

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ
ЛЬВІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

БОСАК ПАВЛО ВОЛОДИМИРОВИЧ

УДК 574.24+628.315.23+628.357.4

ДИСЕРТАЦІЯ

**ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА СТІЧНИХ ВОД ПОРОДНИХ ВІДВАЛІВ
ВУГІЛЬНИХ ШАХТ НОВОВОЛИНСЬКОГО
ГІРНИЧОПРОМИСЛОВОГО РАЙОНУ**

спеціальність 21.06.01 – екологічна безпека, галузь знань 101 – екологія

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

Дисертація містить результати власних досліджень.

Використання ідей, результатів і текстів інших авторів

мають посилання на відповідне джерело

_____ П. В. Босак

Науковий керівник:

Попович Василь Васильович

доктор технічних наук, доцент

Львів 2021

АНОТАЦІЯ

Босак П.В. Екологічна безпека стічних вод породних відвалів вугільних шахт Нововолинського гірничопромислового району. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.01 «Екологічна безпека» (101 «Екологія»). – Львівський державний університет безпеки життєдіяльності Державної служби України з надзвичайних ситуацій, Львів, 2021.

Дисертаційна робота присвячена дослідженням підтериконових стічних вод з породних відвалах вугільних шахт Нововолинського гірничопромислового району, аналізу системи заходів з метою підвищення екологічної безпеки гірничопромислового комплексу на довкілля.

Встановлення рівнів екологічної небезпеки стічної води з відвалів вугільних шахт, дослідження сезонної динаміки вмісту важких металів у стічних водах териконів, проектування та розрахунок інженерної споруди біоплато дозволять запровадити новітні форми очищення стічних вод з відвалів вугільних шахт та сприятимуть підвищенню екологічної безпеки регіону.

У результаті проведених досліджень проб води зафіксовано перевищення вмісту солей амонію. Як відомо, головна небезпека забруднення гідросфери солями амонію полягає у перенасиченні води амоніаком. Вміст амонійних солей вище 0,1 мг/дм³ свідчить про свіже забруднення води, адже аміак є першою сполукою, що утворюється при розкладі органічних нітрогеновмісних речовин. Одночасна наявність у пробах води амоніаку, нітритів та нітратів, сульфатів, гідркарбонатів свідчить про значну забрудненість підтериконових стічних вод через окиснення породи у відвалі та її вимивання водою. Підвищення в пробах води вмісту нітритів та нітратів без виявлення амоніаку свідчить про ізоляцію джерела забруднення. Аналізуючи стан екологічної безпеки в результаті розливання стічних вод з технологічних відвалів шахт №: 2, 4, 9 Нововолинського гірничопромислового району слід відзначити, що на сьогодні зливово каналізація на досліджуваних шахтах немає, тому дощові води з поверхонь породних відвалів та промислових майданчиків стихійно стікають у

низовини на місцевості та концентруються мінеральними солями. Відомо, що для шахт цього району властиві значні водопріпливи в головні та підготовчі гірничі виробки, тому утворені стоки по периметру існуючих відвалів забирають водовідвідними канавами.

Встановлено причини та наслідки зростання рівня екологічної небезпеки у гірничопромислових комплексах; сезонну динаміку вмісту хімічних речовин в підтериконових стічних водах з шахтних териконів; вміст важких металів у стічних водах та рослинності; запропонований науково обґрунтований розрахунок біологічних ставок для очистки стічних вод та заходи подолання негативного впливу техногенного забруднення стічних вод на біоту; за допомогою ГІС-проекту “*Open Environment*” здійснено аналіз якості водних об’єктів досліджуваного регіону. Геоінформаційна інтерактивна карта побудована на базі статистичних даних Державного агентства водних ресурсів України та даних супутникових спостережень. Показники якості води підтверджують той факт, що поряд із вітровою ерозією териконів, дослідженню якої присвячена велика кількість наукових робіт, гостро стоїть питання саме водної ерозії териконів, яка призводить до вимивання токсичних поллютантів і забруднення ними ґрунту та підґрунтових вод, поширюючись із підтериконовими водами на значні відстані прилеглих територій, зокрема на поверхневі води р. Західний Буг.

Ключові слова: екологічна безпека, екологічна небезпека, відвали вугільних шахт, терикони, підтериконові стічні води, гірничопромислові комплекси, біоплато.

Список публікацій здобувача:

Статті у наукових фахових виданнях, які індексуються міжнародною наукометричною базою Scopus:

1. **Bosak P.**, Popovych V., Stepova K. & Marutyak S. Features of seasonal dynamics of hazardous constituents in wastewater from colliery spoil heaps of Novovolynsk mining area. News of the National academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Geology and Technical Sciences. 2020. 5. 443. 39-46. <https://doi.org/10.32014/2020.2518-170X.102>.
2. **Bosak P.**, Popovych V., Stepova K. & Dudyn R. Environmental impact and toxicological properties of mine dumps of the Lviv-Volyn coal basin. News of the National academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Geology and Technical Sciences. 2020. 2. 440. 48-54. <https://doi.org/10.32014/2020.2518-170X.30>.
3. **Bosak P.**, Popovych V. Radiation-ecological monitoring of coal mines of Novovolynsk mining area. News of the National academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Geology and Technical Sciences. 2019. 5. 437. 132-137. <https://doi.org/10.32014/2019.2518-170X.134>.
4. Popovych V., Stepova K., Voloshchyn V. & **Bosak P.** Physico-Chemical Properties of Soils in Lviv Volyn Coal Basin Area. E3S Web Conference. IVth International Innovative Mining Symposium. 2019. 105, 02002. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201910502002>.

Статті у наукових фахових виданнях України:

5. **Босак П. В.**, Попович В. В., Піндер В. Ф., Стокалюк О. В. Температура займання та самозаймання найпоширеніших деревних порід териконів. Науковий вісник НЛТУ України. 2020. 30, 5. 53-58 <https://doi.org/10.36930/40300509>.

Особистий внесок – розрахунок параметрів температури самозаймання та займання деревних порід на шахтних териконах.

6. **Босак П. В.**, Попович В. В. Еко-геоінформаційна технологія захисту довкілля від підтериконових вод Нововолинського гірничопромислового

району. Науково-практичний журнал Екологічні науки. 2020. 4 (31). 96-102.
<https://doi.org/10.32846/2306-9716/2020.eco.4-31.14>.

Особистий внесок – аналіз захисту довкілля від підтериконових вод Нововолинського гірничопромислового району.

7. **Босак П. В.**, Стокалюк О. В., Корольова О. Г., Попович В. В. Управління екологічною безпекою у проектах розвитку гірничопромислових комплексів. Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності. 2020. 22. 5-11. <https://doi.org/10.32447/20784643.22.2020.01>.

Особистий внесок – статистичний аналіз управління екологічною безпекою у гірничопромислових комплексах.

8. **Босак П. В.** Фізико-хімічні властивості стічних вод з технологічних відвалів Нововолинського гірничопромислового району. Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності. 2018. 18. 117–124.
<https://doi.org/10.32447/20784643.18.2018.13>

Публікації апробаційного характеру:

1. **Босак П. В.**, Попович В. В., Стокалюк О.В. Фітотоксичність териконів Львівсько-Волинського вугільного басейну. Міжнародний науковий симпозіум «Сталий розвиток – стан та перспективи». Львів-Славське. 12-15 лютого 2020 року. 158–160.

Особистий внесок – аналіз фітотоксичності териконів.

2. **Босак П. В.**, Попович В. В. Вплив відвалів шахтних териконів Нововолинського гірничопромислового району на ґрунт. 6 Міжнародний конгрес Сталий розвиток: захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване Природокористування. м. Львів. 23–25 вересня 2020 року. 54.

