

Лаврик М.О.

Павличенко А.В., канд. биол. наук, доцент
(ГВУЗ “НГУ”)

**АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И СТЕПЕНИ
ЗАСОЛЕНИЯ ПОЧВ В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОГО ДОНБАССА**

Лаврик М.О.

Павличенко А.В., канд. біол. наук, доцент
(ДВНЗ “НГУ”)

**АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ТА СТУПЕНЯ ЗАСОЛЕННЯ
ГРУНТІВ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ДОНБАСУ**

Lavrik M.O.

Pavlichenko A.V., Ph.D. (Biol.), Senior Lecturer
(SHEI “NMU”)

**ANALYSIS OF ECOLOGICAL CONDITION AND RATE OF SALINITY OF
SOILS IN WESTERN DONBASS**

Аннотация. Одним из главных негативных последствий функционирования угледобывающих предприятий является комплексное воздействие на почвенные системы. Поэтому возникает необходимость изучения причин и последствий нарушения почв в угледобывающих регионах для своевременной разработки и внедрения почвоохранных мероприятий.

В статье проанализированы причины и последствия нарушения почв в угледобывающих регионах Украины. Выявлены приоритетные факторы, активизирующие процессы засоления почв в районах функционирования угольных шахт. Обоснована схема отбора образцов почв на территориях размещения прудов-накопителей шахтных вод. Выполнен качественный и количественный анализ солевого состава почв. Определено содержание тяжелых металлов в исследуемых почвах. Установлено экологическое состояние, тип и степень засоления почв в районах размещения прудов-накопителей шахтных вод. Предложены мероприятия по уменьшению экологической опасности вторичного засоления почв в районах угледобычи.

Ключевые слова: угледобывающие предприятия, шахтные воды, засоление почв.

Введение. Интенсивная добыча угля на территории Украины сопровождается комплексным негативным влиянием на состояние атмосферного воздуха, водные объекты и почвенные системы. Геомеханические нарушения, возникающие при добыче угля, приводят к изменению рельефа местности, нарушению геологической структуры массива горных пород и в конечном результате к механическому повреждению почв [1, 2]. Изменение уровня залегания и степени загрязнения водоносных горизонтов, проседание и заболачивание земель могут стать причиной засоления почв [3, 4]. Кроме того, почвы могут терять свое качество в результате поступления загрязняющих веществ выбрасываемых

шахтными котельными, а также в результате пыления и горения породных отвалов [5].

Влияние угледобывающих предприятий вызывает ухудшение качества почв и потерю их плодородия на значительных территориях. В результате анализа карты деградации почв выявлено, что в угледобывающих районах Украины наблюдаются высокие уровни нарушения и деградации почв [6]. Поэтому возникает необходимость идентификации факторов негативного влияния угледобывающих предприятий на почвенные системы и разработка высокоэффективных почвоохранных мероприятий.

Теоретическая часть. Значительный вклад в решение проблемы восстановления нарушенных почв, а также изучение процессов вторичного засоления почв внесли следующие ученые: Т.Н. Хрусова, И.К. Срибный, С.М. Свидерская, В.В. Колесников, Б.В. Буркинский, Т.П. Галушкина, С.И. Дорогунцов и др. При этом, особое внимание в их работах уделяется изучению процессов нарушения почв при сельскохозяйственном использовании земель. В тоже время, проблема негативного влияния угледобывающих предприятий на экологическое состояние и степень вторичного засоления почв изучена недостаточно. Необходимо учитывать то, что горнодобывающие предприятия могут оказывать не только прямое, но и косвенное влияние на почвы.

В результате добычи угля подземным способом возникают следующие факторы, оказывающие, как прямое, так и косвенное негативное воздействие на экологическое состояние почв:

- нарушение целостности и увеличение трещиноватости горного массива над выработанным шахтным пространством;
- повышение уровня залегания подземных вод и степени их минерализации;
- затопление и заболачивание территорий;
- изменение гидрогеологического режима в районах угледобычи;
- сброс в поверхностные водоемы недостаточно очищенных шахтных вод;
- инфильтрация шахтных вод из прудов-накопителей;
- загрязнение объектов окружающей среды в результате размещения отходов угледобычи и т.д.

