

*Таблица – Обилие галки в районах многоэтажных и индивидуальных городских застроек в Минском мегаполисе (2019-2021 гг.)*

Городская застройка (годы застройки)	Грач		Серая ворона		Галка		Сорока	
	Гнездовой период	Внегнездовой период						
1960-1970 гг.	-	142,3±32,5	236,5±31,9	73,0±21,3	-	352,1±105,4	-	13,5±4,1
1970-1990 гг.	-	-	-	-	-	-	-	-
1990-2000 гг.	162,6±44,8	55,3±27,4	202,6±66,4	50,4±20,1	62,3±19,3	300,2±95,4	52,3±18,4	24,8±11,3
2000-2020 гг.	56,7±19,2	148,1±24,8	6,9±2,6	21,3±5,3	47,6±21,3	136,3±37,7	9,8±5,7	33,4±12,5
Частный сектор	2,7±0,8	17,1±9,7	5,6±1,4	14,3±5,3	0,7±0,2	5,4±1,5	6,4±2,1	11,4±3,5

Малая плотность галки на частных секторах города обусловлена отсутствием здесь открытых мусорных контейнеров и прочих источников питания, а также негативного отношения частников к врановым птицам, часто ворующим корм у кур частного подворья.

Таким образом, основными причинами роста плотности населения галки в городах являются наличие постоянной кормовой базы на территории урбанизированных ландшафтов и изменение поведение вида, а также освоение новых застроек на постоянно растущих урболандшафтах. Обилие корма и естественных ниш в городских зданиях привели к доминированию галки над всеми другими врановыми птицами. В смешанных скоплениях врановых (межвидовые отношения) в населенных пунктах окрестностей столицы и г. Минска четыре вида врановых стоят в следующем ряду: серая ворона, грач, сорока и галка. Однако, это не помешало галке занимать доминирующее положение среди всех врановых урболандшафтов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. В центре Волковыска облюбовали деревья грачи и вороны... / Экология [Электронный ресурс]. – Режим доступа : volkovysknews.by/priroda-i-ekologiya/10866-news.html. – Дата доступа : 7.04.2018.
2. Никифоров, М. Е. Птицы Беларуси на рубеже XXI века / М. Е. Никифоров [и др.]. – Минск : Изд. Королев, 1997. – 188 с.
3. Егорова, Г. В. Формирование фауны врановых птиц в урбанизированных ландшафтах Мещерской низменности [на примере галки (*Corvus monedula*)] / Г. В. Егорова, Э. А. Мовчан, М. А. Юров // Электронный журнал «Вестник Московского государственного областного университета». – Режим доступа : www.evestnik-mgou.ru. – Дата доступа : 16.04.2012.
4. Вахрушев, А. А. О закономерностях формирования сообществ на примере формирования комплекса птиц городов / А. А. Вахрушев // Макроэволюция. – М., 1984. – С. 148-149.
5. Хандогий, Д. А. Исследование врановых птиц в антропогенных ландшафтах Беларусь / Д. А. Хандогий // Экологическая культура и охрана окружающей среды : I Дорофеевские чтения материалы междунар. науч.-практ. конференции, Витебск, 21-22 ноября 2013 г. – Витебск : ВГУ имени П. М. Машерова, 2013. – С. 320

## ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПЕТРИКОВСКОГО ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

## ENVIRONMENTAL IMPACT DURING THE CONSTRUCTION OF THE PETRIKOV MINING AND PROCESSING COMPLEX

**A. A. Холево, В. М. Мисюченко**

**A. Holevo, V. Misiuchenko**

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ*

*г. Минск, Республика Беларусь*

*holevo\_2000@mail.ru*

*Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

Проведен анализ основных воздействий на окружающую среду при строительстве горно-обогатительного комплекса в г. Петриков. Анализ показал, что наиболее значимое воздействие приходится на атмосферный воздух и подземные воды. Расчет рассеивания показал, что наибольшее влияние, оказывают: азот (II) оксид (азота оксид), азотная кислота, калий хлорид (калий хлористый), углерод оксид, углеводороды непредельные, углеводороды предельные алифатического ряда C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>. Также был рассчитан объем поверхностного

стока и объем выноса хлоридов с территории промплощадки в случае аварийной ситуации. В качестве водоохранных мероприятий предусматривается полная изоляция поверхности площадок, а также устройство канала-водовода с дальнейшей очисткой стока и использованием его в технологической схеме, предусмотренной для работы горного предприятия.

