

## ПОДХОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ПРОЕКТИРУЕМОГО ПЕТРИКОВСКОГО ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМБИНАТА

Барбиков Д.В.\*, Шемет С.Ф.\*\*\*, Гречко А.М.\*\*\*, Савченко В.В.\*\*\*,  
Злебова А.Е.\*\*\*, Денкевич Э.Т.\*\*\*

\*ОАО «Беларуськалий», г.Солигорск, Республика Беларусь, \*\*ОАО «Белгорхимпром», г.Минск, Республика Беларусь, [geomod2013@mail.ru](mailto:geomod2013@mail.ru)

*The paper discusses the results of environmental impact assessment at Petrikov deposit of potash salt. The area is characterized by complicated geological and hydrogeological conditions. Mining of potash salt will lead to the subsidence of the surface and result to the underflooding and swamping of the area. Forecasts of possible changes in productivity of forest and agricultural phytocenoses as well as groundwater contamination are carried out. Actions to mitigate negative environmental consequences of mining are proposed.*

В настоящее время в Беларуси начато освоение нового месторождения калийных солей – Петриковского, расположенного в Гомельской области (рисунок 1). На первом этапе к освоению планируется Северный участок Петриковского месторождения площадью 166 км<sup>2</sup>. Одной из первоочередных задач при этом является разработка оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) проектируемого горно-обогатительного комбината. Как известно, при разработке ОВОС выполняется ряд исследований, позволяющих оценить влияние объекта на окружающую среду и предложить мероприятия по минимизации негативных последствий освоения месторождения.

### Природные условия

Климат района расположения Петриковского месторождения калийных солей – умеренный, переходный от морского к континентальному. Его территория находится в западной части Припятского артезианского бассейна, являющегося региональной областью разгрузки распространенных здесь водоносных горизонтов и комплексов. Обводненные горизонты относятся к зоне активного водообмена, они гидравлически связаны между собой и дренируются гидрографической сетью.

Поверхностные воды в районе Северного участка Петриковского месторождения относятся к бассейну реки Припять – самому большому по величине и водности притоку р. Днепр. В районе исследований развита гидросеть, представленная рекой Бобрик, к которой примыкает сеть мелиоративных каналов и канав с регулируемым стоком. Питание рек и каналов в пределах Северного участка Петриковского месторождения смешанное (т.е. включая снеговое, дождевое, грунтовое) с преобладанием снегового. Грунтовые воды встречены на глубине 0,6–3,3м, что соответствует абсолютным отметкам 123,66 – 125,37м. Воды в основном безнапорные.

Водовмещающими породами являются пески различного гранулометрического состава.

Согласно геоморфологическому районированию Северный участок Петриковского месторождения расположен в пределах области Полесской низины, подобласти Белорусского Полесья. Основные черты рельефа были сформированы в днепровскую стадию припятского оледенения [1]. Земная поверхность представляет собой полого-волнистую, местами плоскую низину с общим уклоном к долине р. Припять и р. Бобрик. Абсолютные отметки варьируют здесь от 116,7 (урез р. Припять в г. Петриков) до 150,0 м (холмы на юге и юго-востоке от промплощадки) (рисунок 2).

Природные ландшафты района расположения Северного участка относятся к суббореальному полесскому типу. В настоящее время большинство природных ландшафтов в определенной степени трансформированы в результате антропогенной деятельности, преимущественно сельскохозяйственно-лесохозяйственной, а также интенсивной мелиорации [2, 3].

Следует отметить, что важнейшие экологические проблемы территории Петриковского месторождения связаны с последствиями выполненной в 1960-е годы широкомасштабной осушительной мелиорации. 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. Осушенные болотные массивы превращены в пахотные и пахотно-культурно-сенокосные ландшафты, находятся в неустойчивом состоянии и несут на себе признаки деградации. Следствием мелиорации стало также снижение лесистости территории, обеднение животного мира.

В границах Северного участка Петриковского месторождения особо охраняемые природные территории и памятники природы отсутствуют. В 2-х километрах к юго-западу расположен национальный парк «Припятский». В 30-километровой зоне, примыкающей к границам участка, находится несколько охраняемых территорий республиканского и местного значения, памятников природы (рисунок 3).

