

УДК 624.131+556.3(470/324)

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НОВОВОРОНЕЖСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПЕСКОВ

В.Л. Бочаров, Л.Н. Строгонова

Воронежский государственный университет

Рассматривается Нововоронежское месторождение строительных песков, которое является сырьевой базой АОТ «Донатомстрой», которое осуществляет выполнение строительного-монтажных работ по строительству АЭС «Нововоронежская-2», объектов жилищного строительства и новой базы стройиндустрии. Рассматриваемый объект находится в семи километрах к югу от г. Нововоронеж и в шести километрах северо-западнее с. Аношкино Острогожского района Воронежской области. Месторождение, которое планируется к разработке, непосредственно примыкает к действующему песчаному карьеру с восточной стороны и расположено на землях Лискинского района. Оцениваются природные условия района и различные факторы, влияющие на эксплуатацию месторождения, а также влияние самого месторождения на окружающую природную среду.

Нововоронежское месторождение строительных песков является сырьевой базой АОТ «Донатомстрой», которое осуществляет выполнение строительного-монтажных работ по строительству АЭС «Нововоронежская-2», объектов жилищного строительства и новой базы стройиндустрии.

Рассматриваемый объект находится в семи километрах к югу от г. Нововоронеж и в шести километрах северо-западнее с. Аношкино Острогожского района Воронежской области (рис. 1).

Месторождение, которое планируется к разработке, непосредственно примыкает к действующему песчаному карьеру с восточной стороны и расположено на землях Лискинского района. Площадь под карьер в плане имеет вытянутую в субмеридиональном направлении форму размером по длине 400 м и по ширине 160-220 м в южной части участка, сужаясь до 70 м и менее метров в его северной части.

С севера участок доразведки ограничен развилкой грунтовых дорог и землями ГЛФ (Государственного

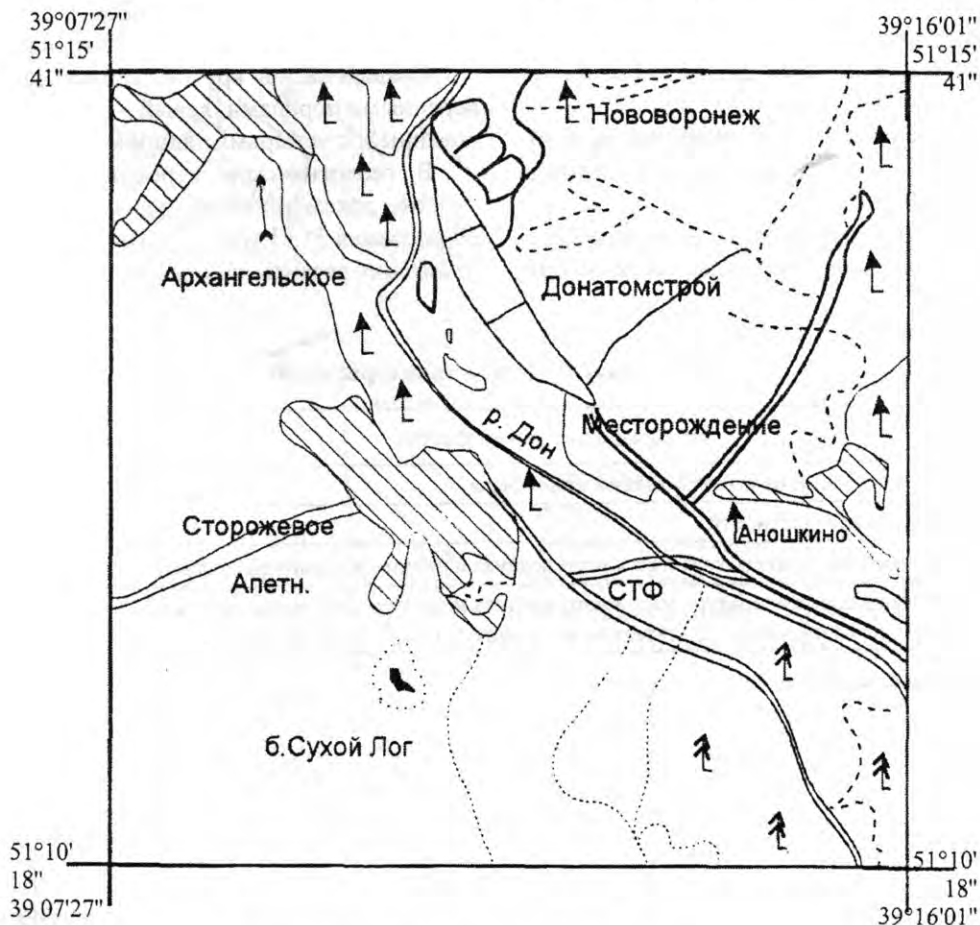


Рис. 1. Схема Нововоронежского месторождения строительных песков
Масштаб 1:100000

Q – граница горного отвода;  – граница земельного отвода

лесного фонда), с юга – довольно глубокой балкой, располагающейся в субмеридиональном направлении, и с запада – бортом существующего карьера по добыче песка на отведенной ранее площади 2,5 га. В западной части доразведанного участка вдоль карьера в направлении с северо-северо-востока на юго-юго-запад проходит грунтовая дорога, соединяющая г. Нововоронеж с с. Аношкино.

Исследуемый район расположен на левобережье реки Дон, являющейся главной водной артерией района.

Нововоронежское месторождение находится в Острогожском районе Воронежской области.

Климат Воронежской области умеренно-континентальный. Средняя годовая температура воздуха 5,6 °С, самый холодный месяц – январь (–9,7 °С), самый теплый – июль (19,9 °С). Средняя температура воздуха в 13 часов в июле составляет 25,9 °С, максимальная достигает 41 °С.

В среднем за год в Воронежской области преобладает западное направление ветра (15 %), в холодное полугодие – юго-восточное (17-23 %), в летние месяцы – северное и северо-западное направления (17-19 %). Наиболее часто наблюдается скорость 2-5 м/с (56 %), малые скорости ветра 0-1 м/с бывают в 29 % случаев, 5-процентную повторяемость имеют ветры скоростью выше 8 м/с. В среднем за год наблюдается 14 дней со скоростью ветра 15 м/с и более. В годовом ходе скоростей ветра наибольшие скорости наблюдаются в холодный период года (3,4 – 3,6 м/с), наименьшие – в теплый (2,3 – 2,5 м/с). В суточном ходе наибольшие скорости ветра наблюдаются в послеполуденные часы, минимальные – утром и ночью.

Для Воронежской области характерна высокая относительная влажность воздуха, в холодное время года 83-87 %, в теплое – 60-64 %.

Воронежская область располагается в зоне умеренного метеорологического потенциала загрязнения.

В среднем наблюдается 45 дней с туманом, в отдельные годы число дней с туманом может достигать 79. Средняя продолжительность туманов за год – 234 часа, наибольшая – 500. За год наблюдается 199 дней с приземными инверсиями. В годовом ходе максимум приземных инверсий отмечается в летние месяцы. При этом в 11 % годового времени можно ожидать сочетания приземных инверсий с малыми скоростями ветра, в июне – сентябре – 14-17 %.