The analysis of the main impacts on the environment during the construction of a mining and processing complex in Petrikov was carried out. The analysis showed that the most significant impact was on atmospheric air and groundwater. The scattering calculation showed that the greatest influence was exerted by nitrogen (II) oxide, nitric acid, potassium chloride, carbon oxide, unsaturated hydrocarbons, saturated aliphatic hydrocarbons C1-C10. The volume of surface runoff and the volume of chloride removal from the industrial site in the event of an emergency were also calculated. As water protection measures, complete isolation of the surface of the sites was envisaged, as well as the installation of a canal-water conduit with further purification of the drain and its use in the technological scheme provided for the operation of the mining enterprise.

*Ключевые слова:* добыча калийных руд, горно-геологические факторы, обогащение руды, источники выбросов, загрязняющие вещества, расчет рассеивания, хлориды.

*Keywords:* mining of potash ores, mining and geological factors, ore refining, sources of the emission, dispersion calculation, chlorides.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2021-2-362-368>

Проведен анализ воздействий на окружающую среду при строительстве и эксплуатации Петриковского горно-обогатительного комплекса. Источниками загрязнения атмосферного воздуха при строительстве горно-обогатительного комплекса на Петриковском месторождении калийных солей являются:

- Взрывные работы, при проведении которых в атмосферный воздух выбрасываются азота диоксид, оксид углерода и твердые частицы. Выбросы загрязняющих веществ носят неорганизованный характер.
- Бульдозерный отвал, предназначенный для складирования отходов в виде пустой породы от проходки шахтных стволов. Процессы перемещения (сыпка, перевалка и т.д.) горных пород на отвале сопровождаются пылевыделением. В атмосферу поступают твердые частицы. Выбросы загрязняющих веществ носят неорганизованный характер.
- Открытые склады песка, щебня и песчано-гравийной смеси. Процессы выгрузки (сыпка, перевалки и т.д.) и хранения песка, щебня и песчано-гравийной смеси сопровождаются выбросом в атмосферный воздух пыли неорганической, содержащей  $\text{SiO}_2$  менее 70 %. Выбросы загрязняющего вещества носят неорганизованный характер.
- Силосный склад цемента. Процесс загрузки цемента в силосы сопровождается выделением пыли неорганической, содержащей  $\text{SiO}_2$  менее 70 %. Для снижения воздействия загрязняющих веществ на атмосферный воздух силоса оборудуются фильтрами. Источники выбросов – организованные.
- Бетонорасторвенный узел, предназначенный для приготовления бетонорасторвенных смесей. Источником выбросов пыли неорганической, содержащей  $\text{SiO}_2$  менее 70 % являются выхлопные отверстия фильтров силосов.
- Узел рассева песка, предназначенный для разделения песка по фракциям. Просеянный песок используется для приготовления растворных смесей. Процессы загрузки песка в бункера, а также его грохочение сопровождаются выделением пыли неорганической, содержащей  $\text{SiO}_2$  менее 70 %. Выброс загрязняющего вещества носит неорганизованный характер.
- Процессы выгрузки песка и щебня разной фракции, ПГС в бункера сопровождаются пылевыделением. В атмосферу поступает пыль неорганическая, содержащая  $\text{SiO}_2$  менее 70 %. Источники выбросов носят неорганизованный характер.
- Оборудование мастерских: металлообрабатывающие станки и стол сварщика со сварочным выпрямителем. При работе данного оборудования в атмосферный воздух поступает пыль неорганическая, содержащая  $\text{SiO}_2$  менее 70 % и загрязняющие вещества, выделяющиеся при расплавлении сварочного материала, такие как железо (II) оксид в пересчете на железо, марганец и его соединения (в пересчете на марганец (IV) оксид), фтористые газообразные соединения (в пересчете на фтор) и хром (VI). Для снижения воздействия твердых загрязняющих веществ на атмосферный воздух оборудование оснащается пылесосами. Источники выбросов – организованные.
- Автотранспорт, работающий на поверхности. При работе автомобильной техники в атмосферный воздух в результате сжигания топлива в двигателях внутреннего горения выделяются азота диоксид, углерода оксид, углеводороды предельные алифатического ряда C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>, углерод черный (сажа) и сера диоксид. Выбросы носят неорганизованный характер. Пылевыделение при транспортировке, загрузке и разгрузке вынимаемой горной породы отсутствует в связи с повышенной влажностью горной массы.