Разработку Петриковского месторождения калийных солей предполагается производить подземным способом, аналогично разработке Старобинского месторождения, ведущейся с начала 60-х годов прошлого столетия. Как свидетельствует опыт ведения горных работ на Старобинском месторождении, в результате подработки земной поверхности невозможно исключить ее смещения в вертикальной плоскости (оседания), которые в зависимости от горнотехнических факторов могут принимать существенные значения.

Особенностью Северного участка Петриковского месторождения является высокий уровень грунтовых вод (1–2 м), при котором даже незначительные оседания земной поверхности в результате подработки могут привести к затоплению и заболачиванию обширных участков, существенному изменению ландшафтной структуры территории. Таким образом, при оценке влияния на окружающую среду разработки Петриковского месторождения одной из важнейших задач является определение величин оседаний земной

поверхности, предполагаемых при ведении масштабных подземных горных работ.

### **Прогноз оседаний земной поверхности**

Следует отметить, что на начальном этапе разработки Петриковского месторождения, исходя из его недостаточной изученности, наиболее обоснованным представляется подход, при котором не предусматривается расчет ожидаемых оседаний земной поверхности, ограничиваясь только их вероятными величинами, т.е. максимально возможными для соответствующих горно-геологических и горнотехнических условий. При этом эти величины служат, в первую очередь, для определения принципиальной возможности и условий выемки запасов под объектами на земной поверхности и при выборе мер их охраны. Исходя из этого, рассчитываемые вероятные оседания следует считать предельными величинами, превышение которых практически исключено, а учитывая возможное изменение границ выработанных пространств (столбов, панелей, блоков), следует принимать, что вероятные оседания в своем значении могут проявиться в любой точке земной поверхности в пределах границ Северного участка месторождения.

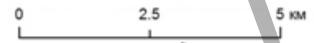
Таким образом, данный подход обеспечивает учет всех рисков известных на данном этапе изученности геологического строения Петриковского месторождения калийных солей, которые сопряжены с опасностью вредного влияния подземных горных разработок на сооружения и природные объекты, расположенные на земной поверхности.

Выполненные расчеты показали, что максимальное значение величины вероятного оседания (до 2,3 метра) будет получено в той части шахтного поля, где земная поверхность испытывает суммарное влияние подработки по слоям 1 и 2–3 пласта IV-п с применением столбовой системы разработки (рисунок 4).