Сочетание приземных инверсий с туманом и малыми скоростями ветра в холодное полугодие наблюдается в 2-4 %, в теплое – менее 1 %.

Приподнятые инверсии с высотой нижней границы не более 250 м над трубой наблюдаются 48 дней в году. Наиболее часто они бывают в зимние месяцы в ночные часы.

По сумме выпадающих осадков Воронеж относится к зоне умеренного увлажнения. В среднем за год выпадает 593 мм осадков. Рельеф местности спокойный, на рассеивание вредных веществ не влияет. Метеорологические характеристики и коэффициенты, определяющие условия рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере, представлены в таблице 1.

В орографическом отношении рассматриваемая территория принадлежит к Окско-Донской равнине, расчлененной овражно-балочной сетью. Абсолютные отметки поверхности колеблются от 89,5 до 161,5 м. Максимальные отметки приурочены к водоразделам, минимальные – к долине р. Дон. Для указанной долины характерно асимметричное строение.

Правый склон крутой, сложен преимущественно коренными породами, левый – очень пологий, террасированный, с четырьмя надпойменными террасами.

В геологическом строении района принимают участие докембрийские, неогеновые и четвертичные образования [1,2] (рис. 2). При этом дочетвертичные отложения развиты по правобережью р. Дон.

Таблица 1

Метеорологические характеристики

№ п/п.	Наименование характеристик	Величина
1	Коэффициент, зависящий от стратификации атмосферы, А	180
2	Коэффициент рельефа местности	1,0
3	Средняя максимальная температура наружного воздуха наиболее жаркого месяца года, t °С	+25,9
4	Средняя максимальная температура наружного воздуха наиболее холодного месяца (для котельных, работающих по отопительному графику), t °С	-9,7
5	Среднегодовая роза ветров, %	
	С	12
	СВ	13
	В	11
	ЮВ	14
	Ю	10
	ЮЗ	13
3	З	15
	СЗ	12
6	Скорость ветра, повторяемость превышения которой по многолетним данным составляет 5 %, м/с	8

Примечание: данные приняты согласно СНиП 2.01.07-85 для г. Воронежа.

Среднечетвертичные отложения

Флювиогляциальные отложения времени максимального распространения днепровского оледенения (fqI idn) имеют широкое площадное развитие и образуют высокую гряду субмеридионального направления (почти параллельно р. Дон). Залегают на породах верхнеплиоценового возраста (кривоборских слоях). Представлены пиками с редкими прослоями суглинков мощностью от 0,5 до 5,0 м. Пески кварцевые, разнозернистые с редкими, глинистыми прослоями. Мощность отложений колеблется от 0,5 до 36,0 м.

Моренные отложения (ql II dn) распространены в основном на правобережье, облекая неровности раннечетвертичного рельефа. На левобережье залегают в цоколе 4-й надпойменной террасы р. Дон. Представлены суглинками красновато-бурыми, темно-серыми, плотными, тяжелыми, запесоченными, с гравием, галькой и валунами. Мощность толщи от 13-15 до 38,0 м.

Аллювиально-флювиогляциальные отложения 4-й надпойменной террасы р. Дон (al, fq(4t) II) значительно развиты на территории. Цитологически представлены песками от крупно- до мелкозернистых, в верхней части

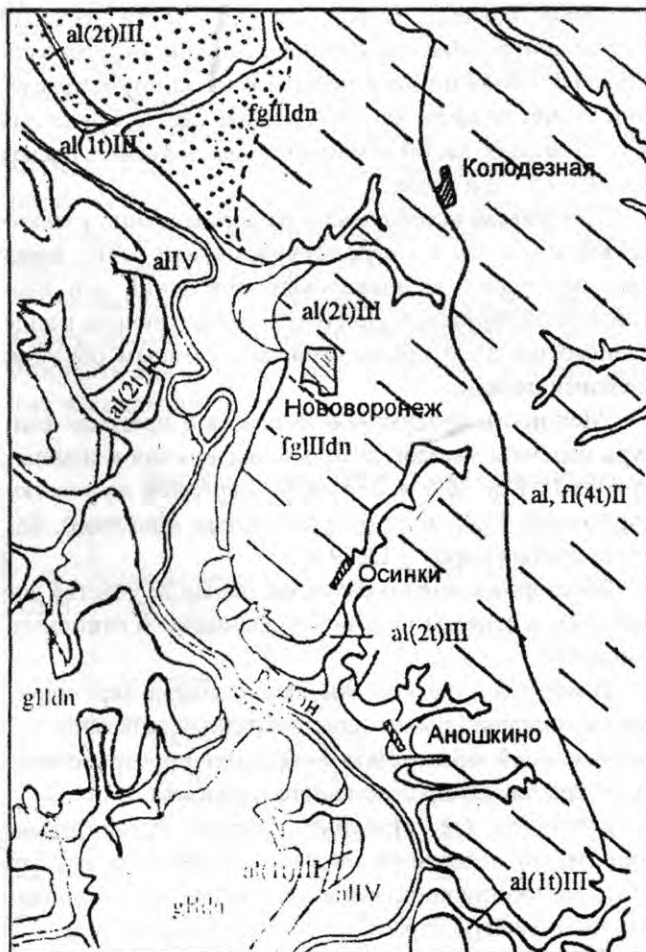
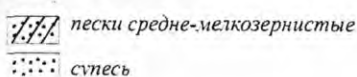


Рис. 2. Геологическая карта четвертичных отложений района г. Нововоронежа:



содержащих прослой и линзы супесей и суглинков. Мощность отложений достигает 30 м в понижениях террасы и уменьшается до 5-10 м на более высоких участках.

Средне- и верхнечетвертичные отложения

Аллювиальные отложения 3-й надпойменной террасы р. Дон (al(3t) II-III) развиты ограниченно и картируются только по морфологическим признакам. Представлены песками светло-серыми, желтыми, среднекрупнозернистыми, в которых отмечается горизонтальная и косая слоистость. Мощность песков 3-10 м.

Нерасчлененный комплекс перигляциальных и делювиальных образований склонов (pr d II-III) сплошным чехлом покрывают водораздельные пространства и опускаются на 3 и 4-ю террасы. В составе преобладают суглинки и глины. Покровные образования на террасах имеют более легкий суглинистый и супесчаный состав. Мощность на высоких водораздельных участках 0,5-5,0 м, на террасах — 8-10 м.

Верхнечетвертичные отложения

Аллювий 2-й надпойменной террасы р. Дон (al(2t) III) развит главным образом по левобережью в виде сплошной субмеридиональной полосы. Морфологически терраса выражена слабо. Высота уступа над урезом воды р. Дон — 15-20 м, абсолютные отметки поверхности — 110-115 м. Литологический состав отложений представлен неравномернозернистыми песками, кварцевыми, в разной степени глинистыми, иногда прослоями и линзами супесей и суглинков. Мощность отложений 20-25 м.