В настоящее время в Западном Донбассе эксплуатируется 4 пруда-накопителя, которые созданы для аккумуляции шахтных вод до момента их сброса в речную сеть. Пруды-накопители в основном расположены в глубоких эрозионных врезках, с суглинками в основании мощностью 8-25 м и коэффициентом фильтрации 1-3 м/сут. При этом происходит постоянная инфильтрация шахтных вод и загрязнение подземных и поверхностных вод, что может инициировать дальнейшее засоление почв.

Шахтные воды, откачиваемые из глубинных горизонтов, зачастую содержат повышенные концентрации тяжелых металлов, которые при переходе в почвенные комплексы могут приводить к разрушению их структуры, снижению водопроницаемости на фоне ухудшения водно-воздушного режима, увеличению рН, росту количества сульфатов, уменьшению биологической активности и т.д. [4, 5, 7, 8]. Кроме того, для комплексной оценки экологического состоя-

ния почв целесообразным является определение показателя рН почвы, поскольку он влияет на растворимость токсичных веществ, микробиологическую активность почв, а также их катионнообменную емкость [7, 8].

Установление механизмов засоления почв позволит выявить особенности накопления солей в почве под воздействием техногенных водоемов и соответственно разработать наиболее оптимальные и эффективные природоохранные мероприятия.

Цель работы заключается в выявлении причин и последствий засоления почв на территории Западного Донбасса.

Для достижения цели были сформулированы следующие задачи:

- оценить качественный и количественный состав почв отобранных на разных расстояниях от пруда-накопителя шахтных вод;
- охарактеризовать экологическое состояние и уровни засоления исследуемых почв;
- установить закономерности изменения экологического состояния почв в зависимости от расстояния до пруда-накопителя шахтных вод;
- обосновать комплекс почвоохранных мероприятий позволяющих снизить негативное влияние процессов угледобычи на почвы.

Экспериментальная часть. Для изучения процессов вторичного засоления почв была выбрана территория, прилегающая к пруду-накопителю шахтных вод расположенного в балке Косьминная. Пробы почв отбирали на расстоянии 100, 500, 1000, 1500 и 2000 м от пруда-накопителя в четырех направлениях света. В отобранных пробах было определено содержание водорастворимых солей, тяжелых металлов и гумуса.

Результаты химического анализа содержания водорастворимых солей в исследуемых почвах приведены в табл. 1.

Таблица 1 - Химический состав водорастворимых солей в почве вокруг пруда-накопителя шахтных вод в б. Косьминная (в числителе - мг-экв. на 100 г, в знаменателе - %)

Расстояние, м	Σ солей, %	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	Гумус, %	рН
100	0,19	$\frac{0,4}{0,0244}$	$\frac{0,2}{0,0072}$	$\frac{2,1}{0,1008}$	$\frac{1,4}{0,0280}$	$\frac{0,9}{0,0108}$	$\frac{0,4}{0,0093}$	0,0243	8,4
500	0,17	$\frac{0,4}{0,0244}$	$\frac{0,2}{0,0072}$	$\frac{1,9}{0,0912}$	$\frac{1,0}{0,0200}$	$\frac{0,8}{0,0096}$	$\frac{0,7}{0,0163}$	0,0408	8,3
1000	0,20	$\frac{0,3}{0,0183}$	$\frac{0,2}{0,0072}$	$\frac{2,4}{0,1200}$	$\frac{1,3}{0,0260}$	$\frac{0,7}{0,0084}$	$\frac{0,9}{0,0210}$	0,0315	8,4
1500	0,22	$\frac{0,4}{0,0244}$	$\frac{0,3}{0,0108}$	$\frac{2,5}{0,1224}$	$\frac{1,3}{0,0260}$	$\frac{0,8}{0,0096}$	$\frac{1,1}{0,0256}$	0,0284	8,5
2000	0,25	$\frac{0,4}{0,0244}$	$\frac{0,2}{0,0072}$	$\frac{3,1}{0,1488}$	$\frac{2,0}{0,0400}$	$\frac{1,0}{0,0120}$	$\frac{0,7}{0,0163}$	0,0191	8,5