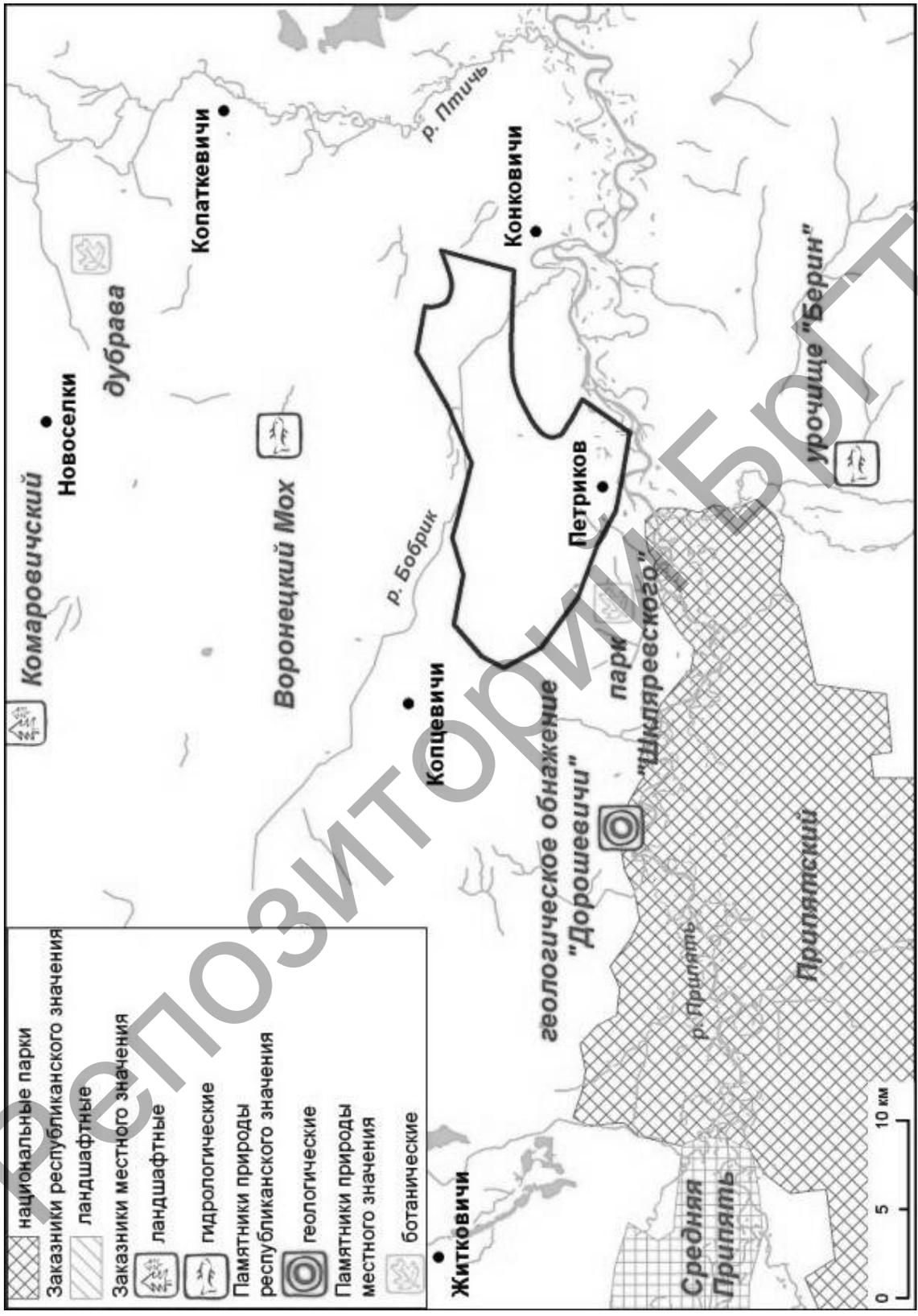
Оседания земной поверхности существенно повлияют на такие компоненты окружающей среды, как рельеф, поверхностные и подземные воды, земельные ресурсы, почвенный покров и т.п. Результатом оседания поверхности, кроме формирования зон подтопления и затопления территории грунтовыми водами, явится и расширение зоны паводка на реках Припять и Бобрик (см. рисунок 2).

В целом предполагается, что оседания затронут всю территорию участка в предполагаемых границах ведения горных работ, за исключением предохранительных целиков (см. рисунок 2). При этом наибольшие оседания прогнозируются в пределах водно-ледниковой и озерно-аллювиальной низин, а также аллювиальной долины в среднем и нижнем течении р. Бобрик. Затронутым данным процессом окажется и небольшой участок левобережной поймы р. Припять (около 3 км<sup>2</sup>). Русло реки и прирусловая пойма не попадают в зону оседания, здесь сохранится природный характер процессов. Восточнее г. Петриков оседания составят до 2,0 м (рисунок 5).





**Рисунок 2 – Рельеф и гидрографическая сеть исследуемой территории в естественных (а) и нарушенных эксплуатации месторождения (б) условиях**



**Рисунок 3** – Особо охораняемые природные территории в пределах Северного участка Петриковского месторождения калийных солей

### Прогноз изменения уровня грунтовых вод

Зона затопления, в пределах которой грунтовые воды окажутся на поверхности земли, занимает (в границе влияния подземных выработок на поверхность) 32,6 км<sup>2</sup>. Пространственно она представляет собой несколько площадных массивов, расположенных преимущественно в центральной части участка исследований. В основном, эти территории заняты землями под лесами (78,8 % зоны затопления) и под лугами (9,9 %). В данную зону попадают так же населенные пункты Першемай, Адаси, Средняя Рудня (см. рисунок 5).

Зона сильного подтопления (прогнозный уровень залегания грунтовых вод от 0,01 до 0,5 м от поверхности) оконтуривает участки зоны затопления. В границе влияния подземных выработок на поверхность ее площадь составляет 19,3 км<sup>2</sup>.