Особистий внесок – аналіз впливу відвалів вугільних шахт на ґрунт.

3. **Босак П. В.**, Попович В. В. Загрози у сфері екологічної та техногенної безпеки шахтних териконів Нововолинського гірничопромислового району на довкілля. Матеріали II Всеукраїнської наукової конференції «Актуальні питання техногенної та цивільної безпеки України». м. Миколаїв. 18-19 вересня 2020 року. 56–57.

Особистий внесок – оцінка екологічної та техногенної безпеки Нововолинського гірничопромислового району.

4. **Босак П. В.,** Попович В. В., Корольова О. Г. Проектування інженерної споруди біоплато на технологічних відвалах вугільних шахт. Матеріали XVIII Міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми екологічної безпеки». м. Кременчук. 06-08 жовтня 2020 року. 27–32.

Особистий внесок – оцінка біоплато на технологічних відвалах вугільних шахт Нововолинського гірничопромислового району.

5. **Bosak P.** Spontaneous combustion of coal mine dumps in the Novovolynsk mining industrial area. The second round table: «Ecological impact of fire. Deforestation and forest degradation. Reclamation of devastated landscapes». Lviv. 2019.3-5.

6. **Босак П. В.** Екологічна небезпека шахтних породних відвалів в умовах урбанізованого середовища. Міжнародна науково-практична конференція «Сучасний стан і перспектива розвитку ландшафтної архітектури, садово-паркового господарства, урбоекології та фітомеліорації. З нагоди 80-ліття від дня народження професора В.П. Кучерявого». м. Львів. 4-5 квітня 2019 року. 212–214.

7. **Босак П. В.,** Попович В. В. Антропогенний вплив відвалів вугільних шахт в межах Малого Полісся. Міжнародна науково-практична конференція Подільські читання: Екологія, охорона довкілля, збереження біотичного та ландшафтного різноманіття: наука, освіта, практика. м. Хмельницький. 10-12 жовтня 2019 року. 7–9.

Особистий внесок – оцінка антропогенного впливу відвалів вугільних шахт Нововолинського гірничопромислового району.

8. **Босак П. В.,** Попович В. В. Вплив стічної води з відвалів вугільних шахт Львівсько-Волинського вугільного басейну на довкілля. Матеріали III Міжнародної науково-технічної конференції «Водопостачання і водовідведення. Проектування, будівництво, експлуатація, моніторинг». м. Львів. 23-25 жовтня 2019 року. 165–166.

Особистий внесок – статистичні дані стічної води на довкілля.

9. **Босак П. В.,** Попович В. В. Методологія екологічної оцінки стічної води вугільних шахт. Матеріали XVII Міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми екологічної безпеки». м. Кременчук. 2-4 жовтня 2019 року. 13–17.

Особистий внесок – аналіз методики екологічної оцінки стічної води.

10. **Босак П. В.,** Попович В. В. Очистка стічних вод методом біоплато з териконів Нововолинського гірничопромислового району. Матеріали I Міжнародної науково-практичної конференції «Екологічна безпека об'єктів туристично-рекреаційного комплексу». м. Львів: ЛДУ БЖД. 5-6 грудня 2019. 78–79.

Особистий внесок – розрахунок стічної води методом біоплато з відвалів вугільних шахт.

11. **Босак П. В.** Характеристика Нововолинського вуглепромислового району. Матеріали III Міжнародної науково-практична конференція — Екологічна безпека як основа сталого розвитку суспільства. Європейський досвід і перспективи. Львів: ЛДУБЖД. 2018. 18-19.

SUMMARY

Bosak P.V. Environmental safety of wastewater from waste heaps of coal mines of Novovolynsk mining area. - Qualifying research paper as a manuscript.

Thesis for Cand. Tech. Sci. degree (doctor of philosophy) by specialization 21.06.01 "Environmental safety" (101 "Ecology"). - Lviv State University of Life Safety of the State Emergency Service of Ukraine, Lviv, 2021.

Dissertation is dedicated to the research of wastewater from waste heaps of coal mines of Novovolynsk mining area, analysis of the measures system to increase the environmental safety of the mining complex.

Establishing the levels of environmental hazard of wastewater from coal mine dumps, investigation of the seasonal dynamics of heavy metals content in wastewater from waste heaps, design and calculation of bioplates gives an opportunity to introduce the advanced technologies for treatment of wastewater from mine waste heaps and improve environmental safety of the region.

As a result of water samples analysis, an increase in the content of ammonium salts was determined. It is known that the main danger of pollution of the hydrosphere with ammonium salts is the supersaturation of water with ammonia. The content of ammonium salts above 0.1 mg/dm^3 indicates the water pollution, because ammonia is the first compound formed during the decomposition of organic nitrogen-containing substances. Simultaneous occurrence of ammonia, nitrites and nitrates, sulfates, bicarbonates in the water samples indicates a significant contamination of wastewater due to oxidation of the rock in the dump and its leaching with water. An increase of nitrites and nitrates content in water samples without ammonia indicates the isolation of the source of contamination. Analyzing the ecological situation as a result of spillage of wastewater from dumps of mines №: 2, 4, 9 of Novovolynsk mining area it should be noted that currently storm sewer system is absent there, so rainwater from the surfaces of waste heaps and industrial sites spontaneously drain in lowlands and concentrates by mineral salts. It is known that the mines of this area are characterized by significant inflows into the main and preparatory mine workings, so the formed effluents around the perimeter of the existing dumps are collected in water diversion channels.

The causes and consequences of the growth of environmental hazard level in mining complexes, seasonal dynamics of the chemicals content in wastewater from mine heaps, heavy metals content in wastewater and vegetation were established; scientifically substantiated calculation of biological ponds for wastewater treatment and measures to overcome the negative impact of man-made wastewater pollution on biota were suggested; by applying the GIS project "Open Environment" the analysis of the water body quality of the area was carried out. The geoinformation interactive map is built on the basis of statistical data of the State Agency of Water Resources of Ukraine and data of satellite observations. Water quality indicators confirm the fact that besides the wind erosion of waste heaps, the water erosion of waste heaps is of a high concern, which leads to leaching of toxic pollutants into soil and groundwater. Pollution spreads with wastewaters over long distances of adjacent territories, in particular to the surface waters of the Western Bug basin.

Keywords: environmental safety, environmental hazard, dumps of coal mines, waste heaps, waste heaps wastewater, mining complexes, biological pond.

LIST OF PUBLISHED WORKS ON THE TOPIC OF THE DISSERTATION

Articles in scientific professional editions indexed by the international scope bases

Scopus:

1. **Bosak P.**, Popovych V. (2019). Radiation-ecological monitoring of coal mines of Novovolynsk mining area. *News of the National academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Geology and Technical Sciences.* – Vol. 5. – № 437. – P. 132-137. <https://doi.org/10.32014/2019.2518-170X.134>.
2. **Bosak P.**, Popovych V., Stepova K. & Dudyn R. (2020). Environmental impact and toxicological properties of mine dumps of the Lviv-Volyn coal basin. *News of the National academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Geology and Technical Sciences.* – Vol. 2. – № 440. – P. 48-54. <https://doi.org/10.32014/2020.2518-170X.30>.
3. **Bosak P.**, Popovych V., Stepova K. & Marutyak S. (2020). Features of seasonal dynamics of hazardous constituents in wastewater from colliery spoil heaps of Novovolynsk mining area. *News of the National academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Geology and Technical Sciences.* – Vol. 5. – № 443. – P. 39-46. <https://doi.org/10.32014/2020.2518-170X.102>.
4. Popovych V., Stepova K., Voloshchyshyn V. & **Bosak P.** Physico-Chemical Properties of Soils in Lviv Volyn Coal Basin Area. *E3S Web Conference. IVth International Innovative Mining Symposium.* – Volume 105, 02002. – 2019. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201910502002>.