Анализ результатов табл. 1 выявил, что суммарный показатель засоленности почв варьирует в пределах от 0,19 до 0,25 %. На расстоянии 100 м от пруда-накопителя выявлен сульфатно-гидрокарбонатный тип засоления, а на расстоя-

нии 500-2000 м установлено устойчивое сульфатное засоление почвенного покрова. В зависимости от концентрации хлор-ионов, степень засоления почв на расстоянии 100; 1000; 1500 и 2000 м оценивается как слабозасоленная, а на расстоянии 500 м как незасоленная. По содержанию сульфат-ионов все пробы почв оценены как средnezасоленные. Что касается показателя рН почвы, то он находится в диапазоне 8,3-8,5, а содержание гумуса изменяется от 0,0191 до 0,0408 %.

Результаты оценки концентрации подвижных форм тяжелых металлов в исследуемых образцах почв приведены в табл. 2.

Таблица 2 – Концентрация тяжелых металлов в почвах, мг/кг сухого веса

Тяжелые металлы	Расстояние до пруда-накопителя, м					ПДК
	100	500	1000	1500	2000	
Mn	78,96	79,88	57,99	63,06	51,66	140
Zn	1,87	1,22	0,82	1,71	1,03	23
Cu	0,14	0,07	0,10	0,30	0,05	3
Ni	1,58	1,49	1,71	1,76	1,47	4
Pb	3,87	2,94	2,72	3,32	3,39	30
Co	0,35	0,48	0,43	0,83	0,55	5
Cd	0,05	0,05	0,06	0,11	0,09	5

Анализ данных табл. 2 показал, что концентрации контролируемых металлов не превышают предельно-допустимые концентрации. Наибольшие концентрации исследуемых металлов выявлены на расстоянии 100 и 1500 м. Следует отметить, что для *Mn* выявлено уменьшение его концентрации в почвах по мере удаления от пруда-накопителя. По остальным металлам таких закономерностей не обнаружено.

В результате сопоставления полученных данных установлено, что на засоленных почвах наблюдаются повышение показателя рН. Следует отметить, что при показателе рН > 8,4 могут формироваться неблагоприятные физические условия, затрудняется фильтрация и возможно растворение органических веществ почв (гумуса). На рис. 1 приведена зависимость, характеризующая изменение содержания солей в почвах от показателя рН. Анализ полученной зависимости выявил, что суммарный показатель засоления почв увеличивается при повышении показателя рН почв.

Зависимость изменения содержания гумуса от показателя рН приведены на рис. 2, в результате анализа которого установлено, что при увеличении значения рН происходит снижение содержания гумуса в почвах. Следует отметить, что полученная зависимость является адекватной в диапазоне рН от 8,3 до 8,5.

На рис. 3 приведена зависимость изменения содержания гумуса в почве от степени их засоления. Анализ полученной закономерности выявил, что при повышении уровня засоления почв снижается содержание в них гумуса и соответственно ухудшается их плодородие.