Зона умеренного подтопления (прогнозный уровень залегания грунтовых вод от 0,5 до 1,5 м от поверхности) имеет наибольшее распространение на участке влияния подземных выработок на поверхность. Ее площадь составляет 54,2 км<sup>2</sup>.

Зона слабого подтопления (прогнозный уровень залегания грунтовых вод от 1,5 до 2,5 м от поверхности) расположена преимущественно в краевой части участка влияния подземных выработок на земную поверхность. Она занимает 40,3 км<sup>2</sup>.

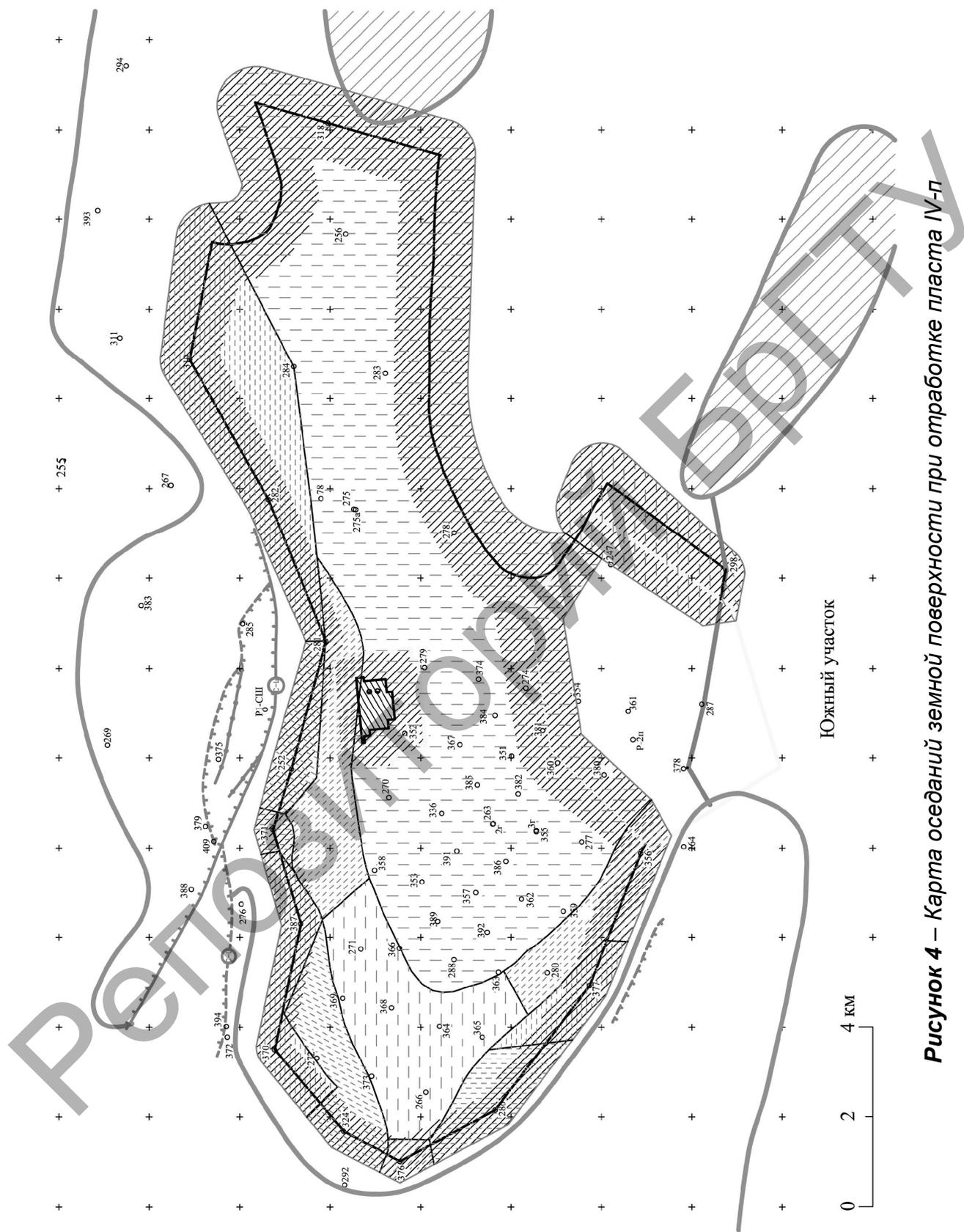
В зоне влияния подземных горных работ уровень грунтовых вод (УГВ) поднимется в среднем на 1,68 м, а максимальная величина подъема уровня составит 2,3 м.