Articles in scientific professional editions of Ukraine:

5. **Bosak P.V.**, Popovich V.V., Pinder V.F., Stokalyuk O.V. Temperature of ignition and spontaneous combustion of the most common wood species on coal waste heaps.

Scientific Bulletin of NLTU of Ukraine. 2020. 30, 5. 53-58
<https://doi.org/10.36930/40300509>.

6. **Bosak P. V.**, Popovych V. V. Eco-geoinformation technology of environmental protection from subterranean waters of Novovolynsk mining area. *Scientific and practical journal Ecological sciences* 2020. 4 (31) 96-102
<https://doi.org/10.32846/2306-9716/2020.eco.4-31.14>.

7. **Bosak P. V.**, Stokalyuk O. V., Korolyova O. G., Popovych V. V. Ecological safety management at projects on mining complexes development. *Bulletin of Lviv State University of Life Safety* 2020. 22 5-11 <https://doi.org/10.32447/20784643.22.2020.01>.

8. **Bosak P.V.** Physico-chemical properties of wastewater from technological dumps of Novovolynsk mining area. *Bulletin of Lviv State University of Life Safety.* 2018. 18. 117-124. [DOI: 10.32447 / 20784643.18.2018.13](https://doi.org/10.32447/20784643.18.2018.13)

Materials of conferences and round tables:

1. **Bosak P.V.**, Popovich V.V., Stokalyuk O.V. Phytotoxicity of waste heaps of Lviv-Volyn coal basin. *International Scientific Symposium "Sustainable Development - Status and Prospects"*. Lviv-Slavske. February 12-15, 2020. 158–160.

2. **Bosak P.V.**, Popovych V.V. Impact of mine heaps of Novovolynsk mining area on the soil. *6th International Congress Sustainable Development: Environmental Protection. Energy saving. Nature Resources Management.* Lviv city. September 23-25, 2020. 54.

3. **Bosak P.V.**, Popovych V.V. Threats of mine heaps of Novovolynsk mining area to environmental and technogenic safety. *Proceedings of the II Ukrainian Scientific Conference "Current Issues of Technogenic and Civil Security of Ukraine"*. Mykolayiv. September 18-19, 2020. 56–57.

4. **Bosak P.V.**, Popovich V.V., Korolyova O.G. Design of bioplateau engineering structure on technological dumps of coal mines. *Proceedings of the XVIII International Scientific and Technical Conference "Problems of Environmental Safety"*. Kremenchuk. October 06-08, 2020. 27–32.

5. **Bosak P.** Spontaneous combustion of coal mine dumps in the Novovolynsk mining industrial area. The second round table: "Ecological impact of fire. Deforestation and forest degradation. Reclamation of devastated landscapes". Lviv. March 2019. P.3-5.
6. **Bosak P.V.** Environmental hazard of mine waste heaps in an urban environment. *International scientific-practical conference "Current state and prospects of landscape architecture, urban forestry, urban ecology and phytomelioration. On the occasion of the 80th anniversary of the birth of Professor V.P. Kucheryavy. Lviv city. April 4-5, 2019. 212–214.*
7. **Bosak P.V., Popovych V.V.** Man-made impact of coal mine dumps within Male Polissya. *International scientific-practical conference Podolsk readings: Ecology, environmental protection, conservation of biotic and landscape diversity: science, education, practice. Khmelnytsky. October 10-12, 2019.7–9.*
8. **Bosak P.V., Popovych V.V.** Impact of wastewater from coal mine dumps of Lviv-Volyn coal basin on the environment. *Proceedings of the III International Scientific and Technical Conference "Water Supply and Sewerage. Design, construction, operation, monitoring". Lviv city. October 23-25, 2019. 165–166.*
9. **Bosak P.V., Popovich V.V.** Methodology of ecological assessment of wastewater from coal mines. *Proceedings of the XVII International Scientific and Technical Conference "Problems of Environmental Safety". Kremenchuk. October 2-4, 2019. 13–17.*
10. **Bosak P.V., Popovych V.V.** Bioplateau method treatment of wastewater from heaps of Novovolynsk mining area. *Proceedings of the First International Scientific and Practical Conference "Environmental Safety of Tourist and Recreational Complex". Lviv: LSU LS. December 5-6, 2019. 78–79.*
11. **Bosak P.V.** Characteristics of the Novovolynsk mining area. *Proceedings of the III International Scientific and Practical Conference - Environmental Safety as a Basis for Sustainable Development of Society. European experience and prospects. - Lviv: LSULS. 2018. 18-19.*

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ ТА ПОЗНАЧЕНЬ.....	14	
ВСТУП.....	15	
РОЗДІЛ 1. ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ПОРОДНИХ ВІДВАЛІВ		
ВУГІЛЬНИХ ШАХТ	20	
1.1. Екологічна небезпека відвалів вугільних шахт (вітчизняний та закордонний аспект)	20	
1.2. Рекультивація та фітомеліорація породних відвалів вугільних шахт	28	
1.3. Вплив стічних вод з відвалів на біоту.....	33	
1.4. Досвід очищення стічних вод із породних відвалів вугільних шахт..	40	
РОЗДІЛ 2. ОБ’ЄКТИ, ПРЕДМЕТ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ		49
2.1. Об’єкти досліджень.....	49	
2.2. Предмет досліджень.....	53	
2.3. Методи досліджень.....	55	
2.4. Характеристика породних відвалів.....	63	
РОЗДІЛ 3. ПРИРОДНО-КЛІМАТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РЕГІОНУ		
ДОСЛІДЖЕНЬ	67	
3.1. Клімат регіону.....	67	
3.2. Ґрунти, рослинність.....	71	
3.3. Водні ресурси.....	73	
3.4. Морфологічні особливості рельєфу.....	76	
РОЗДІЛ 4. ЕКОЛОГО-ТЕХНОГЕННА НЕБЕЗПЕКА СТІЧНИХ ВОД		
ПОРОДНИХ ВІДВАЛІВ.....	80	
4.1. Фізико-хімічні властивості відвальної породи.....	80	
4.2. Радіаційний стан довкілля в регіоні.....	84	
4.3. Фізико-хімічний аналіз стічних вод.....	88	
4.4. Видове різноманіття прибережно-водної рослинності техногенних водойм породних відвалів.....	93	
4.5. Вміст важких металів у стічних водах, відвальній породі та рослинності.....	96	

4.6. Вплив підвищених температур відвальної породи на піонерні види рослинності	102
4.7. Вміст мікрофлори у стічних водах.....	106
4.8. Особливості сезонної динаміки вмісту небезпечних компонентів у стічних водах.....	111
4.9. Моделювання поширення забруднюючих речовин у довкілля.....	116
РОЗДІЛ 5. ШЛЯХИ ЗНИЖЕННЯ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ	124
5.1. Геохімічні бар'єри та їх роль у відновленні довкілля.....	124
5.2. Проектування та розрахунок біоплато.....	133
5.3. Коефіцієнт фітомеліоративна ефективність прибережно-водної рослинності техногенних водойм породних відвалів.....	144
5.4. Збереження, спрямування та формування фітоценозів-меліорантів у зоні впливу відвалів вугільних шахт.....	148
ВИСНОВКИ.....	155
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	157
ДОДАТКИ.....	181

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ ТА ПОЗНАЧЕНЬ

АПАР	– аніонні поверхнево-активні речовини
ГПК	– гірничопромисловий комплекс
ГПР	– гірничопромисловий район
ГДК	– граничнодопустима концентрація
БСК	– біохімічне споживання кисню
ПАР	– поверхнево-активні речовини
ХСК	– хімічне споживання кисню

ВСТУП

Актуальність теми. Насьогодні день гірничопромислові комплекси з підприємствами вугільної промисловості класифікуються як зони підвищеної екологічної небезпеки. Однією з головних складових гірничовидобувної галузі є породні відвали, які виділяють в атмосферу понад 70 тис. т шкідливих речовин на рік. Чинниками екологічної небезпеки є забруднення атмосфери, ґрунтів, гідросфери продуктами горіння, які утворюються в результаті самозаймання породних відвалів та підтериконовими стічними водами.