Валовой выброс загрязняющих веществ, выделяющихся на период проведения строительных работ, составляет 15,677 т/год, из них:

- вещества II класса опасности – 3,6420 т/год;
- вещества III класса опасности – 5,7150 т/год;
- вещества IV класса опасности – 6,3096 т/год;
- вещества без класса опасности – 0,0106 т/год;

Для оценки вклада источников выбросов загрязняющих веществ проектируемого Петриковского горно-обогатительного комплекса в загрязнение атмосферного воздуха, произведен расчет рассеивания для всех проектируемых загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух при эксплуатации объекта. При этом, основными источниками загрязнения в данном случае, будут являться:

- Надшахтное здание, в котором предусмотрен сварочный пост и слесарная мастерская. При проведении сварочных работ в атмосферный воздух выделяются железо (II) оксид в пересчете на железо, марганец и его соединения (в пересчете на марганца (IV) оксид), хром (VI) и фтористые соединения газообразные (гидрофторид, кремний тетрафторид) (в пересчете на фтор). В слесарной мастерской источниками выделения загрязняющих веществ являются металлообрабатывающие станки. При работе данных станков выделяется пыль неорганическая, содержащая  $\text{SiO}_2$  менее 70 %.

- Военизированный горноспасательный отряд (ВГСО). Служебно-техническое здание. Источниками выделения загрязняющих веществ являются двигатели внутреннего сгорания автотранспорта. При въезде, выезде и прогреве двигателей в помещение выделяются азота диоксид, углерода оксид, серы диоксид, углеводороды предельные  $\text{C}_1\text{-C}_{10}$  и углерод черный (сажа). В состав лаборатории ВГСО входят следующие помещения: термическая лаборатория, аналитическая лаборатория, проборазделочная, весовая, кладовая реактивов. От оборудования данных помещений лаборатории выделяются следующие загрязняющие вещества: аммиак, серная кислота, соляная кислота, азотная кислота, этиловый спирт, твердые частицы.

- Котельная. При сжигании природного газа в атмосферу выделяются следующие загрязняющие вещества: ртуть и ее соединения, азота диоксид, азота оксид, углерод оксид, бенз(а)пирен, диоксины/фураны, бензо(b)флуорантен, бензо(k)флуорантен, индено (1,2,3,-c, d) пирен.

- Цех дробления. Процессы перегрузки, загрузки-выгрузки исходной и дробленой руды сопровождаются значительным пылением. Выброс пыли руды можно классифицировать как твердые частицы.

- Флотационная обогатительная фабрика. Процессы флотации и фильтрации флотационного концентрата сопровождаются выделением аминов алифатических  $\text{C}_{15}\text{-C}_{20}$ . Источниками выделения являются флотомашины (5 шт.), вакуум-фильтры ленточные (10 шт.) и центрифуги (6 шт.).