Площади с различными интервалами глубин залегания УГВ представлены в таблице 1.

**Таблица 1 – Распределение площадей с различными интервалами глубин залегания УГВ**

Интервалы глубин залегания УГВ	Площадь, га	
	до поднятия УГВ	после поднятия УГВ
< 0 м	–	3238
0 – 1 м	22	5643
1 – 2 м	5119	4780
2 – 3 м	6534	1845
>3 м	4939	1108

В результате подъема уровня площадь с глубиной залегания УГВ более 2м уменьшится с 69,1 % до 17,8 %, причем участки с глубиной залегания 3–5 м исчезнут. Площадь с глубиной залегания УГВ менее 1 м увеличится с 0,1 % до 34,0 %, причем появится обширная территория (19,5 %), где УГВ поднимется выше поверхности земли (произойдет затопление). Общая площадь с глубиной УГВ 1–2 м практически не изменится (уменьшится от 30,8 % до 28,8%), т.к. произойдет ее перераспределение по территории влияния горных работ.



**Рисунок 4 – Карта оседаний земной поверхности при отработке пласта IV-п**

## Условные обозначения к рисунку 4

-  - граница развития калийного пласта IV-п Петриковского месторождения;
-  - граница Северного участка Петриковского месторождения;

 - площади отсутствия пласта IV-п;

Разрывные тектонические нарушения амплитудой менее 100 м по данным сейсмологических работ ОАО "Белгорхимпром" :

 - достоверные;

 - предполагаемые;

 - субрегиональный Северо-Шестовичский разлом;

 - зона осложнения сейсмического материала, предположительно связанная с разломом;

 - контуры предохранительных целиков под г. Петриков и промплощадку;

°<sub>352</sub> - скважина и ее номер;

 - граница зоны влияния подземной разработки на земную поверхность;

 - краевые участки, на которых вероятно уменьшение оседания земной поверхности до 0 м;

 - площади, на которых оседание земной поверхности составит 0,8 м;

 - площади, на которых оседание земной поверхности составит 1,0 м;

 - площади, на которых оседание земной поверхности составит 1,4 м;