Львівсько-Волинський вугільний басейн розташований на північному заході України у верхній течії річки Західний Буг і є південно-східною частиною Люблінського вугільного басейну, що знаходиться на території Польщі. Площа Львівсько-Волинського вугільного басейну складає 1400 км², протяжність понад 190 км, середня ширина приблизно 60 км. В межах Львівсько-Волинського басейну розташовані 4 кам'яновугільні родовища: Нововолинське, Забузьке, Межиріченське і Сокальське. Здебільшого пласти вугілля простої будови, але є й складні пласти. Вугілля залягає на глибині від 315 до 535 м. Глибина залягання вугілля збільшується у південному напрямку.

Одним із видів екологічної небезпеки є забруднення атмосфери, ґрунтів і гідросфери продуктами горіння, які утворюються в результаті самозаймання породних відвалів. Вплив стічних вод породних відвалів на довкілля гірничопромислових районів є важливою екологічною проблемою. Ця проблема зберігається, незважаючи на те, що розроблені заходи зменшення негативного впливу стічних вод породних відвалів вугільних шахт.

Враховуючи численні наукові дослідження В. П. Кучерявого, Г. М. Мануїлової, У. Б. Башуцької, V. Arad, James W. Chadwick, M. Schultze, Manuel A. Caraballo, С. П. Войтович, Я. В. Геника, М. С. Мальованого, А. В. Павличенка, В. В. Поповича та ін., які пов'язані із дослідженням оцінки екологічної небезпеки стічних вод з породних відвалів вугільних шахт, слід зазначити, що проблема є надзвичайно актуальною. Підтериконові стічні води породних відвалів Нововолинського гірничопромислового району накопичуються біля териконів та проникають у водоносні поверхневі та підземні горизонти, зокрема в р. Західний

Буг. Ці явища призводять до забруднення природних водойм іонами важких металів та небезпечних сполук і як результат цього такі явища набувають рівня екологічної катастрофи.

Зв'язок із науковими програмами, планами, темами. Дисертація виконана в контексті пріоритетних напрямів державної політики України у сфері охорони довкілля, раціонального використання природних ресурсів, які визначені Законом України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року»; наказом Міністерства енергетики та вугільної промисловості від 16.11.2017 року № 708 «План наукових та науково-технічних розробок у сфері паливно-енергетичного комплексу й вугільної промисловості Міненерговугілля на 2017 рік; Гірничого закону України; Постанови Кабінету Міністрів України від 27.08.1997 року № 939 «Про затвердження Порядку ліквідації збиткових вугледобувних та вуглепереробних підприємств»; постанови Кабінету Міністрів України від 28.03.1997 року № 280 «Про хід структурної перебудови вугільної промисловості»; наказу Міненерговугілля від 17.08.2015 року № 532 «Про заходи з підготовки до ліквідації ДП «Шахта № 1 «Нововолинська»; Постанова КМУ від 28.08.2013 року № 808 (із змінами згідно з Постановою КМУ від 30.12.2015 року № 1160) «Про затвердження переліку видів діяльності та об'єктів, що становлять підвищену екологічну небезпеку».

Мета і завдання дослідження. Мета роботи – встановити основні складові екологічно небезпечного впливу підтериконових стічних вод вугільних шахт на біоту та розробити систему заходів із підвищення якості довкілля.

Досягнення поставленої мети зумовило необхідність виконання таких завдань:

- провести аналіз наукових джерел екологічної небезпеки відвалів вугільних шахт;
- встановити причини та наслідки зростання рівня екологічної небезпеки під час діяльності гірничопромислих комплексів;
- дослідити сезонну динаміку вмісту небезпечних речовин в підтериконових стічних водах;

- дослідити вміст важких металів у підтериконових стічних водах породних відвалів вугільних шахт та в рослинності;
- експериментально дослідити температуру займання та самозаймання лісоутворюючих деревних порід в зоні впливу породних відвалів вугільних шахт Нововолинського гірничопромислового району;
- запропонувати заходи подолання негативного впливу техногенно забруднених підтериконових стічних вод на біоту.

Об'єкт дослідження – екологічний стан підтериконових стічних вод породних відвалів вугільних шахт Нововолинського гірничопромислового району.

Предмет дослідження – фізико-хімічні та бактеріологічні властивості підтериконових стічних вод породних відвалів вугільних шахт і їх вплив на біоту.

Методи дослідження. У процесі досліджень використовувалися такі методи: фізичні, хімічні, біологічні, математично-статистичні, системного аналізу. Обробка результатів експериментів проводилась із використанням математичного програмування в пакеті MS Excel, Surfer, Mathcad.

Наукова новизна одержаних результатів. У результаті вивчення екологічного стану підтериконових стічних вод породних відвалів вугільних шахт та розробки системи заходів із підвищення екологічної безпеки регіону отримано такі наукові результати:

вперше:

- встановлено накопичення небезпечних компонентів у стічних водах породних відвалів вугільних шахт, які підвищують рівень регіональної екологічної безпеки;
- досліджено бактеріологічні властивості підтериконових стічних вод у межах Нововолинського гірничопромислового регіону;
- експериментально досліджено температуру займання та самозаймання лісоутворюючих деревних порід в зоні впливу породних відвалів вугільних шахт;

- запропоновано спосіб мінімізації екологічно небезпечних чинників стічних вод породних відвалів вугільних шахт шляхом облаштування біоплато.

удосконалено:

- методологію аналізу екологічної небезпеки стічних вод породних відвалів.
набули подальшого розвитку:
- еко-геоінформаційна технологія захисту довкілля від небезпечних чинників породних відвалів вугільних шахт;
- методологічна оцінка щодо вивчення забруднення довкілля у межах гірничопромислових комплексів.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблено спосіб мінімізації екологічно небезпечних чинників стічних вод породних відвалів вугільних шахт шляхом облаштування біоплато.

Результати досліджень використовує Державне підприємство Центрально-Західна Компанія «Вуглеторфреструктуризація» – Західна-Українська дирекція з ліквідації шахт (акт впровадження від 15.01.2021 р.). Окремі положення дисертації використовуються у навчальному процесі Львівського державного університету безпеки життєдіяльності для вивчення дисциплін «Утилізація та рециклінг відходів» і «Фітомеліорація» (акт впровадження від 18.01.2021 р.).

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є завершеною науковою працею та є самостійним дослідженням здобувача, що має наукове та практичне значення. Дисертаційна робота – результат наукових досліджень дисертанта. Автор розробив програму та завдання досліджень. Усі наукові ідеї, положення і результати теоретичних досліджень дисертації розроблені, сформульовані та отримані особисто автором у період з 2016 до 2020 років.

Теоретичні узагальнення досліджень, аналіз та інтерпретація отриманих даних та висновки до роботи виконані безпосередньо здобувачем.

