, the studied layers are experiencing significant variations between the seasons: it rises after a rainfall or a snowmelt and it falls in the dry season. In severe winters ground water can freeze. These waters are more susceptible to contamination.

In the dynamics of groundwater influenced by meteorological conditions it is in addition necessary to consider as well as the fact that after construction of the Dnieper hydroelectric power station named after Lenin, had been partially flooded marshes that had a negative impact on the environment. Serious negative changes were causing in the ecosystem of the area researches part and the ecosystem of the Dnipro River, when during construction the big layer of sand have put.

Results and conclusions. After analyzing the geologic sections, soil types, layer thickness and level, we can predict the increase in the amplitude of fluctuations of groundwater levels at speeds up to 0.435 m/year. Over the last thirty years, the amplitude of groundwater level variations has increased, so it was in 1993 in the range from 4.1 m to 5.3 m at $\Delta N=0.04$ m. The results of our forecast for the next twenty-five years, we have obtained the parameters of the amplitude fluctuations of groundwater level in the range of 5.45-8.3 m that is $\Delta N=2.85$ m. Although the level of the average groundwater level remained within acceptable limits, but the magnitude of changes in the oscillation amplitude can theoretically be increased to 70 times with respect to the initial value. These changes can explain by anthropogenic and technogenic influence geomorphic change.

An production of the earthworks is having influence by physical and mechanical properties have consider types such parameters as average density, moisture, internal strength of adhesion of particles, loosen.

According to research of the Ukrainian State Research Institute of Engineering Technology and Environmental Studies in 1993, soil-technogenic water lies at the depth of 4.3-5.1 m below the surface [1].

With further development, taking into account active and passive factors of flooding, based on the experience of building in similar locations, possible dome-shaped rise of the groundwater level at the speed of $\approx 0.1-0.3$ m/year. Bulk soil can serve as a natural basis for design of foundations due to heterogeneity of the composition and seasonal freezing.

After analyzing the performance of soils and groundwater levels in the Southern district N2 of Zaporizhzhya, as well as analyzing geologic sections, soil types, layer thickness and level, we can predict the increase in the amplitude of fluctuation of groundwater level by $\Delta N=2,85$ m by 2032.

Unfavorable physical and geological processes and phenomena in the form of the flooded soil, and the presence of weak, compressible silt soils unevenly, which can lead to the emergence of "quicksand" can be eliminated by installing

a drainage system and the increase in the number of the recommended trees. Trees planted in a certain order with regard to landscape areas that will strengthen the soil vegetative layer, to reduce the rate of the increase of groundwater level.

Analyzing the obtained results we can say that in the studying area the upper layer depth is maximum five meters and consists of dark grey silt and sandy loam that in the event of flooding or accumulation of water can shrink and change the thickness of the applied layer, which in turn threatens the creation of floaters. As from geological studies it is known that at a depth of 20 meters stands a craggy rock, and between the upper layer of silt and sandy loam with a depth of 5 meters of rocks and filled with sand to a depth of 15 meters. In the case of the accumulation of underground water and lack of drainage system, we recommend use the root system of certain species of trees that will help to remove excess of water with different level layers.

Considering the temperature region where the maximum temperature in summer can reach +35 to 37 the °C, and in winter up to -25-30 °C and the poorness of the soil consisting mainly of sand and silt particles, clay and different fractions of sand we identified two groups of trees. These two groups of trees, which at a certain order of growth taking into account landscape areas may partly, reduce the groundwater level defined by features of root system. The first group is trees root system of which penetrates depth at 20 meters and these can germinate and develop into the studied territory such as acacia, pine, oaks. The second group belong to trees root system of which has many long roots at the soil surface with a minimum level of occurrence. Roots can get into depth on 4 m and extend on the maximum width. Such characteristics such trees as possess willow and poplar.

Keywords: Prediction of groundwater level fluctuations, physical and geological indicators, "quicksand", the drainage system, trees

ВВЕДЕНИЕ

Одной из актуальных проблем города Запорожья, который расположен на берегах реки Днепр, является сохранение окружающей среды в условиях антропогенной нагрузки и постоянно разрастающаяся территория города. Объект исследования находится в крайней южной оконечности города Запорожья, который называется Южным микрорайоном. Проектирование этого района выполнено в 1982 году, а строительство микрорайона начато 9 сентября 1984 года. Проект разрабатывал институт «Запорожжерайонпроект» и вначале проект включал в себе 8 микрорайонов с предполагаемым населением в 170 тысяч жителей. Южный жилой массив состоит из пяти кварталов, застройка образована панельными домами высотой в 9 этажей, встречаются также единичные кирпичные дома (до 16-ти этажей). Южный микрорайон является частью Коммунарского района города Запорожья. Поскольку территория находится на намывном песке, то в обиходе жилой массив получил название «Пески». На производство земляных работ большое влияние оказывают физико-механические свойства и виды грунтов: средняя плотность, влажность, сила внутреннего сцепления частиц, разрыхляемость.