- Цех сушки и грануляции. Источниками выделения загрязняющих веществ в отделении сушки являются сушильные барабаны №№ 1, 2, 3, 4 (резервный), предназначенные для сушки кека концентрата  $\text{KCl}$ . Сушка осуществляется топочными газами, которые образуются при сгорании топлива в газотурбинных установках и в топках сушильных барабанов. При сжигании природного газа в атмосферу выделяются следующие загрязняющие вещества: азота диоксид, азота оксид, углерода оксид, бенз(а)пирен, ртуть и ее соединения (в пересчете на ртуть), диоксины/фураны, бенzo(b)флуорантен, бензо(k)флуорантен, индено (1,2,3,-c, d) пирен), углеводороды предельные  $\text{C}_1\text{-C}_{10}$ .

- Склад жидких реагентов. При заполнении и хранении в резервуарах жидких реагентов через дыхательные клапана выделяются следующие загрязняющие вещества: масло минеральное, масло сосновое, углеводороды предельные  $\text{C}_{11}\text{-C}_{19}$ , сероводород, углеводороды ароматические и этиленгликоль.

- Склад сыпучих реагентов. При работе двигателя внутреннего сгорания в помещение выделяются азота диоксид, углерода оксид, серы диоксид, углеводороды предельные  $\text{C}_1\text{-C}_{10}$  и сажа. Выделяющиеся загрязняющие вещества удаляются в атмосферу системами общеобменной вытяжной вентиляции.

Расчет приземных концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе выполнен по унифицированной программе [1].

Были проанализированы результаты расчета рассеивания выбросов загрязняющих веществ, выделяющихся в атмосферный воздух при эксплуатации Петриковского ГОКа с учетом работы топливосжигающих установок на основном виде топлива - природном газу. Проведен анализ максимальных приземных концентраций по расчетам рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе для промышленной площадки ГОКа, так как она оказывает наиболее значимое воздействие на окружающую среду.

В наименьших количествах находятся следующие вещества: изопропиловый спирт, метанол, ртуть и ее соединения (в пересчете на ртуть), уксусная кислота, эмульсол, этанол (этиловый спирт). Расчет для данных веществ не проводился, так как соотношение их концентраций к ПДК меньше 0,01.

Анализ расчета рассеивания показал, что после ввода в эксплуатацию промышленной площадки Петриковского горно-обогатительного комплекса, уровень максимальных приземных концентраций загрязняющих веществ с учетом фоновых концентраций на границе санитарно-защитной зоны составит от 0,0004 (натрий гидроксид) до 0,94 (группа суммации 6040) ПДК, на границе жилой застройки – от 0,00044 (натрий гидроксид) до 0,85 (группа суммации 6040) ПДК. Максимальные приземные концентрации загрязняющих веществ, создаваемые выбросами промышленной площадки Петриковского горно-обогатительного комплекса, не превышают предельно-допустимые концентрации.

При этом вещества, которые оказывают наибольшее влияние, являются: азот (II) оксид (азота оксид), азотная кислота, калий хлорид (калий хлористый), углерод оксид, углеводороды непредельные, углеводороды предельные алифатического ряда  $\text{C}_1\text{-C}_{10}$ . Так же из карт рассеивания было определено, что максимальный радиус потенциальной зоны возможного воздействия промышленной площадки Петриковского ГОКа составляет:

- по диоксиду азота – 1620 м;
- по калий хлориду – 1095 м;
- по группе суммации 6009 – 2765 м;

- по группе суммации 6040 – 2765 м;
- по сумме твердых частиц – 987 м

Максимальный радиус потенциальной зоны возможного воздействия промышленной площадки Петриковского ГОКа составляет расстояние порядка 2,76 км (по группам суммаций 6009, 6040).

В потенциальную зону возможного воздействия промышленной площадки Петриковского ГОКа попадают населенные пункты: поселок Слободской, д. Слобода.