Апробація результатів досліджень. Основні положення і результати дисертаційної роботи та окремі результати досліджень доповідались на наукових форумах різних рівнів: III Міжнародній науково-практичній конференції «Екологічна безпека як основа сталого розвитку суспільства. Європейський досвід і перспективи» (Львів, 2018 р.); The second round table: «Ecological impact

of fire. Deforestation and forest degradation. Reclamation of devastated landscapes» (Lviv, 2019.); Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасний стан і перспективи розвитку ландшафтної архітектури, садово-паркового господарства, урбоєкології та фітомеліорації. З нагоди 80-ліття від дня народження професора В.П. Кучерявого» (м. Львів, 2019 р.); Міжнародній науково-практичній конференції Подільські читання: Екологія, охорона довкілля, збереження біотичного та ландшафтного різноманіття: наука, освіта, практика (м. Хмельницький, 2019 р.); III Міжнародній науково-технічній конференції «Водопостачання і водовідведення. Проектування, будівництво, експлуатація, моніторинг» (м. Львів, 2019 р.); II Всеукраїнській науковій конференції «Актуальні питання техногенної та цивільної безпеки України» (м. Миколаїв, 2019 р.); XVII Міжнародній науково-технічній конференції «Проблеми екологічної безпеки» (м. Кременчук, 2019 р.); I Міжнародній науково-практичній конференції «Екологічна безпека об'єктів туристично-рекреаційного комплексу» (м. Львів, 2019 р.); 6 Міжнародному конгресі «Сталий розвиток: захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване Природокористування.» (Львів, 2020); XVIII Міжнародній науково-технічній конференції «Проблеми екологічної безпеки» (м. Кременчук, 2020 р.); Міжнародному науковому симпозиумі «Сталий розвиток – стан та перспективи» (Львів-Славське, 2020 р.).

Публікації. За результатами досліджень, представлених у дисертаційній роботі, опубліковано 19 наукових праць, з яких: 4 статті у закордонних фахових виданнях наукометричної бази Scopus; 4 статті – у наукових фахових виданнях України; 11 – у матеріалах конференцій та круглих столів.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Список використаних джерел включає 225 найменування, з них 47 – латиницею. Загальний обсяг роботи складає 218 сторінки, з яких 140 сторінок основного тексту з 11 таблицями та 50 рисунками. Додатки розміщені на 37 сторінках.

РОЗДІЛ 1. ПРАКТИКА ТА ПРОБЛЕМА ВІДВАЛІВ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ

1.1 Екологічна небезпека відвалів вугільних шахт (вітчизняний та закордонний аспект)

Важливе значення при добуванні вугілля має утворення породних відвалів (териконів), які як відомо, є штучним насипом, концентратом «порожніх порід», витягнутих при підземній розробці вугільних родовищ. Цей вид твердих промислових відходів, крім того, що займає значні території, є комплексним джерелом негативного навантаження, щодо екології. За роки промислово-господарської діяльності людини на території країни було утворено і накопичено понад 1 млн м³ відходів у вигляді породних відвалів. Зараз основне завдання полягає в розробці нових технологій з утилізації та переробки відвальної маси териконів. Залежно від технології відвалоутворення розрізняють конічні (терикони), хребтові і плоскі відвали. Найбільшої шкоди природному ландшафту завдає відсіпання конічних і хребтових відвалів, висота яких в окремих випадках досягає 110-120 м. [2, 4, 17, 35, 149].

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі представлено результати експериментальних досліджень та теоретичних узагальнень основних складових екологічної безпеки стічних вод породних відвалів вугільних шахт Нововолинського гірничопромислового району, який є складовою частиною Львівсько-Волинського вугільного басейну. Встановлено, що накопичення токсичних складових у підтериконових стічних водах породних відвалів створює суттєву техногенну та екологічну небезпеку регіону. Запропонована система заходів із підвищення екологічної безпеки довкілля від небезпечних компонентів підтериконових стічних вод породних відвалів вугільних шахт.

1. Встановлено, що накопичення небезпечних компонентів у стічних водах породних відвалів вугільних шахт, призводять до зростання рівня екологічної небезпеки довкілля. У пробах води із відвалів зафіксовано значне перевищення вмісту гідрокарбонатів заліза, що спричиняє перевищення рівня ГДК для цього елемента у 50 разів.

2. У підтериконових стічних водах вміст заліза ($0,3-18 \text{ мг/дм}^3$); сульфатів ($500-800 \text{ мг/дм}^3$); нітритів ($3-53 \text{ мг/дм}^3$); нітратів ($45-152 \text{ мг/дм}^3$); гідрокарбонатів спричиняє припиненню росту рослинного покриву на поверхні відвалів та біля підніжжя внаслідок токсичної дії цих забруднень.

3. Біля підніжжя у радіусі 5 метрів від підніжжя терикону перевищено гранично допустимі концентрації кількості колонієутворюючих одиниць на 40 %. Це вказує на те, що породні відвали вугільних шахт є природним середовищем для існування багатьох видів грибів, бактерій та поодиноких мікроорганізмів.

4. Температурні дослідження деревних видів, які розвиваються на поверхні породних відвалів вугільних шахт, є важливими з точки зору комплексної оцінки екологічної безпеки регіону. Встановлено, що продукти неповного розпаду потрапляють у стічні води, додатково насичуючи їх небезпечними речовинами та сполуками. Температура самозаймання: берези – $+475 \text{ }^\circ\text{C}$, дуба – $+480 \text{ }^\circ\text{C}$, козячої верби – $+473 \text{ }^\circ\text{C}$, сосни – $+475 \text{ }^\circ\text{C}$. Деревно-

чагарникова рослинність за таких умов сприяє поширенню вогню та виникненню низових пожеж.

5. Вміст у пробах води заліза (середній показник у всіх пробах 2,6 мг/дм³), нітритів (середній показник у всіх пробах 16,5 мг/дм³) та нітратів (середній показник у всіх пробах 67,7 мг/дм³) свідчить про значну забрудненість через окиснення породи у відвалі та вимивання її стічними водами. Вміст у водах амоніаку та нітритів вказує на постійне джерело забруднення із відвалів породи. Перевищення рівня амоніаку та потрапляння її у ріки призводить до підвищення рівня екологічної небезпеки екосистеми в цілому.

6. Дослідження фізико-хімічних властивостей підтериконових стічних вод породних відвалів вугільних шахт показав, що в її хімічному складі переважають такі компоненти як: нікель (0,15 мг/дм³), кобальт (0,03 мг/дм³), мідь (0,11 мг/дм³), цинк (0,018 мг/дм³). Накопичення кадмію спостерігається у корі *Salix caprea* L. (5,25 мг/кг) та корінні (2,75 мг/кг). Такий нерівномірний розподіл вмісту кадмію у різних частинах дерев викликаний місцем їх зростання та близькістю коріння до підтериконових стічних вод із високим вмістом важких металів. Аналіз вмісту плумбуму в рослинній сировині свідчить, що це забруднення накопичується в значній мірі у коренях берези (2 мг/кг) та корі верби (0,71 мг/кг). Спостерігається значна акумуляція купруму та цинку у корі сосни (14,50 мг/кг) та верби (11,97 мг/кг).

7. Оцінено можливості облаштування біоплато для очищення стічних вод із породних відвалів Нововолинського гірничопромислового району. Садіння вищих водних рослин слід проводити в 9 коридорах, площа яких 8900 м². Щільність садіння 7 рослин на 1 м², кількість рослин складе 62300 шт. Дно біоплато слід виконувати з водонепроникних глин або піску. На дні в ґрунті проводиться висадка вищих водних рослин. Для запобігання замулювання та розвиток процесів гниття відмираючих рослин у вузьких місцях, що утворюються в результаті формування валів, висадку рослин рекомендуємо не проводити. Під час проектування біоплато запропоновано висаджувати очерет звичайний *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., рогіз вузьколистий *Typha angustifolia* L та аїр звичайний *Acorus calamus* L., які видаляють із

підтериконових стічних вод забруднюючі речовини – калій, кальцій, магній, марганець, сірку, важкі метали, феноли, сульфати.

