

На мини-полигонах, число которых на территории исследуемого региона достигает 196, также накапливаются твёрдые отходы, однако в значительно меньших объёмах. Так, на мини-полигонах вблизи дд. Омелино и Медно Брестского р-на Брестской обл. сосредоточено 34 708 и 6 803 м<sup>3</sup> твёрдых отходов соответственно, а на мини-полигоне вблизи п. г. т. Ружаны Пружанского р-на Брестской обл. – 3 733 м<sup>3</sup>. По подсчётам автора, на всех мини-полигонах юго-запада Беларуси всего складировано около 1,9 млн м<sup>3</sup> отходов.

Таким образом, в результате заполнения полигонов и мини-полигонов происходит формирование положительных аккумулятивных техноморф, суммарный объём которых составляет около 13 млн м<sup>3</sup>. Кроме этого, земная поверхность трансформируется в процессе строительства производственной и хозяйственной зон полигонов, формирования ряда аккумулятивных и деструктивных форм.

#### **Библиографические ссылки**

1. Объекты захоронения твёрдых коммунальных отходов. Правила проектирования и эксплуатации = Аб'екты захавання цвёрдых камунальных адходаў. Правілы праектавання і эксплуатавання: ТКП 17.11-02-2009 (02120/02030). Введ. 01.07.09. Минск: Минприроды, 2009. 39 с.

2. Соколов Л. И., Кибардина С. М., Фламме С., Хазенкамп П. Сбор и переработка твёрдых коммунальных отходов. М.: Инфра-Инженерия, 2017. 176 с.

УДК 504.54:631.42(476)

## **ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СТРОИТЕЛЬСТВА КИТАЙСКО-БЕЛОРУССКОГО ИНДУСТРИАЛЬНОГО ПАРКА «ВЕЛИКИЙ КАМЕНЬ»**

**Н. Ф. Воронкова, С. А. Юдаев**

Белорусский государственный университет, факультет географии и геоинформатики,  
пр. Независимости 4, 220030 Минск, Республика Беларусь; yudarvsergei@mail.ru

Северо-восточная часть Минской возвышенности – район перспективный для масштабного строительства гражданских и промышленных объектов. В первую очередь это обусловлено строительством Китайско-Белорусского промышленного парка и близостью Национального аэропорта «Минск-1» – главного воздушного узла страны. Под промышленный парк отводится 8 048 га территории Смолевичского р-на между Петровичским водохранилищем и Национальным аэропортом.

На этой территории (рис.) вводится специальный правовой режим сроком действия на 50 лет. Для развития парка создаётся совместное белорусско-китайское предприятие, доля Беларуси – 40 %, Китая – 60 %. В парке планируется построить высокотехнологичные и экспортно-ориентированные производства. Срок реализации проекта – 30 лет, ориентировочная стоимость – 30 млрд долл., численность работающих – 600 тыс. чел. Приоритетные направления, намечаемые к развитию в парке – электроника, биомедицина, тонкая химия и машиностроение. Планируемые рынки – страны СНГ и Европейского Союза. Главная цель градостроительного развития парка состоит в обеспечении инвестиционной привлекательности его территории, в том числе за счёт комплексного, планомерного, экономически целесообразного развития инфраструктуры, а также создания условий, обеспечивающих высокий

уровень жизнедеятельности населения при сохранении экологической устойчивости региона.

Этот парк имеет особое значение для развития экономики нашей страны, поэтому должны производиться особые инженерно-геологические изыскания высокой точности, которые будут давать исчерпывающие сведения для комплексной оценки инженерно-геологических условий строительства и выбора наиболее экономически выгодных площадок возведения сооружений комплекса. Особое внимание следует уделить экологической безопасности региона. Проектирование и строительство объектов должны планироваться с условием сведения к минимуму негативного влияния на окружающую среду. Должны быть приняты все меры по защите территории от влияния инженерной деятельности на флору, фауну, гидрологическую сеть, подземные воды, почвенно-растительный покров.