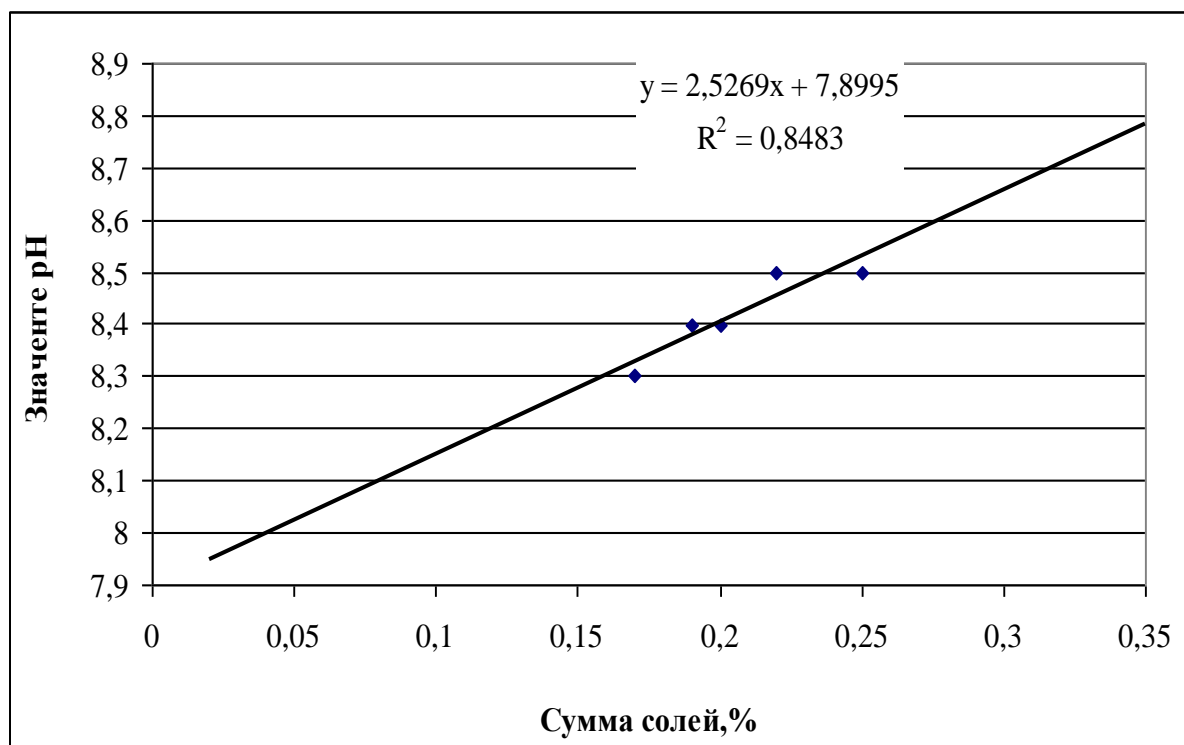


Рис. 1 – График зависимости уровня засоления почв от показателя pH почвенной среды