8. Показники якості води підтверджують той факт, що поряд із вітровою ерозією териконів, дослідженню якої приділена велика кількість наукових робіт, гостро стоїть питання саме водної ерозії териконів, яка призводить до вимивання токсичних поліутантів і забруднення ними ґрунту та підґрунтових вод. Забруднення поширюються із підтериконовими водами на значні відстані прилеглих територій, зокрема у басейн р. Західний Буг.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аджиева А. А. Математическое моделирование распространения примесей в атмосфере для локальной области с учетом фактических или прогнозных полей метеорологических параметров. Итоги науки и техн. Сер. Современ. Математика 2018. 154. 3–9.
2. Амоша О. І. Стан, основні проблеми і перспективи вугільної промисловості України: наукова доповідь / О. І. Амоша, Л. Л. Стариченко, Д. Ю. Череватський. Інститут економіки промисловості НАН України. Донецьк. 2013. 44 с.
3. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв. М.: МГУ. 1970. 488 с.
4. Архипов И. А. Добыча угля и рациональное природопользование / И. А. Архипов, Е. А. Ельчанинов, Л. Д. Горбачев. М: Недра. 1987. 285 с.
5. Бабаджанова О. Ф. Чинники пожежної небезпеки породних відвалів вугледобування / О. Ф. Бабаджанова, Ю. Г. Сукач, Р. Ю. Сукач. Збірник наукових праць ЛДУ БЖД. 2012. 20. 137–143.
6. Багаева Т. В., Ионова Н. Э., Надеева Г. В. Микробиологическая ремедиация природных систем от тяжелых металлов. Казанский университет. 2013. 56 с.
7. Баранов В. Деякі біохімічні показники адаптації кунічника наземного (*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth) до умов едафотопу відвалів вугільних шахт / В.

Баранов, С. Бешлей, Я. Телегус. Вісник Львівського університету. Серія біологічна. 2012. 58. 292–299.

8. Баранов В. І. Очерет звичайний – фіторемедіант важких металів у дренажних канавах породних відвалів вугільних шахт / В. І. Баранов, І. М. Книш, І. А. Блайда та ін. Біологічні студії. *Studia Biologica*. 2012. 6. 1. 93–100.

9. Батова Ю. В., Лайдинен Г. Ф., Казнина Н. М., Титов А. Ф. Влияние загрязнения кадмием на рост и семенную продуктивность однолетних злаков // *Агрохимия*. 2012. 6. 79–83.

10. Батугін А. С., Мусіна В. Р., Пономарьов В. С. Аналіз геодинамічних умов самозаймання вуглепородних відвалів. Праці міжнародного наукового симпозіуму «тиждень Гірника – 2018». 1 (Спеціальний випуск). 2018. 283–293.

11. Бешлей С. В. Екологічні властивості *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth та його середовищотворна роль на відвалах вугільних шахт (Червоноградський гірничопромисловий район). Дисертація на здобуття наукового ступеня кан. біол. наук. 03.00.16 – екологія. 2016. 147 с.

12. Білявський Г. О. Основи екології: теорія та практикум / Г. О. Білявський, Л. І. Бутченко. Київ: Лібра. 2006. 368 с

13. Блайда И. А. Состав и активность бактериального сообщества отходов углеобогащения / И. А. Блайда. *Biotechnologia Acta*. 2014. 7 (5). 94–100.

14. Блайда І. А. Фізико-хімічна та мікробіологічна характеристика породних відвалів збагачення вугілля / І. А. Блайда, Т. В. Васильєва, В. Ф. Хитрич. *Мікробіологія та біотехнологія*. 2016. 2. С. 74–89.

15. Богомолова Т. Г., Курочкина В. А. Загрязнение речных русел на урбанизированных территориях и проблемы их очистки для улучшения экологического состояния водотока. *Инженерные изыскания*. 2010. 10. 56–60.

16. Боровков В. С., Курочкина В. А. Миграция тяжелых металлов в растения при их выращивании с использованием сточных вод и загрязненных илов в качестве удобрений. *Экология урбанизированных территорий*. 2011. 2. 51–54.

17. **Босак П. В.** Екологічна небезпека шахтних породних відвалів в умовах урбанізованого середовища. Міжнародна наукова практична конференція «Сучасний стан і перспектива розвитку ландшафтної архітектури, садово-

паркового господарства, урбоекології та фітомеліорації. З нагоди 80-ліття від дня народження професора В.П. Кучерявого». м. Львів. 4-5 квітня 2019 року. 212–214.

18. **Босак П. В.** Фізико-хімічні властивості стічних вод з технологічних відвалів Нововолинського гірничопромислового району. Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності. 2018. 18. 117–124.
[DOI:10.32447/20784643.18.2018.13](https://doi.org/10.32447/20784643.18.2018.13)

19. **Босак П. В.** Характеристика Нововолинського вуглепромислового району. Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції «Екологічна безпека як основа сталого розвитку суспільства. Європейський досвід і перспективи». Львів: ЛДУБЖД. 2018. 18-19.

20. **Босак П. В.,** Попович В. В. Антропогенний вплив відвалів вугільних шахт в межах Малого Полісся. Міжнародна науково-практична конференція Подільські читання: Екологія, охорона довкілля, збереження біотичного та ландшафтного різноманіття: наука, освіта, практика. м. Хмельницький. 10-12 жовтня 2019 року. 7–9.

21. **Босак П. В.,** Попович В. В. Вплив відвалів шахтних териконів Нововолинського гірничопромислового району на ґрунт. 6 Міжнародний конгрес Сталий розвиток: захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване Природокористування. м. Львів. 23–25 вересня 2020 року. 54.

22. **Босак П. В.,** Попович В. В. Вплив стічної води з відвалів вугільних шахт Львівсько-Волинського вугільного басейну на довкілля. Матеріали III Міжнародної науково-технічної конференції «Водопостачання і водовідведення. Проектування, будівництво, експлуатація, моніторинг». м. Львів. 23-25 жовтня 2019 року. 165–166.

23. **Босак П. В.,** Попович В. В. Еко-геоінформаційна технологія захисту довкілля від підтериконових вод Нововолинського гірничопромислового району. Науково-практичний журнал Екологічні науки. 2020. 4 (31). 96-102.
[https://doi.org/10.32846/2306-9716/2020.eco.4-31.14.](https://doi.org/10.32846/2306-9716/2020.eco.4-31.14)

24. **Босак П. В.,** Попович В. В. Загрози у сфері екологічної та техногенної безпеки шахтних териконів Нововолинського гірничопромислового району на

довкілля. Матеріали II Всеукраїнської наукової конференції «Актуальні питання техногенної та цивільної безпеки України». м. Миколаїв. 18-19 вересня 2020 року. 56–57.

25. **Босак П. В.**, Попович В. В. Методологія екологічної оцінки стічної води вугільних шахт. Матеріали XVII Міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми екологічної безпеки». м. Кременчук. 2-4 жовтня 2019 року. 13–17.

26. **Босак П. В.**, Попович В. В. Очистка стічних вод методом біоплато з териконів Нововолинського гірничопромислового району. Матеріали I Міжнародної науково-практичної конференції «Екологічна безпека об'єктів туристично-рекреаційного комплексу». м. Львів: ЛДУ БЖД. 5-6 грудня 2019. 78–79.