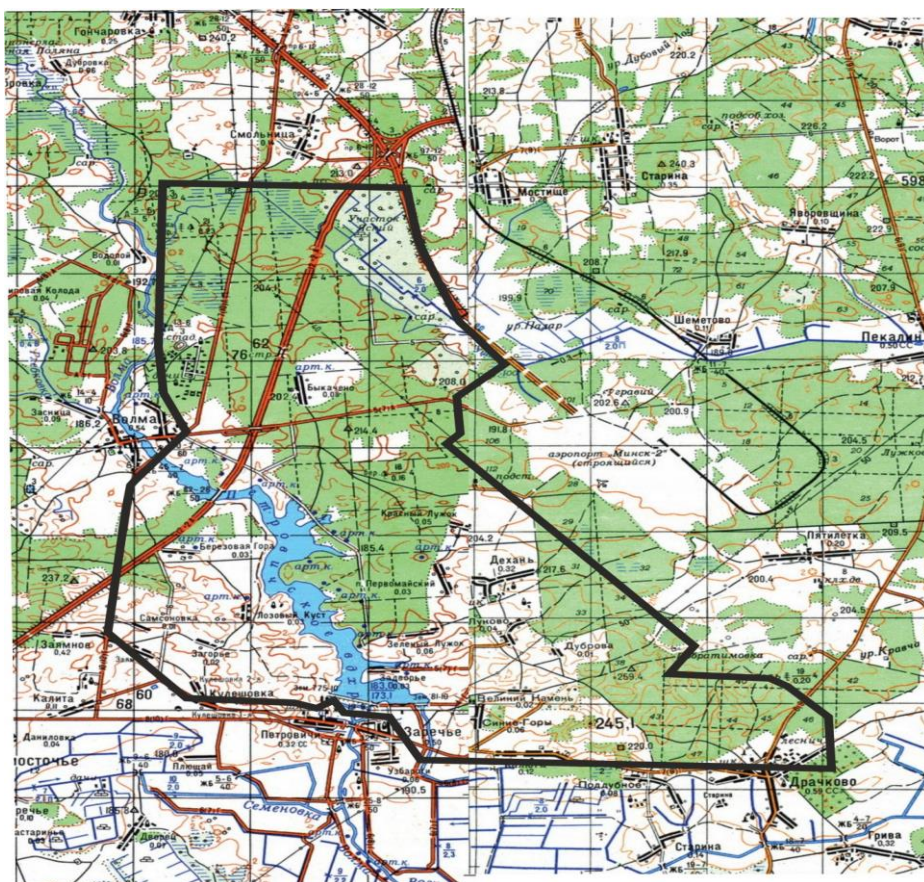


Рисунок – Территория промышленного парка

Согласно геоморфологическому районированию территория расположена в пределах северо-восточной части Минской краевой ледниковой возвышенности. Для Минской возвышенности характерна ярусность рельефа. Наиболее высокий ярус образуют угловые массивы. Они имеют грядово-холмистую или холмисто-увалистую поверхность с относительными высотами 15–20 м. Более пониженный ярус занимают маргинальные дуги краевых образований с абсолютными отметками 220–240 м. Они отличаются средне холмистым и средне увалистым рельефом с относительными превышениями 5–10 м. Третий ярус представлен пологоволнистой и увалистой моренной равниной, долинами зандррами, флювиогляциальной равниной, среди кото-

рой выделяются отдельные озёра и камовые холмы. Территория представляет собой мелкохолмистую флювиогляциальную равнину. Общий уклон рельефа наблюдается в западном направлении к долине р. Волма. Локальное понижение отчётливо прослеживается в северном направлении, в сторону р. Уша, где минимальные абсолютные высоты составляют 185–190 м. Максимальные отметки составляют 210 и более метров [3].

Неблагоприятные геологические процессы (подтопление территории, заболачивание) наблюдаются в поймах рек Уша, Волма и в районе Петровичского водохранилища. Мелиорация, проводимая в прошлом, сократила площадь земель, подверженных заболачиванию. Однако из-за относительно высокого уровня грунтовых вод процесс заболачивания продолжается на подтопленных участках территории. Большая часть территории залесена. Возле населённых пунктов в пределах исследуемой территории земли распаханы.