Аллювий 1-й надпойменной террасы р. Дон (al(1t) III) имеет ограниченное распространение в виде узких полос по долине р. Дон. Литологически он представлен песками светло-серыми и желтыми, крупно-среднезернистыми, с глинистыми прослоями в верхней части. Характерно наличие перемежающейся косой и горизонтальной слоистости. Мощность отложений изменяется от 12 до 20 м.

Современные отложения (al IV) слагают пойменные части долин рек и крупных балок. Они представлены слоистыми песками, супесями и суглинками, реже — глинами серого и темно-серого цвета, а в балках и оврагах главным образом темносерыми гумусированными суглинками. Мощность в балках 2-8 м, в долинах рек — до 18-20 м.

В геологическом строении Нововоронежского месторождения принимают участие исключительно верхнечетвертичные аллювиальные отложения 2-й надпойменной террасы р. Дон (al(2t) III).

Сводный геологический разрез участка до разведки имеет следующий вид (сверху вниз) (рис. 3):

1. Почвенно-растительный слой с корнями растений представлен супесчаным грунтом темно-серого цвета, гумусированным, мощность 0,2 — 0,4 м.

2. Супесь серая, серовато-коричневая, уплотненная, относительно легкая, преимущественно твердая. Обычно к подошве слоя из-за увеличения песчаной составляющей супесь постепенно переходит в пылева-

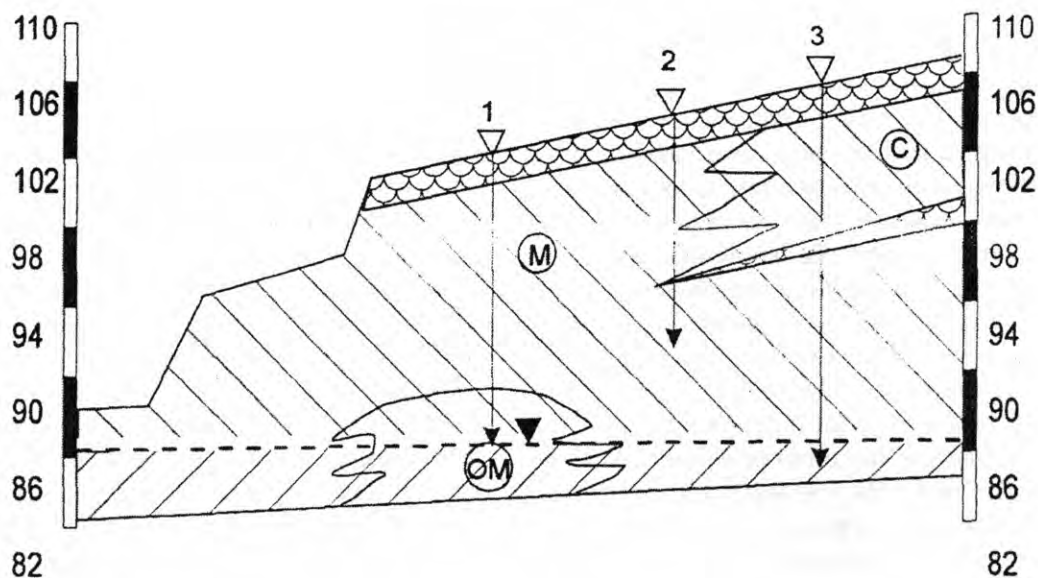


Рис. 3. Схематический геологический разрез месторождения
Масштаб: гор. 1:2000, верт. 1:400

то-глинистый песок. Изучаемая супесь пользуется повсеместным развитием, однако мощность ее невелика и выдержана в пределах 0,4-0,8 м.

3. Песок серовато- и коричневатого-желтый, в подшве до светло-желтого и желтовато-светло-серого, мелкий, иногда в верхней части слоя с линзовидными прослоями песка среднего и довольно часто в нижней половине – очень мелкого, безгравийный, кварцевого состава, по содержанию пылевато-глинистых фракций достаточно чистый.

Характерным для толщи рассматриваемых песков является ее слоистое строение. В борту действующего карьера и по скважинам слоистость наблюдается главным образом параллельная (почти горизонтальная), в меньшей степени – волнистая и неясно выраженная кося. Слоистость обусловлена чередованием слагающих толщу слоев песков различной окраски, зернистости и глинистости (встречаются маломощные слойки пылевато-глинистых песков и, в подчиненном количестве, супесчано-суглинистых пород).

По размеру слоистость является разнообразной – от очень мелкой (мощность слоев 0,5 см) до крупной (10-30 см); вместе с тем преимущественным развитием пользуется мелкая (2-8 см).

В восточной половине доразведанной площади в толще рассматриваемых песков на различных глубинах (обычно в интервалах 6,1- 6,8 м и 8,4-12,2 м) типичным является присутствие линзовидных прослоев суглинков более значительной мощности – 0,1-0,2 м (преобладает 0,3-0,9 м).

В вертикальном разрезе толщи мелких песков устанавливается закономерность, характеризующаяся в направлении снизу вверх некоторым укрупнением песчаного материала, в верхней части толщи (примерно наполовину ее мощности – 4,5-8,7 м) залегают более темные по цвету мелкие и средние пески, ниже по разрезу расположены более мелкие пески с более светлой окраской мощностью 5,1-12,6 м, и здесь в восточной

половине участка появляются очень мелкие пески, мощность которых 2,9-8,4 м.

Описываемый комплекс аллювиальных отложений имеет равномерное и повсеместное развитие на доразведанной площади. Наибольшие мощности песчаной толщи приурочены к восточной половине участка и составляют 18-19 и более метров; в западном направлении за счет рельефа местности наблюдается тенденция к уменьшению на 3-4 м мощности исследуемых песков до 14,5-15,5 м и более.

Полезными ископаемыми на доразведанном участке, как и на всем месторождении, служит толща верхнечетвертичных аллювиальных отложений 2-й надпойменной террасы р. Дон (слой 3), залегающих в виде единого пласта и представленных, главным образом, мелкими песками.

Мощность продуктивного пласта в пределах контура подсчета запасов довольно выдержана и изменяется от 11,1 до 16,6 м, составляя в среднем по участку доразведки 13,42 м (с учетом пустых прослоев), без учета пустых пород – 13,09 м.

Месторождение по размерам площади участка доразведки и запасам полезного ископаемого относится к мелким.

В морфологическом отношении залежь характеризуется горизонтальным пластообразным залеганием с выдержанной мощностью и четкими пространственными границами продуктивного горизонта.

Геологическое строение участка относительно простое, но осложнено наличием глинистых пустых прослоев внутри продуктивного пласта, что предполагает селективную отработку внутренней вскрыши.

По степени выдержанности качества полезного ископаемого месторождение характеризуется достаточной изменчивостью зернового состава песков и содержания в них загрязняющих пылевато-глинистых примесей.

Запасы песков составляют 632 тыс. м³.

На основании вышеизложенного Нововоронежское месторождение строительных песков по сложности геологического строения относится ко 2-й группе согласно «Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых».