На сегодняшний день в окрестностях и в городе Запорожье происходит изменения течения подземных вод, что в свою очередь влияет на геоморфологические изменения ландшафта города.

Грунтовые воды образуют водоносный горизонт на первом от поверхности водоупорном слое. В связи с неглубоким залеганием от поверхности уровень грунтовых вод испытывает значительные колебания по сезонам года: он то повышается после выпадения осадков или таяния снега, то понижается в засушливое время. В суровые зимы грунтовые воды могут промерзнуть. Эти воды в большей мере подвержены загрязнению.

Как правило, грунтовые воды формируются в основном за счёт инфильтрации атмосферных осадков и поверхностных вод. Область питания грунтовых вод обычно совпадает с областью распространения водоносного горизонта. Стоит отметить, что мощность горизонта непостоянна и зависит от свойств водосодержащих пород, расстояния до области разгрузки, интенсивности питания.

Главная характерная особенность грунтовых вод, отличающая их от более глубоких артезианских вод— отсутствие напора.

На колебания уровня подземных вод наибольшее влияние оказывают такие факторы как:

- метеорологические условия – это атмосферные осадки, испарения, температура, атмосферное давление;
- гидравлические условия – это изменение режима поверхностных водоёмов, питающих или дренирующих;
- хозяйственная деятельность человека – это строительство гидротехнических и гидромелиоративных сооружений, откачка воды из недр, удобрения

В нашем случае наиболее существенное влияние на режим грунтовых вод оказывают метеорологические условия, а также тот факт что после строительства Днепрогэс им. Ленина, были частично затоплены плавни, что негативно сказалось на окружающей среде, еще более серьезные последствия для данной экосистемы и для экосистемы реки Днепр нанесли рабочие Днепрогэса, которые в целях застройки данной территории намыли слой песка.

Южный микрорайон расположен в пределах левобережной поймы реки Днепр (Николаевская пойма). Рельеф изучаемой территории – искусственный, созданный в результате намыва данной территории песчаными грунтами. До момента намыва эта территория представляла собой заболоченную пойму.

Цель работы построение прогноза динамики показателей геоморфологических изменений. Основной задачей, является анализ показателей грунтов и уровня подземных вод Южного микрорайона.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

На карте Южного микрорайона города Запорожья (рис1) очень хорошо видно большое количество разнотипных водоемов в зоне влияния Николаевской поймы реки Днепр.

По данным изысканий Украинского государственного научно-исследовательского института инженерно-технологических и экологических изысканий. 1993 года грунтово-техногенные воды залегают на глубине 4,3-5,1 м от поверхности [1].

Последние исследования данной территории проводились в 2007 году. В результате работ было установлено УПВ (уровень подземных вод) на глубинах 3,9-6,5 м.

Южный микрорайон относится к естественно подтопленным территориям, а амплитуда сезонных колебаний может составлять 0,8-1,2м.[2] Региональным водоупором являются монолитные граниты, залегающие на глубине 30 м от земной поверхности, а водоносный горизонт гидравлически связан с рекой Днепр и повторяет колебания его уровня.

При дальнейшей застройке территории, учитывая активные и пассивные факторы подтопления, исходя из опыта строительства на аналогичных участках, возможен куполообразный подъем УПВ со скоростью $\approx 0,1-0,3$ м/год. Насыпные грунты не могут служить естественным основанием для проектируемых фундаментов ввиду неоднородности состава и сезонного промерзания[3].

В работе использовались материалы статистической отчетности городских коммунальных предприятий, материалы областной и городской СЭС, Департамента экологии и природных ресурсов Запорожской областной государственной администрации, Национального доклада госуправления экологии и природных ресурсов в Запорожской области, а также отчеты о геологическом изыскании на Южном микрорайоне Украинского государственного научно-исследовательского института инженерно-технологических и экологических изысканий за 1993 и 2007 годы и др. Для построения прогноза использовались методы математического моделирования с помощью программы Excel.