Климат района умеренно континентальный. Формируется под влиянием воздушных течений со стороны Атлантического океана (западный перенос). Естественным барьером на пути движения влажных атлантических масс выступает Минская возвышенность, расположенная к северо-западу от участка изысканий. По количеству выпадающих осадков территория планируемого строительства, как и вся территория Беларуси, относится к зоне достаточного увлажнения. Основное их количество связано с циклонической деятельностью. В среднем за год выпадает 638 мм осадков. Месячное количество осадков летом 80–93 мм. Преобладающие ветры западные и северо-западные. Территория расположена во «II в» строительно-климатическом подрайоне. Нормативная глубина сезонного промерзания грунтов по данным Госкомгидромета составляет для: суглинков – 102 см, супесей, песков мелких – 124 см, песков средних – 133 см.

Условия поверхностного стока на большей части территории удовлетворительные. Водотоки изучаемой территории представлены реками Уша и Волма, Петровичским водохранилищем и системой мелиоративных каналов.

Несмотря на разветвленную сеть каналов, условия стока затруднены в пойме р. Уша. Река Уша начинается в 2,5 км к юго-востоку от д. Смольница Смолевичского р-на Минской обл., устье в 4,5 км к востоку д. Уша Березинского р-на. Длина реки 89 км. Площадь водосбора 725 км<sup>2</sup>. Среднегодовой расход воды в устье 4,2 м<sup>3</sup>/с. Русло реки от истока на протяжении 13,9 км канализировано, принимает сток мелиоративных каналов, здесь велись торфоразработки. На изучаемой территории река спрямлена. Река Уша в северной части имеет заболоченную пойму, шириной до 840 м, которая сужается вниз по течению реки к западу до 130 м. Пойма расчленена сетью каналов, имеющих сток в реку – следствие ранее проводимых мелиоративных работ.

Река Волма начинается мелиоративным каналом около д. Королев Стан Минского р-на. Длина реки 103 км. Площадь водосбора 1 150 км<sup>2</sup>. Почти вся пойма осушена и распахана. Река используется как водоприемник мелиоративных систем, также питает пруды (часть воды через них сбрасывается в р. Свислочь) рыбхоза «Волма» в пос. Озёрный Червенского р-на. В верхнем течении на водосборе расположены биологические заказники республиканского значения Юхновский и Волмянский.

Площадь Петровичского водохранилища 4,7 км<sup>2</sup>, длина 11,5 км, максимальная ширина 2 км, максимальная глубина 8,2 м. Объём воды 15 млн м<sup>3</sup>. Площадь водосбора 214 км<sup>2</sup>, равнинный (распаханность 40 %, залесенность 25 %, заболоченность

5 %). Средний годовой сток более 55,4 млн м<sup>3</sup>. Колебания уровня на протяжении года 3,5 м.

Региональное распространение на территории района имеют межморенные днепровско-сожский и нижнеплейстоценово-днепровский водоносные комплексы, на эксплуатации подземных вод которых базируется в основном централизованное водоснабжение крупных городов и поселков. Основным источником водоснабжения мелких потребителей, а также сельских населённых пунктов являются подземные воды надморенных отложений сожского горизонта и воды спорадического распространения в моренных отложениях на небольших глубинах.

Наименее защищены от техногенного загрязнения грунтовые воды. Они распространены практически повсеместно и приурочены к различным генетическим типам четвертичных отложений: к современным болотным отложениям, аллювиальным и озерно-аллювиальным образованиям, а также к флювиогляциальным надморенным отложениям времени отступления сожского ледника. Залегают они на глубине от долей метра до 5 м, реже до 10 м (в среднем 2–4 м). Амплитуда сезонных колебаний уровня грунтовых вод обычно не превышает 1,5–2,0 м. Важнейшими водоносными комплексами четвертичных отложений, содержащими напорные подземные воды на рассматриваемой территории, являются днепровско-сожский (f, lgII<sub>d</sub>-sz) и березинско-днепровский (f, lgIII<sub>br</sub>-d). Четвертичные отложения характеризуются в целом достаточно высокой проницаемостью, что обуславливает формирование в их толще значительных запасов пресных подземных вод, позволяющих не испытывать дефицит промышленно-бытового водоснабжения региона [3]. Для хозяйственно-питьевого и производственного водоснабжения Национального аэропорта «Минск» используются воды днепровско-сожского водоносного комплекса, залегающего на глубинах от 28 до 50 м. По результатам химических анализов грунтовые и болотные воды неагрессивны к бетону любой марки по водонепроницаемости и арматуре железобетонных конструкций.