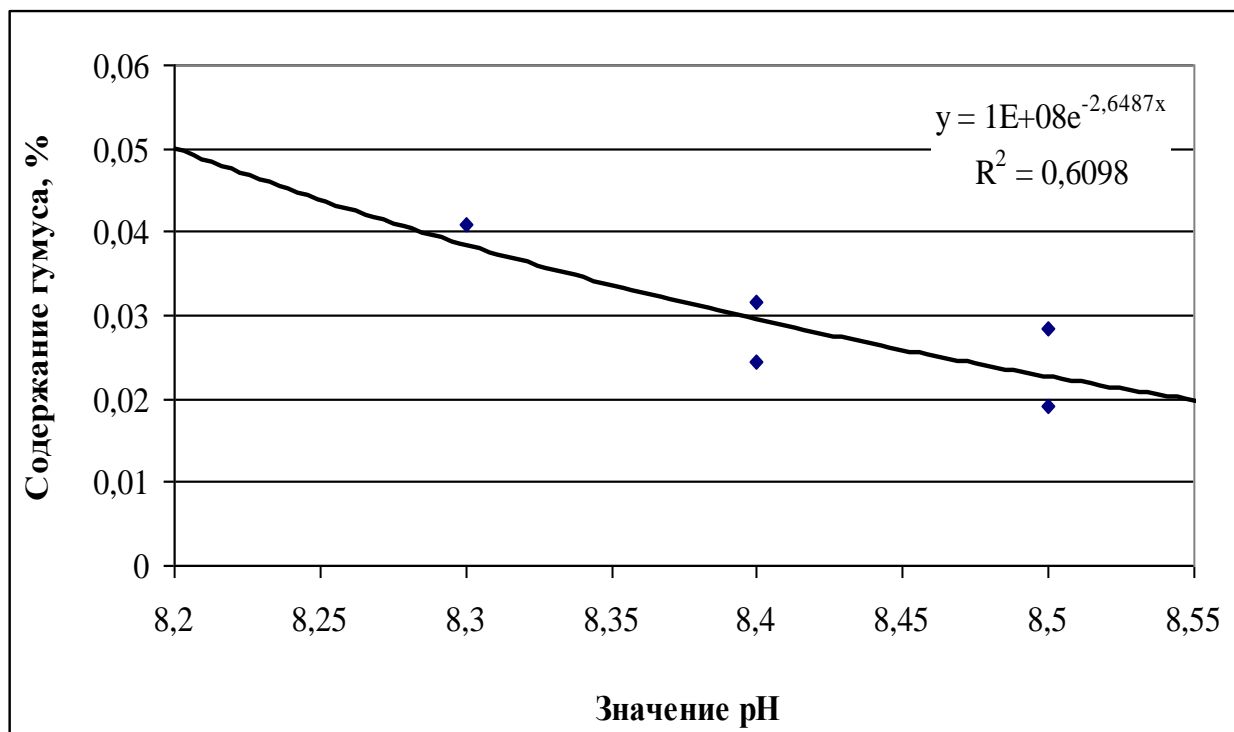


Рис. 2 – График зависимости содержания гумуса в почвах от показателя pH почвенной среды

Таким образом, полученные закономерности позволяют прогнозировать возможные изменения основных показателей характеризующих экологическое состояние и плодородие почв.

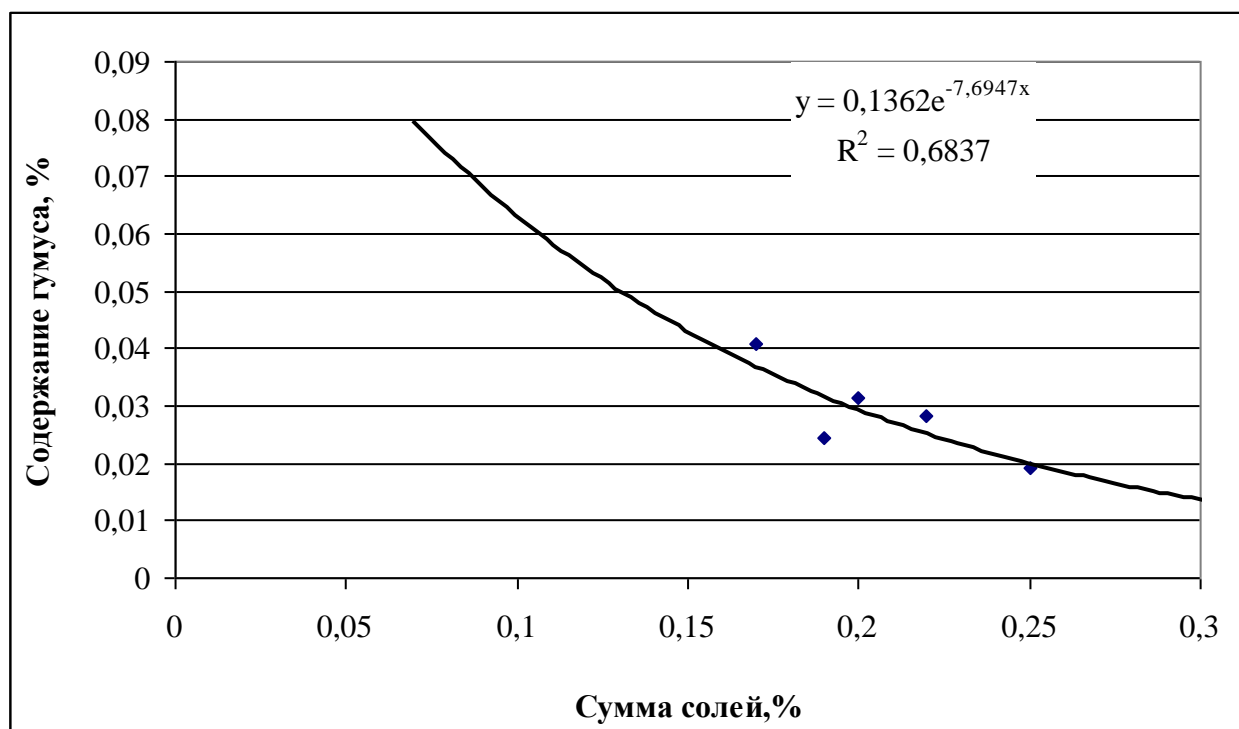


Рис. 3 – График зависимости изменения содержания гумуса в почвах от степени их засоления

В связи с тем, что исследуемые почвы относятся к слабо- и среднесоленым, рекомендуется проведение следующих природоохранных мероприятий:

- закладка выработанного пространства шахт для предотвращения проседания и заболачивания земель;
- повышение эффективности очистки шахтных вод;
- реконструкция прудов-накопителей;
- фиторемедиация загрязненных и засоленных земель;
- проведение мониторинговых исследований экологического состояния и степени засоления почв.