Радиационно-гигиеническая оценка песков выполнена на основе количественного определения естественных радионуклидов (ЕРН) урана, тория и калия. Как следует из результатов анализа, концентрация ЕРН урана, тория и калия в пробах песка изменяется в незначительных пределах – от 0,2 до 0,3 пКи/г.

В соответствии с НРБ-76/87 допустимая суммарная эффективная концентрация ЕРН в стройматериалах, используемых в жилищном и культурном строительстве, не должна превышать 10 пКи/г. Таким образом, радиационная чистота исследованных песков Нововоронежского месторождения значительно ниже допустимого норматива, что позволяет использовать пески месторождения в любых видах строительства без ограничений.

Таким образом, мономинеральный (кварцевый) состав почвообразующих пород и почв, слабая обеспеченность их питательными веществами, неблагоприятные физико-химические условия и водный режим определяют низкое качество исследованных почв, что дает основание без ущерба для экологии района использовать доразведанный участок для расширения карьера строительных песков.

Следует иметь в виду, что после отработки карьера необходим комплекс биологической рекультивации по созданию на дне карьера и его откосах лесных культур.

Условия увлажнения на новых участках произрастания значительно улучшаются.

Увеличится и водородное поступление веществ в нарушенный техногенный ландшафт, что дает возможность для создания более сложных и более ценных насаждений.

В пределах доразведанного участка выделяются подземные воды верхнечетвертичных аллювиальных отложений 2-й надпойменной террасы р. Дон, образующие безнапорный водоносный горизонт. Уровень подземных вод отмечается на глубинах 13,1-18,6 м от поверхности земли, свободная поверхность водоносного горизонта располагается на абсолютных отметках 86,46-87,04 м [3].

Направление потока подземных вод – западное, поскольку область разгрузки является прилегающий к карьере с западной стороны пруд рыбного хозяйства, расположенный в пойме р. Дон.

Вскрышными породами являются верхнечетвертичные аллювиальные супеси 2-й надпойменной террасы р. Дон, а также почвенно-растительный слой.

Мощность вскрышных пород колеблется от 0,7 до 1,6 м, составляя в среднем 1,02 м, в том числе почвы 0,3 м.

К внутренней вскрыше отнесены пустые прослои, представленные суглинками, залегающими в основном в восточной половине доразведанной площади. Мощность пустых прослоев, подлежащих селективной отработке, изменяется от 0,3 до 1,2 м, принимая усредненное значение 0,33 м.

Объем внешней вскрыши составляет 58 тыс. м³, в том числе плодородный слой – 17 тыс. м³, объем внутренней вскрыши – 16 тыс. м³.

Питание горизонта осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков.

Вскрышная мощность водоносных песков составляет 1,0-2,9 м, полная мощность горизонта не определялась. Вероятным водопором для горизонта служат глины верхнеплиоценового возраста, залегающие ниже разведанных глубин.

Водообильность песков характеризуется удельными дебитами 0,7-1,2 дм³/сек.

Таблица 2

Запасы воды в почвах доразведанного участка месторождения строительных песков

№ СКВ.	Глубина забора проб (см)	Запасы воды			№ СКВ.	Глубина забора проб (см)	Запасы воды		
		%	мм	м ³ /га			%	мм	м ³ /га
1	0-10	2,53	3,96	39,6	2	0-10	3,46	4,81	48,1
	10-20	3,67	5,36	53,6		10-20	2,65	3,68	36,8
	20-30	2,41	3,35	33,5		20-30	2,68	3,73	37,3
	30-40	3,04	4,44	44,4		30-40	2,82	3,92	39,2
	40-50	3,16	4,61	46,1		40-50	2,31	3,21	32,1
	50-60	3,54	5,17	51,7		50-60	2,27	3,15	31,5
	60-70	3,66	5,34	53,4		60-70	2,43	3,38	33,8
	70-80	3,07	4,48	44,8		70-80	5,33	7,41	74,1
	80-90	2,70	3,94	39,4		80-90	2,24	3,11	31,1
	90-100	2,74	4,00	40,0		90-100	2,45	3,41	34,1
	0-50			217,2		0-50			193,5
	0-100			446,5		0-100			398,1

По химическому составу подземные воды относятся к гидрокарбонатному типу [3]. Население небольших населенных пунктов использует эти воды для питьевых и хозяйственных нужд.

Во время затяжных дождей и интенсивного снеготаяния на участках залегания линзовидных прослоев суглинков внутри полезной толщи песков в восточной половине участка образуются временные подземные воды типа «верховодка» с уровнем на 0,3 – 0,7 м выше кровли указанных суглинков.

Водоприток в карьер на конец отработки (при максимальных площадях) складывается из притока дождевых, ливневых и талых вод. При среднегодовом количестве осадков 520 мм, суточном максимуме ливневых дождей порядка 45 мм и запасах воды в снеге около 130 мм, с учетом коэффициента на испарение и инфильтрации – 0,6, предположительности снеготаяния – 12 дней водоприток в карьер на последний год отработки (при максимальной площади 5,81 га) составит:

$$\text{дождевых вод } \frac{58100 \times 0,520 \times 0,6}{365} = 50 \text{ м}^3/\text{сут}$$

или 2 м³/ч;

$$\text{ливневых осадков } 58100 \times 0,45 \times 0,6 = 1569 \text{ м}^3/\text{сут}$$

или 65 м³/ч;

$$\text{талых вод } \frac{58100 \times 0,13 \times 0,6}{12} = 378 \text{ м}^3/\text{сут}$$

или 16 м³/ч.

Химические анализы подземных вод выполнены в гидрохимической лаборатории кафедры гидрогеоло-

гии, инженерной геологии и геоэкологии Воронежского государственного университета (табл. 3).

Судя по содержанию макрокомпонентов подземные воды аллювиального водоносного комплекса Нововоронежского месторождения относятся к гидрокарбонатному классу, что свидетельствует о преимущественно атмосферном их происхождении. В процессе инфильтрации через зону аэрации и песчаную толщу воды насыщались такими компонентами, как Са, Na, К (катионная часть), SO₄, Cl (анионная часть), однако эти компоненты не оказали существенного влияния на преобразование исходных гидрокарбонатных вод. Отличительной особенностью аллювиальных вод Нововоронежского месторождения является их низкая жесткость и минерализация. Обращает на себя внимание невысокое (в пределах требований СанПиН 4630-88) содержание нитратов, железа и полное отсутствие нефтепродуктов. Небольшие вариации химического состава подземных вод связаны, по-видимому, с особенностями литологического состава водовмещающих пород. Воды слабощелочные; несколько более высокой щелочностью отличаются воды из скв. 1, наиболее близко расположенной к рыбопродуктивным прудам. Возможно, это связано с влиянием речных вод, отличающихся, как известно, несколько большей щелочной реакцией.

Режимные наблюдения за составом подземных вод аллювиального комплекса показывают их высокую химическую устойчивость и отсутствие поступления в водоносный горизонт экологически вредных компонентов.