При подъеме уровня воды в реке значительная часть территории района может временно затопливаться. Граница затопливаемой территории и отметки паводковых уровней различной обеспеченности должны определяться в ходе специальных гидрологических исследований. При выборе типа фундаментов и глубины их заложения необходимо учитывать положение уровня грунтовых вод и возможность его прогнозного подъема. Следует иметь ввиду, что при застройке может измениться как уровенный режим, так и химизм подземных вод из-за изменения условий поверхностного стока, инфильтрации и испарения, фильтрационных свойств грунтов, изменения области питания и разгрузки, утечек из водонесущих коммуникаций и других факторов. В случае необходимости проектирования строительного водопонижения, гидрогеологические параметры водоносного горизонта должны быть получены посредством специальных гидрогеологических исследований [2].

На этапе строительства основными источниками загрязнения будут служить сбросы производственных и бытовых стоков, а также попадание в воду химических и механических загрязнителей со строительных площадок. Для ослабления негативного воздействия на поверхностные и грунтовые воды во время строительства следует выполнять множество требований. Для исключения фильтрации сточных вод в грунтовые воды дно приямков сооружений должно быть забетонировано. Продолжительность пребывания сточных вод в приямке не должно превышать 3–4 суток. Сточные воды вывозятся специальным автотранспортом на очистные сооружения. Хозяйственно-бытовые и производственные сточные воды по напорному коллектору

подаются на очистные сооружения г. Смоленска. Будут проведены работы по изменению расположения коллектора, так как на сегодняшний день он проходит по территории планируемого строительства. Пропускная способность позволит перекачивать объём дополнительно образующихся после строительства стоков совместно с существующим объёмом. Очистные сооружения, не обеспечивающие достаточную очистку сегодня, не смогут проводить очистку стоков при увеличении их количества почти вдвое. Таким образом, до ввода в эксплуатацию объекта, необходима реконструкция существующих или строительство новых очистных сооружений.

В большинстве своем воздействия на природные воды будут временными и локальными, на этапе строительства они произведут лишь незначительные, локализованные и кратковременные негативные воздействия. Такие воздействия обычны для строительства и могут контролироваться за счёт надзора над экологическими аспектами и использования надлежащих строительных норм.

Наличие в верхней части геологического разреза отдельных линз малопрочных песков существенно влиять на выбор фундаментов не будут. После изучения их механических свойств можно принять определенные конструктивные мероприятия (выемка, уплотнение, прорезка сваями и др.). При проектировании и строительстве следует учесть, что подрезка склонов холмов может вызвать эрозионные процессы. На последующих стадиях изысканий непосредственно в контурах проектируемых зданий и сооружений должны быть определены границы распространения инженерно-геологических элементов, уточнены нормативные и получены расчётные значения характеристик физико-механических свойств грунтов [4].

При строительстве, особенно на начальных этапах проведения работ, будут преобладать техногенные механические нарушения почвенно-растительного покрова. Они возникают при строительстве объекта, транспортировке материалов, сооружении подъездных дорог при бессистемном движении автодорожной и строительной техники. Прямое воздействие на земельные ресурсы заключается в изъятии земельных угодий. Земельные участки, отводимые на период строительства, для размещения временных производственных баз, временных подъездных дорог и для других нужд строительства, после их восстановления в установленном порядке подлежат возврату тем землепользователям, у которых эти участки были изъяты. Потенциальными источниками загрязнения земель при строительстве могут быть транспортные средства, оборудование, материалы, используемые при строительстве. Во время строительства в почве возможно увеличение главным образом концентрации нефтепродуктов. Однако, учитывая низкий фон и непродолжительное воздействие, к существенным изменениям состояния почвы это не приведет.