Основными источниками шума на производственной площадке Петриковского горно-обогатительного комплекса являются технологическое оборудование расположеннное внутри цехов и снаружи, проезды грузового и железнодорожного транспорта осуществляющие подвоз материалов и вывоз продукции. По расчетным данным и результатам инструментальных исследований, создаваемые уровни звукового давления на границе СЗЗ и на границе жилой застройки не превышают предельно допустимых уровней звука. Акустическими расчетами для дневного и ночного времени суток с учетом вклада всех источников шума, расположенных на промышленной площадке Петриковского ГОКа, подтверждено отсутствие зон акустического дискомфорта в районе расположения жилой зоны.

Также была проведена оценка влияния промышленной площадки на качество вод р. Бобрик. Данная река была выбрана в связи с тем, что объекты-загрязнители расположены на водосборной площади № 3 и поверхностный сток с этой площади собирается в р.Бобрик. Строительство и эксплуатацию объектов Петриковского рудника предполагается осуществлять таким образом и с применением такого комплекса профилактических и защитных мероприятий, чтобы не допустить возникновения – аварий, влекущих за собой негативные последствия как на объекты самого рудника, так и на окружающую среду. В связи с чем был рассчитан объем выноса хлоридов в случае аварии. В качестве определяющего компонента-загрязнителя приняты хлориды, так как их превышение в первую очередь ограничивает использование подземных вод для питьевых целей

Был рассчитан объем поверхностного стока по водосбору № 3 в течение суток за максимальный расчетный дождь. За потенциальный объект-загрязнитель на участке месторождения приняли промышленную площадку строительства ГОК месторождения.

Объем дождевого поверхностного стока ( $W$ ), формирующийся за максимальный расчетный дождь на выделенной территории, может быть рассчитан по зависимости:

$$W = 10 \cdot \sigma \cdot H \cdot F, \quad (1)$$

где  $\sigma$  – средневзвешенный коэффициент поверхностного стока, для данной территории принимается равный 0,45;

$H$  – суточный слой осадков за расчетный дождь, принят равным 3,0 мм (суточная величина атмосферных осадков за самый дождливый месяц-июль);

$F$  – площадь выделенного локального водосбора № 3 равна 3686 га.

Получили объем поверхностного стока ( $W$ ), проходящего через водосборную площадь за максимальный расчетный дождь (1 сутки), который составил около 49761 м<sup>3</sup>/сут, тогда объем стока, проходящего через площадь промышленной площадки, составит 1093,5 м<sup>3</sup>/сутки.

Объем выноса загрязняющих веществ (хлоридов) может быть оценен концентрацией хлоридов в сточных водах, стекающих с промышленной площадки:

$$P = C \cdot W / 1000, \quad (2)$$

где  $P$  – объем выноса загрязняющего вещества, кг;

$C$  – концентрация хлоридов, для расчетов принимается равной среднему значению из полученных максимальных величин содержания хлоридов в первом от поверхности водоносном горизонте (грунтовых водах), 208,0 мг/дм<sup>3</sup>;

$W$  – расчетный объем поверхностного стока, полученный в максимальный расчетный дождь (1 сутки), 49761 м<sup>3</sup>/сут.

Таким образом, объем выноса хлоридов с рассматриваемой водосборной площади № 3 за максимальный дождь при принятой концентрации хлоридов в поверхностном стоке (208,0 мг/дм<sup>3</sup>) составит 10350,3 кг.

Объем выноса хлоридов с площади промышленной площадки соответственно равен около 227,5 кг. Данный показатель является конечной величиной, показывающей возможность загрязнения реки в случае аварийной ситуации. Основной показатель загрязняющих веществ – концентрация хлоридов, которая находится в пределах нормы и принимается равной предельно допустимой концентрации (ПДК) хлоридов, согласно постановлению Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, согласно которому ПДК=300 мг/дм<sup>3</sup> [2].

Ближайшим от площадки водотоком по направлению движения потока является р. Бобрик, которая будет испытывать дополнительную нагрузку со стороны объектов-загрязнителей, что может привести к повышению содержания хлоридов в водах реки до уровня ПДК или выше.