Таблица 3

Результаты химического анализа подземных вод аллювиального водоносного комплекса Нововоронежского месторождения строительных песков

Компоненты	Скв. 1		Скв. 2		Скв. 3	
	1-я декада января	3-я декада января	1-я декада января	3-я декада января	1-я декада января	3-я декада января
1	2	3	4	5	6	7
Ca ²⁺	24,0	21,1	18,0	18,1	18,0	18,2
Mg ²⁺	3,6	2,9	1,3	1,3	1,3	1,4
Na ⁺ + K ⁺	4,6	4,9	20,7	20,8	23,0	22,7
NH ₄ ⁺	1,0	1,3	1,5	1,3	1,2	1,1
Fe _{общ}	0,1	0,1	0,15	0,12	0,1	0,1
HCO ₃ ⁻	48,8	49,0	50,0	50,1	50,0	49,9
SO ₄ ²⁻	20,0	22,0	30,0	31,3	35,0	34,4
Cl ⁻	17,8	17,7	17,8	17,7	17,8	17,7
CO ₃ ²⁻	н/обн.	н/обн.	н/обн.	н/обн.	н/обн.	н/обн.
NO ₂ ⁻	0,15	0,1	0,09	0,1	0,15	0,12
NO ₃ ⁻	39,0	38,0	13,4	14,1	45,0	43,8
нефтепродукты	н/обн.	н/обн.	н/обн.	н/обн.	н/обн.	н/обн.
жесткость	1,5	1,1	1,0	1,1	1,0	1,1
минерализация	0,16	0,16	0,15	0,16	0,22	0,21
pH	8,45	8,3	7,42	7,45	7,5	7,5

Формулы Курлова:

$$\text{Скв.1М0,16} \frac{HCO_3 47Cl29SO_4 24}{Ca70Mg18(Na + K)12} pH8,36 ;$$

$$\text{Скв.2М0,15} \frac{HCO_3 42SO_4 32Cl26}{Ca48(Na + K)47Mg5} pH7,43 ;$$

$$\text{Скв.3М0,21} \frac{HCO_3 40SO_4 35Cl35}{(Na + K)50Ca45Mg5} pH7,5.$$

Примечание. Содержания макрокомпонентов в таблице приведены в мг/дм³; содержания макрокомпонентов в формулах Курлова приведены в процентах, значения жесткости приведены в мг-экв/дм³, минерализация приведена в г/дм³.

Таким образом, по гидрогеологическим условиям месторождения можно сделать следующие выводы:

1. Разведанное Нововоронежское месторождение в контуре подсчета запасов не обводнено.

2. Ожидаемый максимальный водоприток в карьер возможен за счет ливневых вод и в последний год эксплуатации участка составит 65 м³/ч.

3. Для предотвращения попадания атмосферных вод с прилегающей площади с нагорной стороны карьера, вдоль его восточной границы, необходимо предусмотреть создание защитного породного вала из грунтов вскрыши.

4. Во избежание нарушения режима подземных вод и их загрязнения разработку песка в карьере необходимо производить выше уровня подземных вод не менее чем на 1 м.

5. Учитывая то обстоятельство, что верхнюю крышу горизонта грунтов вод составляют хорошо водопроницаемые песчаные грунты, для предохранения от

попадания загрязняющих веществ в подземные воды необходимо соблюдать следующие правила:

- горнотранспортные машины не должны иметь протечек дизельного топлива и масла;
- не производить мытье машин в карьере;
- заправку горных машин горючим необходимо производить на специальной площадке, отсыпанной песчаным грунтом выше уровня уступа на 1 м; грунт, имеющий примеси горюче-смазочных материалов, необходимо регулярно убирать;
- запрещается складировать мусор, ветошь и тому подобное в карьере.

Из анализа результатов расчета рассеивания вредных веществ в атмосфере следует, что наибольшая концентрация диоксида азота с учетом фона составляет 0,087 доли ПДК (табл. 4). Такая концентрация наблюдается в точке с координатами X=-25, Y=300 при скорости ветра 0,8 м/с и его направлении 71 град. Вклад источника в загрязнение атмосферы составляет 0,28 доли ПДК.

Наибольшая концентрация оксида азота составляет во всех расчетных точках 0,01 доли ПДК. Вклад источника в загрязнение атмосферы составляет 0,01 доли.

Наибольшая концентрация сажи составляет 0,37 доли ПДК. Такая концентрация наблюдается в точке с координатами X=900, Y=50 при скорости ветра 0,8 м/с и его направлении 314 град. Вклад источника в загрязнение атмосферы составляет 0,03 доли ПДК.

Наибольшая концентрация керосина составляет 0,29 доли ПДК. Такая концентрация наблюдается в точке с координатами X=-25, Y=300 при скорости ветра 0,8 м/с и его направлении 71 град. Вклад источника в загрязнение атмосферы составляет 0,02 доли ПДК.

Наибольшая концентрация группы суммации диоксид азота + сернистый ангидрид составляет 1,0 долю

Таблица 4

Наибольшие концентрации загрязняющих веществ

Наименование вещества	Координаты точек		Расчетная максимальная концентрация на границе жилой зоны		
	X	Y	В долях ПДК	мг/м ³	% вклада
Диоксид азота	-25	300	0,28	0,023	32,18
Сажа	-25	300	0,38	0,057	21,05
Серы диоксид	900	50	0,13	0,065	23,08
Оксид углерода	900	50	0,51	2,55	1,96
Керосин	-25	300	0,29	0,348	7,14
Пыль неорганическая	900	50	0,06	0,018	100
Диоксид азота + серы ангидрид	-25	300	1,0	-	31
Серы диоксид + сероводород	900	50	0,13	-	23,08

ПДК. Такая концентрация наблюдается в точке с координатами $X = -25$, $Y = 300$. Вклад источника в загрязнение атмосферы составляет 0,31 доли ПДК.

Наибольшая концентрация группы суммации сернистый ангидрид + сероводород составляет 0,13 доли ПДК во всех расчетных точках. Вклад источника в загрязнение атмосферы составляет 0,03 доли ПДК. Для сероводорода и углеводородов предельный расчет нецелесообразен. Анализируя представленный материал, можно сделать вывод, что санитарно-гигиеническое состояние приземного слоя атмосферы в процессе функционирования предприятия будет отвечать нормативным требованиям, предъявляемым к чистоте атмосферного воздуха.

Специальных мероприятий по вскрытию вновь разведанного месторождения не предусматривается. Месторождение предполагается разрабатывать со стороны действующего карьера.

Специфика работ по добыче песка состоит в том, что источниками выделения газообразных загрязняющих веществ в атмосферу являются двигатели внутреннего сгорания горнотранспортного оборудования. Пыль неорганическая выделяется в процессе погрузочных работ и движения автосамосвала.

В качестве мероприятий по пылеподавлению применяется увлажнение породы при погрузочных работах, а также полив автодорог. Для уменьшения газовыделений на карьере дизельное оборудование рекомендуется оснастить приспособлениями для нейтрализации выхлопных газов. Применение каких-либо специальных мероприятий по снижению выбросов не представляется возможным.