Строительство и эксплуатация проектируемых объектов в определенной степени окажет воздействие на окружающую среду. Запроектированные объекты будут размещены преимущественно на открытой местности, которая в настоящее время занята в основном лесными насаждениями и сельхозугодьями. В процессе выполнения запланированных видов работ в результате действия непосредственных и опосредованных факторов будут происходить изменения во внешнем облике ландшафтов, видовом составе и структуре растительного покрова, как в пределах самой территории строительства, так и на сопредельных территориях. Наибольшим изменениям будут подвержены природные ландшафты и растительный покров в результате прямого воздействия при выполнении строительных работ. Рубка леса может привести к упрощению состава и строения лесов, обеднению флористического состава и выпадению из него хозяйственно ценных, а также редких видов. Кроме того косвен-

ный вред может быть представлен в химическом загрязнении рассматриваемых территорий выбросами загрязняющих веществ от источников проектируемых объектов. Базируясь на литературных данных, редких и исчезающих видов животных, охраняемых в соответствии с законодательством Беларуси, в районе не встречается. Однако, учитывая нахождение вблизи строящегося объекта республиканского биологического заказника «Пекалинский», а также способность представителей животного мира перемещаться на значительные расстояния, нельзя исключать возможности нахождения представителей видов, внесенных в Красную книгу Беларуси, вблизи существующих или планируемых к строительству объектов.

Таким образом можно отметить, что физико-географические условия территории северо-восточной части Минской краевой ледниковой возвышенности являются благоприятными для строительства и не требуют значительных капиталовложений для их улучшения. Рельеф местности не требует нивелировки, количество осадков в течение года не вызывает опасных экзогенных процессов. Исключения составляют лишь те районы, где наблюдаются такие осложняющие факторы как высокий (с учётом прогноза) уровень залегания грунтовых вод, неблагоприятные условия поверхностного стока, подтопленность наиболее пониженных участков территории, и наличие биогенных грунтов (торфа). Важную роль играет наличие карбонатных слабозаторфованных грунтов (мела, мергеля), характеризующихся повышенной сжимаемостью, наличие озерно-аллювиальных супесей способных к тиксотропному разупрочнению при динамическом воздействии и пучении при промерзании. Большое количество естественных и искусственных водотоков, затрудняющих в ряде случаев строительство, вместе с тем могут быть использованы в рекреационных целях.

При инженерно-геологических изысканиях на стадии обоснований инвестиций в строительство был проделан комплекс работ и исследований, позволяющий получить необходимые и достаточные материалы для разработки экономически целесообразного и технически обоснованного решения при проектировании и строительстве индустриального парка [1]. Одновременно учитывалось рациональное использование и охрана природной среды, а также получены данные для составления прогноза изменений природной среды под воздействием строительства и эксплуатации предприятий, зданий и сооружений. Были проведены инженерно-экологические изыскания с целью прогноза влияния строительных работ на экологическое состояние территории, а также обследования территории со стороны благоприятности экологической обстановки и наличия условий для жизни и хозяйственной деятельности. Исходя из этого, можно отметить, что большая часть территорий площадок благоприятна для строительства.

#### **Библиографические ссылки**

1. Дудлер И. В., Хайне Н. М. Оценка категории сложности инженерно-геологических условий для строительства особо опасных, технически сложных и уникальных объектов // Геоэкология. 2011. № 1. С. 75–87.
2. Зверев В. Л., Кузеннов С. М. Влияние урбанизации на гидрогеологические условия территории // Геоэкология. 2003. № 2. С. 130–138
3. Комаровский М. Е. Минская и Ошмянская возвышенности. Мн.: ИГН АН Беларуси, 1996. 125 с.
4. Таракановский В. К., Капустин Н. К., Климов А. Н. Опыт мониторинга процессов деформирования в грунтах основания высотных зданий // Геоэкология. 2010. № 6. С. 555–565.