С целью ликвидации негативного воздействия эксплуатации горного предприятия на состояние поверхностных вод необходимо предусмотреть систему водоохраных мероприятий. Это – полная изоляция поверхности площадок, а также организация отвода поверхностного стока (устройство канала-водовода), с дальнейшей очисткой стока и использованием его в технологической схеме, предусмотренной для работы горного предприятия.

Представленный выше состав организационно-технических мероприятий уменьшит техногенную нагрузку на поверхностные водные объекты. Часть загрязненного поверхностного стока с поверхности водосбора будет фильтроваться через зону аэрации к грунтовым водам, создавая там зону загрязнения.

Необходимо отметить, что одна из экологических проблем территории исследований связана с последствиями осушительных мелиораций. Снижение уровня грунтовых вод, уничтожение естественной растительности, распашка торфяно-болотных почв, привели к развитию ветровой эрозии, быстрой сработке торфа и формированию предпосылок к дефициту воды в почвенном профиле в летний период. Осущенные болотные массивы превращены в пахотные и пахотно-культурно-сенокосные ландшафты, находятся в неустойчивом состоянии и несут на себе признаки деградации. Также было выявлено, что наиболее значимое воздействие приходится на подземные воды, поэтому необходимо обратить внимание на водоохраные мероприятия, в том числе, защитные сооружения. Таким образом, для защиты подземных вод от негативного влияния загрязнителей необходимо предусмотреть не только тщательное экранирование ложа солеотвала и поверхности промышленной площадки водонепроницаемыми покрытиями, но и создание системы локального мониторинга за состоянием подземных вод.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. ОНД 86 – Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. – Л. Гидрометеоиздат, 1987 – 82 с.
2. Постановление Министерства Природных Ресурсов и Охраны Окружающей Среды Республики Беларусь от 30 марта 2015 года №13. Об установлении нормативов качества воды поверхностных водных объектов// Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://pravo.by/upload/docs/op/W21529808\\_1429909200.pdf](https://pravo.by/upload/docs/op/W21529808_1429909200.pdf). – Дата доступа: 18.03.2021.

## ИЗМЕНЧИВОСТЬ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ХВОИ *PINUS SYLVESTRIS* (L.) В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ТЕРРИТОРИЮ ГОРОДА МИНСКА

### VARIABILITY OF THE ELEMENTAL COMPOSITION OF NEEDLES *PINUS SYLVESTRIS* (L.) UNDER ANTHROPOGENIC LOAD IN THE TERRITORY OF MINSK

**A. H. Xox<sup>1</sup>, B. B. Звягинцев<sup>2</sup>**

**A. Khokh<sup>1</sup>, V. Zviagintsev<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Научно-практический центр Государственного комитета судебных экспертиз Республики Беларусь, г. Минск, Республика Беларусь  
*npc@sudexpertiza.by*

<sup>2</sup>Белорусский государственный технологический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь

*1*Scientific and Practical Centre of The State Forensic Examination Committee of The Republic of Belarus,  
Minsk, Republic of Belarus

*2*Belarusian State Technological University,  
Minsk, Republic of Belarus

В городе Минска достаточно широко представлены насаждения сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), которая наряду с березой повислой (*Betula pendula* Roth.) относится к чутким индикаторам качества окружающей среды. Цель наших исследований заключалась в изучении изменений элементного состава хвои в условиях антропогенной нагрузки с различным по интенсивности автотранспортным и промышленным воздействием.

The woodlands of the Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) are quite widely represented in Minsk, which, along with European white birch (*Betula pendula* Roth.), belongs to sensitive indicators of the quality of the environment. The purpose of our research was to study changes in the elemental composition of needles under conditions of anthropogenic impact with different intensity of motor transport and industrial impact.

*Ключевые слова:* сосна обыкновенная, элементный состав, хвоя, атомно-эмиссионная спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой, антропогенные факторы.

*Keywords:* Scots Pine, element composition, needles, spectrometry with inductively coupled plasma, anthropogenic factors.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2021-2-368-371>