В основу системы контроля должно быть положено определение величин выбросов вредных веществ в атмосферу от источников и сопоставление их с установленными для них величинами ПДВ.

Элементом системы регулярного контроля за соблюдением ПДВ является контроль фактического загрязнения атмосферы выбросами предприятия.

Контроль выбросов загрязняющих веществ в атмосферу осуществляют с помощью инструментальных методов анализа непосредственно на источниках и на границе санитарно-защитной зоны. Контроль за выбросами должен проводиться по всем основным загрязняющим веществам согласно утвержденному графику.

Контроль подразделяется на производственный и технический (внутрипроизводственный).

Производственный контроль осуществляется в обязательном порядке для котельной в целом и включает определение выбросов в г/с и т/год, их учет и отчетность по ним. Данные контроля выбросов котельной фиксируются в журнале учета выбросов. Форма журнала – произвольная. В этот журнал на основании обработки информации измерений, а при их отсутствии на основании расчетов ежемесячно записываются:

- выброс за месяц в тоннах;
- максимальный выброс в течение месяца в грамах в секунду для веществ, на которые установлен норматив выброса в г/с. Данные результатов инстру-

ментального контроля выбросов фиксируются в журнале измерений. Журнал измерений выбросов ведется хронологически. Записи производятся не позднее чем через 5 суток после проведения измерений. Независимо от периодичности инструментальных замеров осуществляется контроль расчетным методом не реже одного раза в месяц. Допустимая погрешность определения валового выброса составляет $\pm 25\%$.

К источникам воздействия как элементам основной технологии, функционирование которых является причиной изменения в окружающей среде, относятся:

- вскрышные и добычные работы;
- работа двигателей машин и механизмов.

Антропогенное воздействие на почву выражается в организации выемки от 22 до 7 м с крутизной откосов бортов 27 %. Как следует из анализа пространственного положения, источники проектируемого объекта – наземные, площадные.

Месторождение строительных песков является сырьевой базой АОТ «Донатомстрой», которое осуществляет выполнение объемов строительно-монтажных работ строительства АЭС «Нововоронежская-2». Социально-экономическая значимость рассматриваемого объекта весьма высока вследствие того, что в настоящее время первый и второй энергоблоки Нововоронежской АЭС выведены из эксплуатации в 2001-2007 годах, пятый энергоблок должен прекратить свою работу в 2010 году.

Для замены выбывающих мощностей разработан проект НВ АЭС-2 с установкой двух энергоблоков ВВЭР-1000 третьего поколения, которые планируется ввести в эксплуатацию в 2010 году. Целесообразность строительства АЭС-2 обусловлена растущим дефицитом мощности в энергосистеме. Строительство АЭС с энергоблоками нового поколения, взамен выбывающих из эксплуатации, практически на той же площадке, что НВ АЭС-1, является оптимальным решением покрытия дефицита электроэнергии, с учетом того, что позволяет использовать высококвалифицированный эксплуатационный персонал, а также имеющие опыт строительно-монтажные кадры с существующей материально-технической базой. Дефицит сырья должен быть ликвидирован в случае освоения месторождения песка в рамках утвержденного земельного отвода с переводом 6,2 га лесных земель I группы в нелесные [4].

Комплексная реабилитация рассматриваемой территории будет осуществляться за счет проведения рекультивационных работ. Анализ результатов расчетов загрязнения атмосферы показал, что наибольшие концентрации вредных веществ на границе СЗЗ не превышают установленных нормативов предельно допустимых концентраций.

Режим работы карьера по добыче песка круглогодичный – 252 рабочих дня в году, в одну смену по 8 часов. Антропогенное воздействие на атмосферу выражается в следующем.

Разработка карьера ведется экскаватором ЭО-4121, бульдозером ДЗ-110 и автосамосвалом КРАЗ-256В.

При производстве работ в атмосферу выбрасывается неорганическая пыль (песок) с содержанием SiO_2 –

Таблица 5

Качественный и количественный состав выбросов вредных веществ

Наименование загрязняющего вещества	Выбросы загрязняющих веществ	
	т/год	г/сек
Двуокись азота	8,28	1,104
Сажа	3,96	0,468
Сернистый ангидрид	5,11	0,604
Окись углерода	25,58	3,022
Углеводороды (по керосину)	7,67	0,906
Окись азота	1,3455	0,1794
Пыль неорганическая	1,704	0,2276

70 %, двуокись азота, сажа, сернистый ангидрид, окись углерода (табл. 5).

Аварийные ситуации, связанные со значительным выбросом загрязняющих веществ в атмосферу, отсутствуют в связи с принятой технологией производства работ. Экспертный расчет рассеивания загрязняющих веществ выполнен по программе «Эколог» версии 2,01 и произведен с учетом фоновых концентраций на площадке размером 3000×3000 м.

Из анализа расчета рассеивания следует, что по всем загрязняющим веществам максимальная концентрация на границе СЗЗ не превышает предельно допустимые концентрации этих веществ.

Определение фактического состояния атмосферного воздуха без вклада источников загрязнения рассматриваемого карьера проводилось подразделением Воронежского Гидрометцентра, занимающегося мониторингом окружающей среды. Анализ антропогенного «удара» по качеству приземного слоя атмосферы в районе намечаемой хозяйственной деятельности (табл. 6) позволяет сделать вывод о незначительной величине фонового значения содержания загрязняющих веществ в атмосфере.

По остальным вредным веществам фоновые концентрации равны 30 % ПДК.

Уровень антропогенной нагрузки в виде загрязнения шумом изменяться не будет вследствие того, что при освоении нового участка площадью 1 га увеличения объемов добычи песка не предусматривается, изменяется лишь место работы механизмов.

Электромагнитное загрязнение и радиационный фон находятся в пределах нормы.

Воздействие на почву заключается в следующем. В процессе функционирования карьера осуществляются вскрышные, отвальные и добычные работы.

Среднегодовой объем вскрышных пород равен 4430 тыс. м³. Вскрышные породы разрабатываются бульдозером ДЗ-110 с перемещением в валы.

Плодородный слой почвы разрабатывается селективно. Из валов вскрышные породы перемещаются бульдозером в забой экскаватора ЭО-4121, грузятся в самосвалы КРАЗ-256В, вывозятся на рекультивируемую поверхность и разравниваются бульдозером. Отработанные площади подлежат технической и биологической рекультивации.

Анализируя материал, можно сделать вывод о том, что «экологическая емкость» рассматриваемой территории не является фактором, препятствующим переводу 6,2 га лесных насаждений I группы в нелесные земли.

Вскрышные работы проводятся в теплое время года с последующей транспортировкой в выработанное пространство старого карьера для рекультивирования, в последующие годы – в выработанное пространство проектируемого карьера.

Инженерная подготовка территории состоит из следующих этапов:

- грубая и окончательная планировка поверхности выработанного пространства с продольным уклоном от 0,005 до 0,026 %.