27. **Босак П. В.**, Попович В. В., Корольова О. Г. Проектування інженерної споруди біоплато на технологічних відвалах вугільних шахт. Матеріали XVIII Міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми екологічної безпеки». м. Кременчук. 06-08 жовтня 2020 року. 27–32.

28. **Босак П. В.**, Попович В. В., Піндер В. Ф., Стокалюк О. В. Температура займання та самозаймання найпоширеніших деревних порід териконів. Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України. 2020. 30 (5). 53-58 <https://doi.org/10.36930/40300509>.

29. **Босак П. В.**, Попович В. В., Стокалюк О. В. Фітотоксичність териконів Львівсько-Волинського вугільного басейну. Міжнародний науковий симпозіум «Сталий розвиток – стан та перспективи». Львів-Славське. 12-15 лютого 2020 року. 158–160.

30. **Босак П. В.**, Стокалюк О. В., Корольова О. Г., Попович В. В. Управління екологічною безпекою у проектах розвитку гірничопромислових комплексів. Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності. 2020. 22. 5-11. <https://doi.org/10.32447/20784643.22.2020.01>.

31. Боярин М. В. Основи гідроекології: теорія й практика: навч. посібник / М. В. Боярин, І. М. Нетробчук. Східноєвропейський Національний університет ім. Л. Українки. Луцьк: Вежа-Друк. 2016. 361 с.

32. Бузило В. И., Гребёнкин С. С., Ермаков В. Н., Павлыш В. Н. Технологии обеспечения экологической и техногенной безопасности горно-добывающих регионов при ликвидации угледобывающих предприятий Украины: монография. Днепропетровск: Литограф. 2013. 348 с.
33. Бузило В. І. Екологічні та техногенні наслідки ліквідації вугільних шахт / В. І. Бузило, А. В. Павличенко. Розробка родовищ. 2014. 535-540.
34. Бучацька Г. М. Гідрогеологічні умови та гідрогеохімічна зональність Львівсько-Волинського вугільного басейну. Вісник Львівського університету. Серія геологічна. 2009. 23. 175–183.
35. Выборов С. Г., Проскурня Ю. А., Силин А. А. Экологические последствия структурно-вещественных преобразований отвальных пород терриконов. Наукові праці. Донецький Національний технічний університет. 2010. 11. 155–160.
36. Висоцький С. П. Дистанційний контроль теплового стану породних відвалів / С. П. Висоцький, Д. А. Козир. Науковий вісник НДІГД. Науково-технічний журнал. Харків. 2018. 3 (55). 84–90.
37. Висоцький С. П. Контроль екологічного стану породних відвалів / С. П. Висоцький, Д. А. Козир. Вісник Донбаської національної академії будівництва та архітектури. Харків. 2018. 3 (131). 12–18.
38. Войтович С. П. Геохимические особенности шахтных вод угольных бассейнов Украины. Молодой ученый. 2015. 23 (103). 395–397.
39. Войтович С. П. Геохімічні особливості підземних та шахтних вод вугільних басейнів України (на прикладі Червоноградського гірничопромислового району і Центрального Донбасу). Науковий вісник Національного гірничого університету. 2015. 2 (146). 23–30.
40. Войтович С. П. Геохімія шахтних вод Львівсько-Волинського кам'яновугільного басейну (на прикладі Червоноградського гірничопромислового району). Дисертація на здобуття кан. геол. наук. Спеціальність 04.00.02 – геохімія. 2017. 245 с.

41. Войтович С. П. Еколого-гідрогеохімічне районування Червоноградського гірничопромислового району. Геологія і геохімія горючих копалин. 2015. 1-2. 161–173.
42. Воробйов С. Г. Захист територій, прилеглих до породних відвалів, від надходження забруднювальних речовин (на прикладі Луганської області): автореф. дис.... канд. техн. наук: спец. 21.06.01. Екологічна безпека. Київ. 2011. 22 с.
43. Гавриленко В. А. Формування механізму організації обліку результатів екологічної діяльності вуглевидобувних підприємств / В. А. Гавриленко, О. В. Бичкова. Економіка: реалії часу. 2014. 3 (13). 87–93.
44. Гамкало З. Г., Копій М. Л. Питомий потік CO₂ з поверхні техноземів як критерій ефективності способів фітомеліорації. Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України. 2017. 27 (6). 66–70.
45. Генік Я. В. Ревіталізація антропогенно порушених екосистем: методологічні та технологічні аспекти. Науковий вісник НЛТУ України: зб. наук.-техн. праць. Львів. НЛТУ України. 2016. 26.8. 180–185.
46. Глухова Є. І. Вплив продуктів горіння породних відвалів на стан здоров'я населення / Є. І. Глухова, А. Б. Єрмаченко. Гігієна населених місць. Донецьк: ДУ ІГМЕ. 2011. 58. 344–347.
47. Гомеля Н. Д. Очистка воды от сульфатов известкованием при добавлении реагентов содержащих алюминий / Н. Д. Гомеля, И. Н. Трус, Ю. В. Носачева. Химия и технология воды. 2014. 2. 129–137.
48. Гончар М. Т. Лесные фитоценозы: повышение продуктивности и охрана (на материалах исследований у лесах равнинной части запада Украины). Львов: Вища школа. 2013. 168 с.
49. Горова А. І. Електронна паспортизація породних відвалів / А. І. Горова, А. В. Павличенко, В. В. Федотов, Ю. В. Бучавий. Матеріали Міжнар. науково-практичної конференції «Рекультивация складних техноэкосистем в новом тысячелетии: ноосферный аспект». Дніпропетровськ. 2012. 78-80.
50. Горова А. І., Кулима С. Л. Біоіндикаційна оцінка токсичності поверхневих водойм в зоні впливу Червоноградської групи шахт. Збірник матеріалів II

Всеукраїнського з'їзду екологів з міжнародною участю. Вінниця: ФОП Данилюк. 2009. 527–530.

51. Григорюк Е. В. Оценка возможности использования шахтных вод в ирригационных целях / Е. В. Григорюк, Г. Л. Майдуков, В. Д. Мартовицкий, Д. П. Родин. Уголь Украины. 2004. 7. 37–39.

52. Гришко В. М. Важкі метали: надходження в ґрунти, транслокація у рослинах та екологічна безпека / В. М. Гришко, Д. В. Сищиков, О. М. Піскова, О. В. Данильчук, Н. В. Машталер. Донецьк. Донбас. 2012. 302 с.

53. Гришко В. Н., Сищиков Д. В. Функционирование глутатионзависимой антиоксидантной системы и устойчивость растений при действии тяжелых металлов и фтора. К.: Наук. думка. 2012. 238 с.

54. Грінюв В. Г., Хорольський А. О., Мамайкін О. Р. Оцінка стану та оптимізація параметрів технологічних схем вугільних шахт. Вісник Криворізького національного університету. 2019. 48. 31-37.

55. Гудзь С. П., Гнатуш С. О., Яворська Г. В., Білінська І. С., Борсукевич Б. М. Практикум з мікробіології. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2014. 436 с.

56. Данько В. Н. Лесные рекультивации на отвалах открытых горнопромышленных разработок Украины. Облесение неудобных земель. К.: Урожай. 1969. 18. 7–11.

57. Девятова А. Ю. Газо-аерозольні викиди при горінні вугільних відвалів. Інтерекспо Гео-Сибір. 2013. 3. 147–152.

58. Демкин В. И. Комплексная переработка шахтных вод с использованием мембранно – сорбционных методов / В. И. Демкин, А. М. Навитный, И. Н. Гусев, А. А. Свитцов, Ю. В. Каплунов. Горный информационно – аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2011. 9. 311–315.

59. Драчук Ю. З. Напрямки зменшення негативного впливу на довкілля у вугільному регіоні. Економічний вісник Донбасу. 2007. 1. 33–37.