Рисунок 1. Фрагмент карти Южного микрорайона города Запорожья

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В целях снижения уровня подземных вод (УПВ) проектом было предусмотрено установка дренажных систем, которая, в конечном счете, не была введена в эксплуатацию. Данный факт, свидетельствует о неконтролируемости и неуправляемости УПВ.

Проведя анализ физико-геологических исследований за 1993 и 2007 гг, можно оценить ситуации с геоморфологическим строением Южного микрорайона. Данные приведенные в Таблице 1.

Из таблицы 1 видно, что неравномерный верхний слой глубиной от 0,5 до 6,6 м и шириной от 0,5 до 2,5 м имеет следующие характеристики:

Ил темно-серый. Пылевато-глинистые грунты способны испытывать деформации, продолжающиеся в течение нескольких десятилетий, что необходимо учитывать при прогнозе изменения оснований. Среди пылевато-глинистых грунтов следует выделить особую категорию — илы, просадочные и набухающие грунты. Использование илистых грунтов в основании сооружений требует специального обоснования в силу их незначительной прочности, обусловливаемой только структурными связями.

Супесь. Рыхлая горная порода, состоящая, главным образом, из песчаных и пылеватых частиц с добавлением около 3—10 % алевритовых, пелитовых или глинистых частиц. Супесь менее пластична, чем суглинок. Быстро просыхают, не набухают и не обладают липкостью. Супеси устойчивы в сухом и во влажном состоянии, так как сочетают положительные стороны песчаных (большое внутреннее трение и хорошую водопроницаемость) и глинистых (связность в сухом состоянии) частиц[4].

Таблица 1. Характеристики исследуемых параметров

Слой	Глубина (h), м	Мощность (N), м	Характеристика
Ил темно-серый	0 - 2,0	0,1 – 0,4	Вязкий осадок из минеральных или органических веществ на дне водоёма.
Супесь илистая	0 - 3,0	2,0-2,3	Рыхлая горная порода, состоящая, главным образом, из песчаных и пылеватых частиц с добавлением около 3—10 % алевритовых, пелитовых или глинистых частиц.
Суглинок илистый	0,6 - 1,6	0,4-3,0 м	Почва, содержащая глину и значительное количество песка
Песок пылеватый	0 - 4,2	0,3 – 2,5	Имеет невысокую прочность и может долгие годы постоянно просаживаться.
Песок мелкий	2,5 – 15	0,3 – 5	Имеет размер частиц меньше 0,1 мм и по своим свойствам уже приближается к глинистому грунту
Песок средней крупности	7,9 – 10	0 - 10	При насыщении влагой такой грунт снижает свою несущую способность до 1 кг/см ² .

Анализируя полученные результаты можно сказать, что на исследуемой территории верхний слой глубиной максимум до пяти метров состоит из темно-серого ила и супеси, что в случае подтопления или скопления воды может сжиматься и менять толщину нанесенного слоя, что в свою очередь несет угрозу создания плавучих, так как из геологических исследований известно, что на глубине более 20 метров находится скалистая порода, а между верхним слоем ила и супеси глубиной от 5 метров и скалистой породы засыпан песок глубиной до 15 метров.

В случае скопления подземных вод и отсутствия дренажной системы мы рекомендуем использовать корневую систему определенных видов деревьев, которые помогут удалить излишки воды с разных уровней слоев. Учитывая температурный режим региона, где максимальная температура в летнее время может достигать +35-37 °С, а в зимнее до -25-30 °С, скудность почвы состоящей, главным образом, из песчаных и пылеватых частиц, глины и разной фракции песка, а также время прорастания и развития мы выделили две группы деревьев, которые при определенном порядке произрастания с учетом ландшафта территории могут частично снизить уровень подземных вод:

1. корневая система, которая может проникать на глубину до 20 и более метров (акация, сосна, дуб)
2. корневая система, которая имеет много длинных корней на поверхности почвы при минимальном уровне залегания второго яруса корней до 4 метров (ива, тополь)

Согласно данным приведенным в геологическом отчете государственного научно-исследовательского института инженерно-технологических и экологических изысканий в период с 1993 по 2007 годы прослеживается четкая динамика деформации каждого слоя. По топографическим картам и усреднённой величине показателя уровня амплитуды колебаний подземных вод получили теоретическую скорость изменения уровня колебаний УПВ.

Средняя величина скорости изменения УПВ с 1982года по 2007 год с учетом измерений за 1993 год определяется по формуле:

$$v = \frac{h_{cp1982} - h_{cp2007}}{t}$$

где

$$t = 2007 - 1982 = 25(\text{лет})$$

Средняя скорость изменения уровня подземных вод, т.е. деформация ширины слоев составляет от 0,1 до 0,435 м/год.