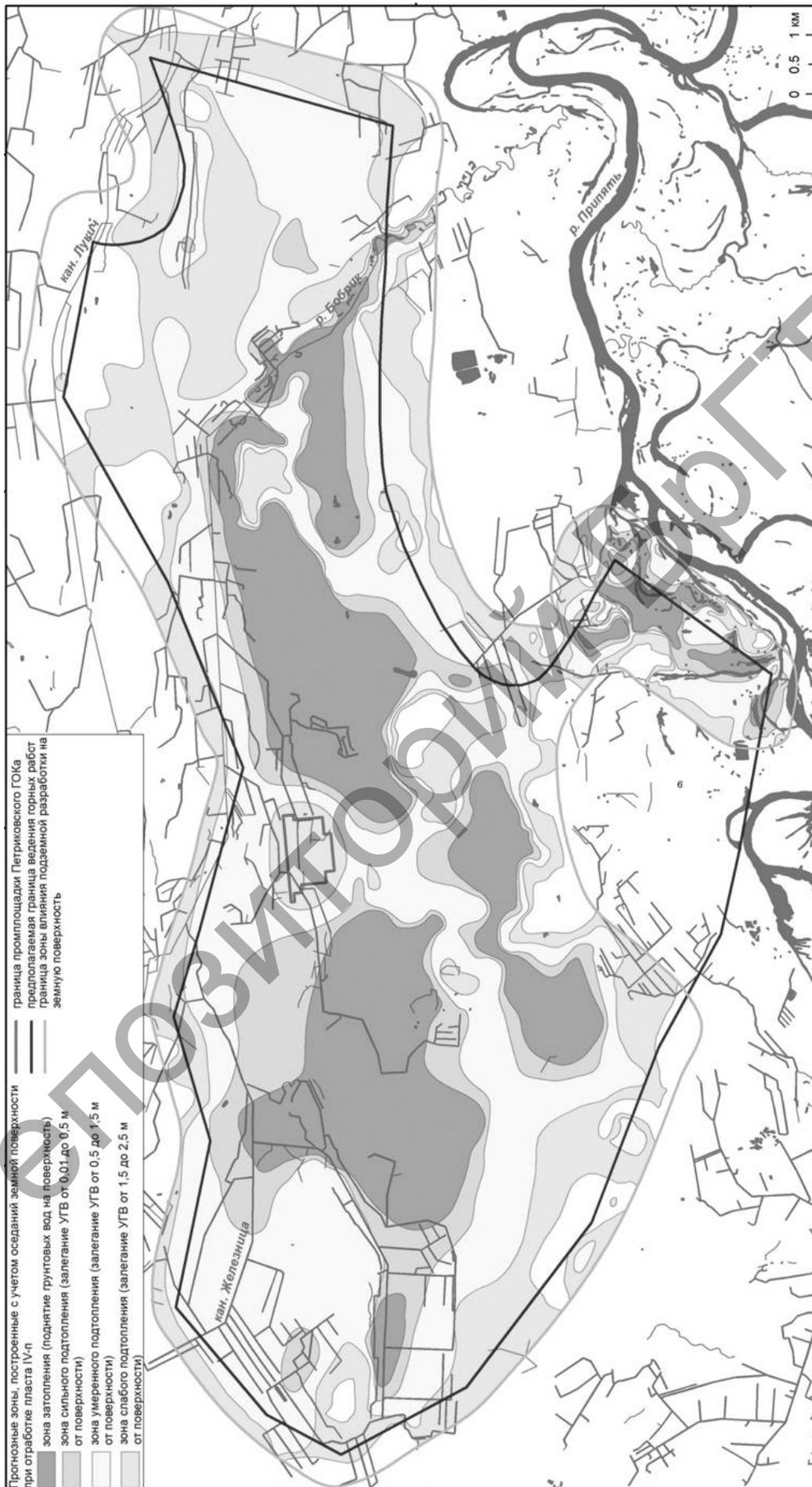
 - площади, на которых оседание земной поверхности составит 1,7 м;

 - площади, на которых оседание земной поверхности составит 2,0 м.

 - площади, на которых оседание земной поверхности составит 2,3 м.

 - промплощадка с шахтными стволами.

 - устанавливаемые границы очистной выемки (согласно контуру подсчета балансовых запасов по пласту IV-п).



**Рисунок 5 – Схематическая карта зон затопления и подтопления исследуемой территории в результате ведения горных работ**

### **Прогноз изменения продуктивности лесных и с/х фитоценозов**

Прогноз изменения продуктивности лесных фитоценозов и урожайности сельскохозяйственных культур на подрабатываемых территориях выполнен по методике Минприроды РБ [4, 5].

В зону влияния горных работ попадут площади соснового леса. Территория леса площадью 2564 га окажется полностью затопленной. На остальной территории произойдет уменьшение глубины залегания УГВ с 2,9 до 1,4 м, что приведет к уменьшению продуктивности сосны с 11,51 до 9,46 м<sup>3</sup>/га соответственно (на 2,05 м<sup>3</sup>/га). В результате на этой территории валовый прирост древесины сократится с 48903 до 40184 м<sup>3</sup> (на 8720 м<sup>3</sup>).

На урожайность различных сельхозкультур оказывают влияние грунтовые воды, расположенные на глубине не более 2–х метров. Причем наибольшее изменение урожайности, обусловленное изменением глубины залегания УГВ, происходит в интервале 0,4–1,2 м, а при изменении глубины залегания УГВ с 1,2 до 2,0 м урожайность остается постоянной и определяется типом почвы.

Под влиянием оседаний земной поверхности окажутся и пахотные и луговые земли.