Выводы. В результате проведенных исследований установлены особенности и характер засоления почв находящихся в зоне влияния прудов-накопителей шахтных вод. Выявленные закономерности позволяют проводить оперативную оценку степени засоления почв, а также обосновывать и внедрять высокоэффективные мероприятий, позволяющие улучшить экологическое состояние почв в угледобывающих регионах Украины.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Зубова, Л.Г., Воздействие горнодобывающей промышленности на подземные и поверхностные воды Донбасса / Л.Г. Зубова, И.В. Бабич // Зб. наук. праць Луганського сільськогосподарського інституту. – Луганськ, 1999, Вип. 4 (11). – С. 47 – 50.
2. Долгова, Т.І. Екологічна безпека ґрунтів у гірничодобувних районах: Монографія / Т.І. Долгова. – Д.: Національний гірничий університет, 2009. – 270 с.
3. Євграшкіна, Г.П. Вплив гірничо-видобувної промисловості на гідрогеологічні та ґрунтово-меліоративні умови територій / Г.П. Євграшкіна. – Дніпропетровськ: Видавництво «Моноліт», 2003. – 200 с.
4. Gorova, A. The investigation of coal mines influence on ecological state of surface water bodies / A. Gorova, A. Pavlychenko, S. Kulyna, O. Shkremetko // Mining of Mineral Deposits. Leiden, The Netherlands : CRC Press / Balkema, 2013. – pp.303-305.
5. Кроїк, Г.А. Токсикологічні аспекти накопичення та розподілу важких металів у ґрунтах промислових агломерацій / Г.А. Кроїк // Матеріали VI научної конференції «Біорізномобразие и роль животных в экосистемах». – Дніпропетровськ, 2011 – С. 15-18.
6. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2011 році. – Київ: Міністерство екології та природних ресурсів України, LAT & K., 2012. – 258 с.
7. Федотова, А. В. Некоторые аспекты теоретических и методических подходов к количественной оценке физического состояния засоленных почв / А. В. Федотова, А. П. Сорокин, М. Р. Резаков [и др.] // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2009. – Спецвыпуск. – С. 385–387.
8. Каррыев, Б.Б. Оценка экологического состояния почвы. Практическое руководство / Б.Б. Каррыев, А.Г. Муравьев, А.Р. Ляндзберг. – СПб: "КРИСМАС+", 2008. – 216 с.

REFERENCES

1. Zubova, L.G. and Babich, I.V (1999), “The Impact of Mining on Groundwater and Surface Water of Donbass”, *Zbirnyk naufovyyh prats Luhanskoho silskohospodarskoho instytutu*, Vol. 4 (11), pp. 47-50.
2. Dolgova, T.I. (2009), *Ekolohichna bezpeka Gruntiv u hirnichodobuvnyh raionah* [A comprehensive assessment of soils condition in mining areas and forecast the impact of their industrial transformation], NMU, Dnepropetrovsk, Ukraine.
3. Yevhrashkina, H.P. (2003), *Vplyv hirnychodobuvnoi promyslovosti yna hidroheologichni ta gruntovomelioratyvni umovy terytorii* [The Influence of Mining Industry on Hydrogeological and Soils Condition of the Territory], Monolit, Dnipropetrovsk, Ukraine.
4. Gorova, A., Pavlychenko, A., Kulyna, S.L. and Shkremetko, O.L. (2013), “The investigation of coal mines influence on ecological state of surface water bodies”, *Mining of Mineral Deposits*. Leiden, The Netherlands : CRC Press / Balkema, pp.303-305.
5. Kroik, A.A. (2011), “Toxicological aspects of the accumulation and distribution of heavy metals in soils of industrial agglomerations”, *Proc. of the VI scientific conference “Biodiversity and the role of animals in ecosystems”*, pp. 15-18.
6. Ukraine Ministry of Ecology and Natural resources (2012), *Natsionalna dopovid pro stan navkolishnoho pryrodnoho seredovischa v Ukraini u 2011 roci* [The National Report about the State of Environment in Ukraine in 2011], LAT & K, P., Kyiv, Ukraine.
7. Fedotova, A.V., Sorokin, A.P., Rezakov, M.R., Starodubov, A.A. and Frolova, V.A. (2009), “Some aspects of the theoretical and methodological approaches to measuring the physical condition of saline soils”, *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of the Orenburg State University], October, special issue, Orenburg, Russia.
8. Karryev, B.B., Muravev, A.G. and Lyandzberg, A.R. (2008), *Ocenka ekologicheskogo sostoyaniya pochvy. Prakticheskoe rukovodstvo* [Assessing the environmental status of the soil. How to.], “KRISMAS+”, St. Petersburg, Russia.