Полученные результаты сведены и построен прогноз по максимальному (ряд 1) и минимальному (ряд 3) значению ширины слоев, рисунок 2, усредненное значение ряд 2.

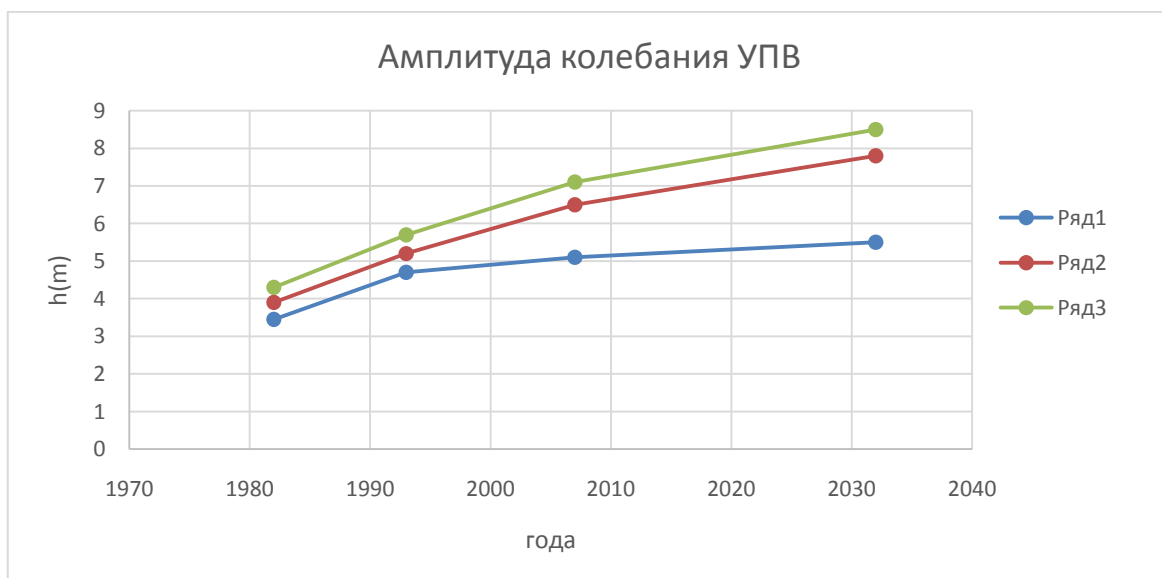


Рисунок 2. Амплитуда колебания УПВ

Анализируя графическую зависимость можно сказать, что в первые десять лет после застройки Южного микрорайона с 1982 года по 1993 год, разброс (расстояние между ряд1 и рядом3) увеличивался, но был в пределах допустимой нормы, а начиная с 1995 года наблюдается значительное увеличение разброса между минимальным и максимальным показателями ширины слоя и как следствие, глубины залегания слоя, что свидетельствует о деформации слоев. Такая деформация возникает при наличии избыточного количества воды и неравномерной нагрузки на поверхность разно уровневых слоев. Как известно, подземные воды агрессивными свойствами к бетонным конструкциям не обладают, однако, в процессе эксплуатации здания, возможно, их загрязнение, что может привести к разрушающим явлениям. Таким образом, неблагоприятные физико-геологические процессы и явления в виде подтопленности, а также наличием «слабых», неравномерно сжимаемых илистых грунтов может грозить появлением «плывунов».

Проанализировав геологические разрезы, виды грунтов, мощность слоя и уровень, мы смогли спрогнозировать увеличение амплитуды колебания уровня подземных вод со скоростью до 0,435 м/год. За последние тридцать лет амплитуда колебаний уровня

подземных вод увеличилась, так она была в 1993 году в пределах от 4,1м до 5,3м $\Delta N=0,04$ м, а по результатам нашего прогноза на ближайшие двадцать пять лет, мы получили параметры амплитуды колебания уровня подземных вод в пределах от 5,45-8,3м, что составляет $\Delta N=2,85$ м. Хотя уровень среднего значения уровня подземных вод осталось в допустимых пределах, но величина изменений колебаний амплитуды теоретически может измениться в сторону увеличения в 70 раз по отношению к исходному значению. Эти изменения можно объяснить антропогенным и техногенным влиянием на геоморфологические изменения.