Территория пашни площадью 68 га окажется полностью затопленной. На остальной территории пашни произойдет уменьшение глубины залегания УГВ с 2,0 до 0,7 м, что приведет к снижению урожайности зерновых с 29,11 до 25,77 ц/га (на 3,34 ц/га), а также к снижению урожайности картофеля с 191,89 до 179,17 ц/га (на 12,72 ц/га). В результате на этой территории ожидаемый урожай зерновых сократится с 21803 до 19298 ц (на 2505 ц), а картофеля – с 143726 до 134197 ц (на 9529 ц).

Полностью затопленными окажутся луговые земли общей площадью 324 га. На остальной территории лугов произойдет уменьшение глубины залегания УГВ с 2,2 до 0,7 м, что благоприятно скажется на условиях произрастания многолетних трав и приведет к увеличению их урожайности с 29,05 до 30,68 ц/га (на 1,63 ц/га). В результате на этой территории ожидаемый урожай многолетних трав увеличится с 26436 до 27922 ц (на 1487 ц).

### **Прогноз загрязнения подземных вод**

Еще одной важной задачей, решаемой при оценке влияния на окружающую среду разработки Петриковского месторождения, является определение масштабов загрязнения подземных вод, возникающего в процессе производственной деятельности.

В границах Северного участка возможными источниками загрязнения подземных вод являются солеотвал, шламохранилище и промплощадка Петриковского ГОК. Режим эксплуатации этих объектов предусматривает защитные сооружения, препятствующие распространению загрязнения в окружающей среде. Однако в случае аварийной ситуации функционирование защитных сооружений может быть нарушено, и тогда начнется поступление загрязненных стоков в подземные водоносные горизонты.

Прогноз миграции загрязнения в подземных водах для случая аварийной утечки выполнен методом численного моделирования [6].

Прогнозный ареал загрязнения подземных вод хлоридами (на 25 лет) показан на рисунке 6. Протяженность пятна загрязнения с юго-запада на северо-восток составит 3,8 км, а с северо-запада на юго-восток – 1,7 км.

Расчетное значение выноса хлоридов подземным потоком в реку Бобрик за 25 лет составит 57 кг.

Для защиты подземных вод от негативного влияния загрязнителей необходимо предусмотреть не только тщательное экранирование ложа солевотвала, шламохранилища и поверхности промплощадки водонепроницаемыми покрытиями, но и создание системы локального мониторинга за состоянием подземных вод. Вблизи объектов-загрязнителей по направлению потока подземных вод размещается сеть наблюдательных скважин для ведения стационарных гидрохимических исследований за расходом фильтрующихся вод (рассолов) и концентрацией в них загрязненного вещества.

### **Заключение**

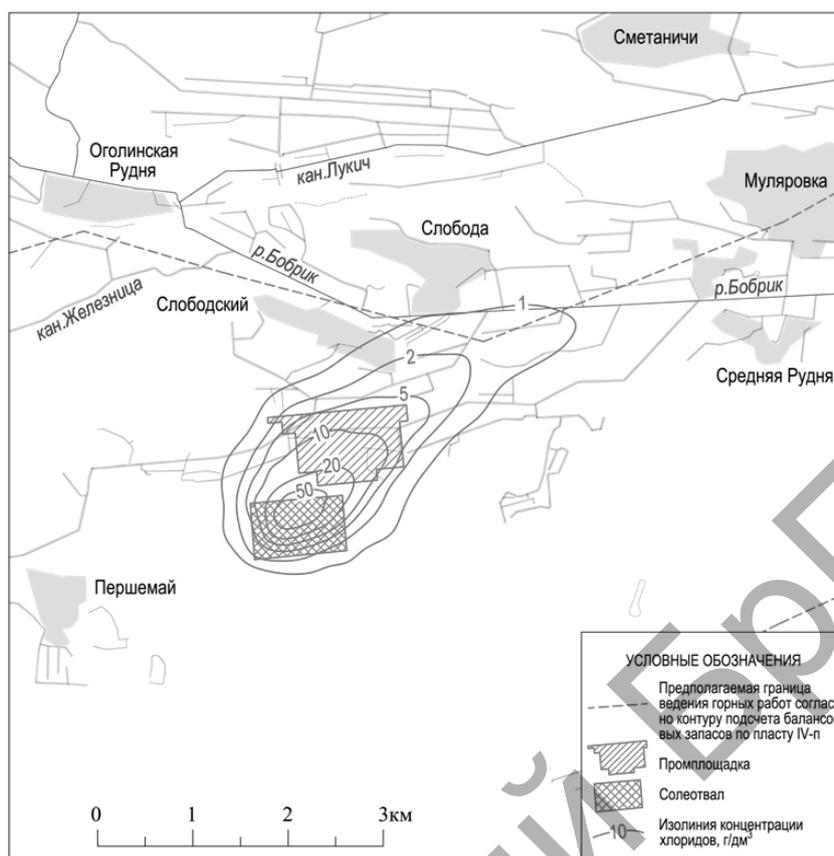
Отработка Северного участка Петриковского месторождения займет порядка 50–80 лет, и оседания поверхности будут проявляться ежегодно на очень ограниченной площади (~3 км<sup>2</sup>).