Об авторах

Лаврик Мария Олеговна, аспирант кафедры экологии, Государственное высшее учебное заведение “Национальный горный университет” (ГБУЗ “НГУ”), Днепропетровск, Украина, masha-lavrik@yandex.ru

Павличенко Артем Владимирович, кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры эко-

логии, Государственное высшее учебное заведение “Национальный горный университет” (ГБУЗ “НГУ”), Днепропетровск, Украина, kafedra_ecology@ukr.net

About the authors

Lavrik Mariia Olegovna, Doctoral Student of Ecology Department, State Higher Educational Institution “National Mining University” (SHEI “NMU”), Dnepropetrovsk, Ukraine, masha-lavrik@yandex.ru

Pavlichenko Artem Vladimirovich, Candidate of Biological Sciences, Senior Lecturer, Associate Professor of Ecology Department, State Higher Educational Institution “National Mining University”, (SHEI “NMU”), Dnipropetrovs’k, Ukraine, kafedra_ecology@ukr.net

Анотація. Одним з головних негативних наслідків функціонування вугледобувних підприємств є комплексний вплив на ґрунтові системи. Тому виникає необхідність вивчення причин і наслідків порушення ґрунтів у вуглевидобувних регіонах для своєчасної розробки і впровадження ґрунтоохоронних заходів.

У статті проаналізовано причини і наслідки порушення ґрунтів у вуглевидобувних регіонах України. Виявлено пріоритетні чинники, що активізують процеси засолення ґрунтів в районах функціонування вугільних шахт. Обґрунтована схема відбору зразків ґрунтів на територіях розміщення ставків-накопичувачів шахтних вод. Виконаний якісний і кількісний аналіз сольового складу ґрунтів. Визначено вміст важких металів у досліджуваних ґрунтах. Встановлено екологічний стан, тип і ступінь засолення ґрунтів в районах розміщення ставків-накопичувачів шахтних вод. Запропоновано заходи щодо зменшення екологічної небезпеки вторинного засолення ґрунтів в районах вуглевидобутку.

Ключові слова: вугледобувні підприємства, шахтні води, засолення ґрунтів.

Abstract. Complex effect on the soil system is one of the main negative effects of coal mine operation. Therefore there is a need to study causes and effects of soil disturbance in the coal-mining regions for the timely development and implementation of conservation efforts.

The paper analyzes the causes and effects of such soil disturbance in the coal-mining regions of Ukraine. Priority factors that intensify processes of soil salinity in areas of coal mines operation are identified. A scheme of soil sampling in areas of mine water storage ponds is grounded. Salt content in the soil is analyzed by quality and quantity. Content of heavy metals in the soils is studied. Ecological state, type and degree of soil salinity in areas of ponds of mine water storage are presented. Measures are proposed to reduce environmental hazard caused by secondary salinization of soils in areas of coal mining.

Keywords: coal mines, mine water, soil salinization.

*Статья поступила в редакцию 19.09.2013
Рекомендовано к публикации д.т.н., проф. В.Е. Колесником*