ВЫВОДЫ

1. Проведя анализ показателей грунтов и уровня подземных вод Южного микрорайона №2 г. Запорожья, а также проанализировав геологические разрезы, виды грунтов, мощность слоя и уровень, мы смогли спрогнозировать увеличение амплитуды колебания уровня подземных вод до 2032 года на $\Delta N=2,85$ м.
2. Неблагоприятные физико-геологические процессы и явления в виде подтопленности, а также наличием «слабых», неравномерно сжимаемых илистых грунтов, которые могут привести к появлению «плывунов» могут быть устранены путем установки дренажной системы и увеличением количества рекомендованных деревьев, высаженных в определенном порядке с учетом ландшафта территории, что позволит укрепить почвенно-растительный слой, уменьшить скорость увеличения уровня подземных вод.

ЛИТЕРАТУРА

1. Динамическая геоморфология / под редакцией Ананьева Г.С. и др., Изд. МГУ, 1992. -448 с.
2. Отчет о геологическом изыскании на Южном м-рн. Украинский государственный научно-исследовательский институт инженерно-технологических и экологических изысканий. 1993 г.
3. Отчет о геологическом изыскании на Южном м-рн. Украинский государственный научно-исследовательский институт инженерно-технологических и экологических изысканий. 2007 г.
4. Маслова О.В., Вплив промислового підприємства на стан атмосфери (на прикладі ВАТ „Запорізький абразивний комбінат) / Маслова О.В., Малюкова А.В.//Вісник Запорізького національного університету. Біологічні науки – Запоріжжя ЗНУ,2008.-№2.-С. 128-134.
5. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Запорізькій області у 2012 р. Державне управління охорони навколишнього природного середовища в Запорізькій області. Офіційний веб-сайт [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www/zp.gov.ua/>.
6. Довкілля області за 2010 рік. Статистичний збірник // Головне управління статистики у Запорізькій області. Запоріжжя, 2011. 92 с.
7. Екологічний паспорт м. Запоріжжя за 2014р. Департамент екології та природних ресурсів Запорізької обласної державної адміністрації. Офіційний веб-сайт [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.menr.gov.ua/index.php/protection/protection1/zaporizka>
8. <http://stroy-spravka.ru/article/fizicheskie-svoistva-gruntov-i-ikh-stroitel'naya-klassifikatsiya>

REFERENCE

1. Dinamicheskaya geomorfologiya / pod redaktsyey Ananeva G. S. I dr., Izd. Mgu. 1992. - 448 s.
2. Otchet o geologicheskoy izyskaniy na Yuzhnom m-rn. Ukrainskiy gosydarstvennyy nauchno-issledovatel'skiy institut inzhenerno-tehnologicheskikh i ekologicheskikh izyskaniy. 1993 g.
3. Otchet o geologicheskoy izyskaniy na Yuzhnom m-rn. Ukrainskiy gosydarstvennyy nauchno-issledovatel'skiy institut inzhenerno-tehnologicheskikh i ekologicheskikh izyskaniy. 2007 g.
4. Maslova O.B., Vplyv promyslovogo pidpryemstva na stan atmosfery (na prykladi VAT „Zaporizkiy abrazyvnyy kombinat) / Maslova O.B., Malyukova A.V.//Visnyk Zaporizkogo natsionalnogo universitetu. Biologichni nauky – Zaporizhzhya ZNU, 2008.-№ 2.-S.128-134.
5. Regionalna dopovid pro stan navkolyshnogo pryrodnogo seredovysha v Zaporizkiy oblasti u 2012 r. Derzhavne upravlinnya ohorony navkolyshnogo pryrodnogo seredovysha v Zaporizkiy oblasti. Ofitsiyyny veb-sayt [Elektronyy resurs] – Rezhym dostupu : <http://www/zp.gov.ua/>.
6. Dovkillya oblasti za 2010 rik. Statystychnyy zbirnyk // Golovne upravlinnya statystyky u Zaporizkiy oblasti. Zaporizhzhya, 2011. 92 s.
7. Ekologichnyy psport m.Zaporizhzhya za 2014r. Departament ekologiyi ta pryrodnih resursiv Zaporizkoiy oblasnoiy derzhavnoiy administratsiyi. Ofitsiyyny veb-sayt [Elektronyy resurs]-Rezhym dostupu: <http://www.menr.gov.ua/index.php/protection/protection1/zaporizka>
8. <http://stroy-spravka.ru/article/fizicheskie-svoistva-gruntov-i-ikh-stroitel'naya-klassifikatsiya>

Рецензенты: Васильева Е.А. к.физ.-мат.н., доцент Запорожского национального технического университета

Лебедева Н.И., к.б.н., доцент кафедры мисливствознавства та іхтіології ЗНУ