Результатом отработки Петриковского месторождения калийных солей будет существенное увеличение площадей затопления и подтопления, что потребует корректировки сельскохозяйственной и лесохозяйственной деятельности. Однако это увеличение площадей будет происходить медленно и на небольшой площади (не более 1–2% в год), что позволит природным комплексам постепенно адаптироваться к новым условиям.

На установленных по результатам прогноза зонах затопления и сильного подтопления грунтовыми водами и затопления паводковыми водами разработана система инженерной защиты территории и выполнено обоснование необходимости создания сети наблюдательных скважин для проведения мониторинга подземных вод (контроль за уровнем режимом грунтовых вод и принятие своевременных решений по предотвращению подтопления земель, участвующих в сельскохозяйственном использовании, застройке и др.). Еще одним перспективным способом, уменьшающим оседания земной поверхности под влиянием горных работ, следует считать закладку выработанного пространства пустой породой или отходами обогащения.

Среди основных решений по организации землепользования в пределах зон затопления и сильного подтопления будет предусмотрен постепенный перевод пахотных земель в луговые, а луговых (при необходимости) – в земли под древесно-кустарниковой растительностью. Также следует оптимизировать сеть расселения на участке ведения горных работ, возможно, выполнив при этом незначительное отселение населения из зон возможного затопления грунтовыми водами.

Существенным элементом экологической безопасности вовлечения в отработку запасов Северного участка Петриковского месторождения является реализация системы инженерной защиты территории от подтопления и создание оптимальной сети локального мониторинга.



**Рисунок 6 – Прогнозная схема распределения хлоридов в подземных водах в аварийной ситуации**

### Список литературы

1. Якушко, О.Ф. Геоморфология Беларуси / О. Ф. Якушко, Л. В. Марьина, Ю. Н. Емельянов. – Мн.: БГУ, 2000. – 173 с.
2. Марцинкевич, Г. И. Ландшафтоведение: пособие / Г. И. Марцинкевич. – Мн.: БГУ, 2005. – 200 с.
3. Нацыянальны атлас Беларусі: атлас / пад рэд. М. У. Мясніковіча; Камітэт па зямельных рэсурсах, геадэзіі і картаграфіі пры Савеце Міністраў Рэспублікі Беларусь. – Мінск : Мінская друк. фабрыка, 2002. – 292 с.
4. Русаленко, А.И. Расчет продуктивности и таксовой стоимости древесины лесобразующих пород Беларуси / А.И. Русаленко // Многофункциональная автоматизированная система моделирования движения подземных вод и оценки влияния их отбора на окружающую среду. – Мн.: ЦНИИКИВР, 1999. – С. 94–100.
5. Мееровский, А.С. Расчет изменения продуктивности почв и урожайности основных сельскохозяйственных культур в зависимости от изменения уровня грунтовых вод / А. С. Мееровский, Л. М. Ярошевич // Многофункциональная автоматизированная система моделирования движения подземных вод и оценки влияния их отбора на окружающую среду. – Мн.: ЦНИИКИВР, 1999. – С. 101–107.
6. Smychnik A., Hrechka A., Zlebava A., Lemeshevsky S., Bahadziash A. And Kabak V. Software for groundwater modeling MAS-2000 // Mathematical Modelling and Analysis 2005. Pages 1–19. Proceedings of the 10th International Conference MMA2005&CMAM2, Trakai, 2005 Technika ISBN 9986–05–924–0.