- частичное выколаживание откосов (внутренних) до крутизны 1:5 за счет вскрышных пород;

- планировка поверхности полки террасы ранее нарушенной территории по существующему уклону;

- срезка, перемещение, разравнивание плодородного слоя почвы на откосах 1:2 за счет грунта из предохранительного породного вала.

Как следует из анализа пространственного положения, источники проектируемого объекта – наземные, площадные.

Таблица 6

Фоновые значения содержания загрязняющих веществ

Ингредиент	Фоновая концентрация, мг/м ³
Диоксид серы	0,05 2,5
Оксид углерода	2,5
Диоксид азота	0,045
Пыль неорганическая	0,2

Виды воздействия, как следствие функционирования указанного выше оборудования, можно классифицировать исходя из того:

- что приносится в окружающую среду;
- что изымается из окружающей среды.

В окружающую среду в процессе строительства и функционирования указанного выше объекта будут приноситься вещества в газообразном виде – атмосферические потоки (выбросы) от двигателей экскаватора и автомобилей.

При функционировании рассматриваемого объекта из окружающей среды будут изъяты ресурсы, перечисленные в табл. 7.

Характеристика видов воздействий, указанных выше, приведена в таблице 8.

При разработке 6,2 га земель, занятых лесами I группы, новые источники загрязнения атмосферы образовываться не будут. Качественный и количественный состав загрязняющих веществ был представлен в таблице 6.

Рассмотрим действие указанных в ней веществ (окиси углерода, двуокиси азота, сернистого ангидрида, сажи и пыли неорганической) на субъекты биосферы.

Одним из наиболее токсичных веществ, поступающих в атмосферный воздух, является продукт неполного сгорания топлива – оксид углерода. Оксид углерода – высокотоксичное вещество. Уже при концентрации CO в воздухе порядка 0,01-0,02 % при вдыхании в течение нескольких часов возможно отравление, а концентрация 0,2 % (2 мг/м³) через 30 минут приводит к обморочному состоянию.

Оксид углерода вступает в реакцию с гемоглобином крови, образуя карбоксигемоглобин.

Токсичность двуокиси азота, поступающей в атмосферный воздух с продуктами сгорания топлива, весьма высока (ПДК=0,085 мг/м³). Взаимодействуя с углеводородами, она образует фотохимический туман – смог. Отравляющее действие оксидами азота начинается с легкого кашля. При повышении концентрации NO₂ возникает сильный кашель, рвота, иногда головная боль.

При контакте с влажной поверхностью слизистой оболочки оксиды азота образуют кислоты HNO₃ и HNO₂, которые приводят к отеку легких.

К числу твердых веществ, выбрасываемых источниками объекта, относится сажа, представляющая собой высокотоксичный порошок. Сажа обладает большой адсорбционной способностью по отношению к тяжелым углеводородам и в том числе к бенз(а)пирену, что делает ее весьма опасной для человека.

Оксиды серы, а также образующиеся при их соединении с водяными парами кислоты H₂SO₄ и H₂SO₃ оказывают вредное воздействие на здоровье людей, вызывают разрушение стальных конструкций и строительных материалов, снижают прозрачность воздуха. Растения еще более чувствительны к SO₂, чем человек.

Учитывая тот факт, что карьер территориально приближен к лесной зоне, целесообразно рассматривать более детально процесс воздействия побочных продуктов функционирования двигателей внутреннего сгорания на растительный и животный мир.

Воздействие на экологическую систему, будь это пустыня, луг или лес, на первых порах не отражается на системе или организме в целом; любые нарушения

Таблица 7

Виды воздействия, определяющиеся изъятием ресурсов из окружающей среды

№ п/п	Наименование	Количество
1.	Земельные (пространственно-территориальные) ресурсы	6,2 га
2.	Водные ресурсы	-
3.	Полезные ископаемые (песок)	4430 тыс. м ³
4.	Лесные земли I группы	6,2 га
5.	Местообитание популяций ценных видов растительного и животного мира	-
6.	Культурные, исторические и природные памятники	-
7.	Визуальные доминанты, определяющие характерный облик ландшафта	-

Таблица 8

Характеристика видов воздействий проектируемого объекта на окружающую среду

№ п/п	Наименование воздействия	Характер воздействия	Интенсивность	Продолжительность	Временная динамика
1	Привнос в окружающую среду химических веществ (атмохимические потоки)	Прямое, синергическое, кумулятивное	г/с т/г	В среднем 6 часов в сутки	Непрерывное
2	Изъятие лесных ресурсов с переводом лесных земель I группы в нелесные	Прямое		Время разработки карьера	Периодичное

или стрессы сначала дают себя знать на молекулярном уровне отдельного растения или системы растений. В тех случаях, когда стрессы воздействуют на процессы, протекающие в клетке, растение начинает слабеть; при этом происходят изменения в процессах обмена, и сама клетка подвергается воздействию.

Загрязняющее вещество первоначально поступает в растение через устьица – отверстия, имеющиеся на листьях и в нормальных условиях используемые для газообмена. Диоксид серы прежде всего воздействует на клетки, которые регулируют открывание этих отверстий. Степень их открывания и факторы, влияющие на нее, в начальный период являются основными параметрами, определяющими интенсивность воздействия загрязнителей.

Попав в межклеточное пространство листа, загрязняющее вещество вступает в контакт с мембраной, окружающей клетку. При нарушении целостности этой полупроницаемой мембраны нарушается баланс питательных веществ и процесс поступления ионов.

Пройдя в клетку, диоксид серы взаимодействует с органиллами-митохондриями и хлоропластами, в том числе и с их мембранами, что может привести к весьма серьезным последствиям. Первые визуально наблюдаемые изменения, связанные с действием SO_2 , происходят внутри хлоропластов, ответственных за протекание фотосинтеза – процесса превращения световой энергии в углеводы.

Внутри листа диоксид серы либо превращается в бисульфаты, сульфиты или сульфаты, либо остается в виде водного раствора SO_2 . Все эти соединения, в особенности сам SO_2 , ингибируют процесс фотосинтеза.

Под воздействием SO_2 возможна также дезактивация ферментов. Диоксид серы ингибирует различные биохимические реакции.

Для каждого из загрязняющих веществ существуют свои наиболее чувствительные виды растений. Чувствительность представляет собой относительную величину, однако при одних и тех же условиях для определенных видов вредные воздействия проявляются при наиболее низких концентрациях загрязнений.

Установлена относительная чувствительность для целого ряда видов.

Виды растений, обладающих наибольшей чувствительностью к загрязнениям атмосферы диоксидом серы, следующие: люцерна (*Medicago Sativa*), сосна (*Pinus ponderosa*), ячмень (*Hordeum Vulgare*), соя (*Glycine max*), хлопок (*Gossypium hirsutum*), пшеница (*Triticum sp.*), пихта (*Pseudotsuga menziesii*). Виды хвойных, особенно сосны, входят в число растений, наиболее чувствительных к воздействию многих загрязняющих веществ.

Считается, что серьезность заболевания или повреждения зависит как от концентрации загрязнения, так и от продолжительности его воздействия. При перемножении этих величин получают значение дозы. Пороговая доза представляет собой характеристику, которую наиболее удобно использовать для оценки возможности проявления вредных воздействий. Наибольшее значение имеет величина максимальной кон-

центрации загрязнений, воздействующих на растения. Большая продолжительность воздействия также может играть важную роль, особенно при его непрерывности, однако эффект продолжительных воздействий выражен менее сильно, чем эффект максимальных пиковых концентраций, даже если такие концентрации поддерживаются в атмосфере только в течение короткого времени (порядка 1 часа). Большое значение имеет также частота воздействия пиковых концентраций загрязнений. Оксиды азота редко присутствуют в атмосфере в таких концентрациях, которые способны оказывать непосредственное вредное воздействие на растения. Отрицательная роль оксидов азота в основном связана с тем, что они являются предшественниками озона в атмосфере, а также способны оказывать воздействие на растения в комбинации с озоном или с SO_2 . Озон также сначала воздействует на растения на молекулярном уровне. И в этом случае первичным объектом воздействия оказываются устьица листьев и мембраны.

Озон способствует закрыванию устьиц. Мембраны хлоропластов разрушаются, хлорофилл диспергируется в цитоплазме, повреждается оболочка ядра клетки, и происходит плазмолиз клетки. Разрыв клеточной оболочки и мембраны приводит к резкому изменению нормальных процессов обмена, вызывая увеличение потерь воды и нарушая баланс ионов. Установлено, что озон способен модифицировать аминокислоты, изменять механизм процессов белкового обмена, воздействовать на состав ненасыщенных жирных кислот и сульфгидрильных остатков. Кроме того, прослеживается связь между концентрацией загрязнений, обладающих окислительными свойствами, и уменьшением содержания хлорофилла и некоторых растворимых белков. При действии озона наблюдается практически мгновенное снижение содержания АТФ. Это может явиться первичной реакцией или быть связано с нарушением ионного баланса.

Озон оказывает также сильное ингибирующее действие на процесс фиксации CO_2 .

В последние десятилетия обнаружено еще одно явление, связанное с загрязнением атмосферы и оказывающее влияние на биологические объекты. Это кислотный дождь или, точнее, кислые осадки. Дождь, снег или пыль могут приобрести более кислую реакцию из-за избыточного количества оксидов антропогенного происхождения.

При изучении экосистем суши и сельскохозяйственных систем было установлено, что кислотные дожди могут вызывать повреждения растений. Так, дождь, представляющий собой смеси искусственного состава с величиной $pH=2,7-3,4$, то есть значительно более кислый, чем наблюдается в природе, вызывает поражения листьев тополя. При $pH=3,4$ было поражено около 1% площади поверхности листьев. К наиболее чувствительным видам относятся бобы и подсолнечник. Большое внимание было уделено изучению воздействия на хвойные породы. Дождь с $pH=2,5$ не вызывал поражения сосновых игл. Наиболее устойчивыми являются хвойные деревья, затем следуют лиственные деревья,

широколиственные растения. Травы наиболее чувствительны к воздействию кислотного дождя [5].

Исходя из анализа характеристик антропогенной нагрузки на рассматриваемую территорию, материалов исследований, технологий можно прогнозировать последствия выявленных воздействий. Вероятностный прогноз изменений окружающей среды состоит в следующем.

Выбросы технологического оборудования, применяемого при разработке карьера, не будут изменяться по сравнению с существующими выбросами, поскольку объем добычи песка будет оставаться на прежнем уровне.

Анализ данных, имеющихся для существующих предприятий-аналогов (в частности, по Малышевскому карьере строительных песков), позволяет сделать заключение о том, что воздействие предприятия на атмосферный воздух не является определяющим в районе размещения данного объекта.

Учитывая природные, физико-географические и гидрогеологические условия, а также условия разработки, принято лесохозяйственное направление рекультивации нарушенных в связи с разработкой карьера земель.

При проведении рекультивационных работ намечаются следующие мероприятия:

- планировка поверхности выработанного пространства;
- частичное вышлагаживание откосов до крутизны 1:5;
- разравнивание плодородного слоя почвы;
- посев трав и посадка деревьев-сеянцев.

Биологический этап рекультивации земель включает в себя комплекс агротехнических и фитомелиоративных мероприятий, направленных на восстановление их хозяйственной продуктивности.

Исходя из условий дальнейшего использования рекультивируемых площадей, биологическую рекультивацию принято проводить в 2 этапа.

На 1 этапе с целью закрепления почвы на поверхности выработанного пространства, откосов и обогащения азотом предусматривается в первый год производить посев трав. При этом принято:

1. Вспашка на глубину 30 см с одновременным боронованием.
2. Посев семян люцерны.

3. Прикатывание почвы после посева.

На 2 этапе производится посадка деревьев. Сосна обыкновенная и береза бородавчатая высаживаются однолетними окоренелыми черенковыми саженцами.

Разработка песчаного карьера и вырубка 6,2 га культур сосны не нарушит сложившегося комплекса позвоночных животных, обитающих в его окрестностях. Более того, сам карьер является, с одной стороны, местом обитания таких птиц, как ласточки-береговушки, шурки золотистые, сизоводки, каменки, удоны, и улучшает экологические условия для жизни ряда пресмыкающихся видов и некоторых видов млекопитающих – с другой. Проведение рекультивационных работ позволит еще в большей степени улучшить условия обитания для большинства позвоночных животных, обитающих в данной местности.

Из обитающих в приграничной с зоной действия объекта охотничьей фауне относятся птицы в основном из отряда гусеобразных: чирок, чирок-свистун, обыкновенная кряква, свиязь, красноголовый нырок; из пастушковых: лысуха, камышница, коростель; из подсемейства бекасов: бекас, дупель, гаршнеп; два вида курообразных: серая куропатка и перепел. Указанные выше виды обитают в пойменных озерах, заливных болотах и лугах, а также на водоемах рыбхоза «Нововоронежский». Естественно, что действие объекта на численность этих видов и их биологическое распределение сказываться не будет.

ЛИТЕРАТУРА

1. Савко, А.Д. Геология Воронежской антеклизы / А.Д. Савко. – Воронеж : Воронеж. гос. ун-т, 2002. – 165 с.
2. Холмовой, Г.В. Неогеновые и четвертичные отложения Среднерусской возвышенности / Г.В. Холмовой, Б.В. Глушков. – Воронеж : Воронеж. гос. ун-т, 2001. – 220 с.
3. Смирнова, А.Я. Экология подземных вод бассейна Верхнего Дона / А.Я. Смирнова, А.И. Бородкин. – Воронеж : Воронеж. гос. ун-т, 2003. – 180 с.
4. Бочаров, В.Л. Влияние атомных тепло- и электростанций на геологическую среду / В.Л. Бочаров, А.Я. Смирнова, М.Н. Бугреева // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Сер. Геология. – 1996. – № 1. – С. 165-171.
5. Геохимия техногенных процессов / под ред. И.К. Карпова. – М. : Наука, 1989. – 246 с.