60. Драчук Ю. З. Основи формування інституціонального забезпечення інноваційного розвитку вугільної галузі. Економічний вісник. 2015. 71–81.

61. ДСТУ 8606–1:2015. Вода природних джерел. Захист від забруднювання. Частина 1. Основні положення. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=73820.
62. ДСТУ 8829:2019 «Пожежовибухонебезпечність речовин і матеріалів. Номенклатура показників і методи їх визначення. Класифікація».
63. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://uas.org.ua/wp-content/uploads/2019/01/dstu-n_b_v.1.1-27_2010.pdf
64. Екологічна енциклопедія. Том 1 / за ред.. А. В. Толстоухова. К.: ТОВ «Центр екологічної освіти та інформації». 2006 . 432 с.
65. Екологічний паспорт Волинської області за 2019 рік. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://voladm.gov.ua/article/ekologichniy-pasport-volinskoyi-oblasti-za-2019-rik/>
66. Жуков С. П., Торохова О. М., Сетт І. В. Структура популяцій деревних рослин на відвалах шахт. Наукові основи збереження біотичної різноманітності. Тематичний збірник Інституту екології Карпат НАН України. Львів. 2004. 5. 52–57.
67. Забоклицька М. Р. Про сучасний гідрохімічний режим річки Західний Буг. Наукові праці УкрНДГНІ. 2003. 251. 135–140.
68. Завацький С. В. Біоінженерні споруди для очищення стічних вод малої продуктивності / С. В. Завацький, Л. С. Котельчук, А. Л. Котельчук. Чернігівський науковий часопис. Серія 2. Техніка і природа. 2012. 1 (3). 57–63.
69. Заїка В. К., Криницький Г. Т., Іваницький Р. С. Природне залісення та лісівничо-екологічні і морфо-фізіологічні особливості формування лісів на покинутих сільськогосподарських землях Південно-Західного Поділля. Наукові праці Лісівничої академії наук України: Збірник наукових праць. Львів: РВВ НЛТУ України. 2013. 11. 41–50.
70. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» від 25 червня 1991 року № 1264-ХІІ (Відомості Верховної Ради України (ВВР). 1991. № 41. с.546).

71. Захаров Є. І., Качурін Н. М. Математичний опис процесу самонагрівання вугілля. Науки про Землю. 2013. 1. 58–70.
72. Захаров Є. І., Качурін Н. М., Малахова Д. Д. Механізм процесу самонагрівання вугілля і переходу його в самозаймання. Науки про Землю. 2013. 2. 42–51.
73. Захарченко М. А. Внедрения элементов управляемости в природные процессы самоочистки шахтных вод / М. А. Захарченко, М. В. Бабаев, О. А. Улицкий. Коммунальное хозяйство городов (Киев). 27. 2001. 137– 141.
74. Зборщик М. П. Предотвращение самонагревания горных пород / М. П. Зборщик, В. В. Осокин. К.: Техника. 1990. 176 с.
75. Зборщик М. П., Осокин В. В. Природа самозаймання і гасіння відвальних порід вугільних родовищ. Вугілля України, березень-квітень. 2015. 76–78.
76. Зиннатуллина А. Н., Шамсиев М. Н., Шешуков Е. Г. Численное моделирование процесса распространения загрязнения под гидросооружением. Вестник Казанского технологического университета. 2013. 16 (1). 257–258.
77. Зубов А. Р. Підвищення екологічної безпеки породних відвалів вугільних шахт: Монографія. Луганськ. 2012. 172 с.
78. Зубов А. Р., Зубова Л. Г., Воробьев С. Г. и др. Влияние эрозионных процессов на поверхности терриконов на окружающую среду. Уголь Украины. 2009. 7. 28–30.
79. Зубова Л. Г. Терикони: Монографія. Луганськ. 2015. 712 с.
80. Зубова Л. Г., Верех-Білоусова К. Й. Удосконалення утилізації відвальної породи вугільних шахт. Уголь Украины. 2011. 7. 40–42.
81. Исаков В. И. Причины внезапного увелечения притоков воды в шахты Львовско-Волынского бассейна. Уголь Украины. 1968. 7. 13–23.
82. Іванов Є. А. Геоєкологічна ситуація в межах Нововолинського гірничопромислового району та шляхи її покращення / І. П. Ковальчук, Є. А. Іванов, О. С. Терещук. Природа Західного Полісся та прилеглих територій. Луцьк: Волинський національний університет ім. Лесі Українки. 2010. 7. 3–10.
83. Іванов Є. А. Радіоекологічні дослідження. Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка. 2004. 143с

84. Іванов Є. Ландшафти гірничопромислових територій: Монографія. Львів: Видавничий. центр ЛНУ імені Івана Франка. 2007. 334 с.
85. Іванов Є., Ковальчук І. Аналіз структури землекористування і прояву небезпечних природно-антропогенних процесів в межах Львівсько-Волинського кам'яновугільного басейну за допомогою ГІС-технологій. Тернопіль: Тайп. 2010. 1 (27). 182–189.
86. Ігішев В. Г. Виділення індикаторних пожежних газів при окисленні вугілля на стадіях самонагрівання і беспламенного горіння / В. Г. Ігішев, П. А. Шлапаков. Вісник Наукового центру з безпеки робіт у вугільній промисловості. 2015. 4. 55–59.
87. Казнина Н. М., Титов А. Ф., Лайдинен Г. Ф., Батова Ю. В. Влияние кадмия на водный обмен растений ячменя. Тр. КарНЦ РАН. Сер. Экспериментальная биология. 2011. 3. 57–61.
88. Карабин В. В., Пиріжок С. В. Сезонна мінливість вмісту головних іонів у водах річки Західний Буг. Матеріали I Міжнародної науково-практичної конференції «Екологічна безпека як основа сталого розвитку суспільства». Львів: ЛДУ БЖД. 2012. 118–120.
89. Карпінець Л. І. Бріофітні угруповання та їх ренатуралізаційна роль на породних відвалах вугільних шахт Червоноградського гірничопромислового району. Дисертація на здобуття наукового ступеня кан. біол. наук. 03.00.16 – екологія. 2017. 153 с.
90. Качурин Н. М. Математическое моделирование предельно допустимых пылегазовых выбросов горных предприятий в атмосферу. Відомості Тульського державного університету. Науки про Землю. 2014. 4. 10–16.
91. Качурин Н. М. Оценка предельно допустимых пылегазовых выбросов горных предприятий в атмосферу. Безопасность труда в промышленности. – 2015. 3. 36–39.
92. Качурин Н. М., Левкин Н. Д., Комиссаров М. С. Геоэкологические проблемы угледобывающих регионов. Тула: Изд-во ТулГУ. 2011. 560 с.

93. Качурін Н. М., Воробйов С. А. Оцінка геоекологічних наслідків підземного видобутку корисних копалин. VI International Geomechanical Conference «Federation of the Scientific Engineering Unions in Bulgaria». Varna. 2014. 323–331.
94. Качурін Н. М., Воробйов С. А., Факторович В. В. Теоретичні положення і прогнози впливу на навколишнє середовище підземного видобутку корисних копалин. Відомості Тульського державного університету. Науки про Землю. 2013. 3. 45–57.
95. Качурін Н. М., Стась Г. В., Левін А. Д. Аеродинаміка породних відвалів вугільних шахт. Відомості ТулГУ. Науки про Землю. 2016. 1. 3–23.
96. Клименко М. О. Моніторинг довкілля. Практикум / М. О. Клименко, Н. В. Кнорр, Ю. В. Пилипенко. К.: Кондор, 2012. 284 с.
97. КНД 211.1.0.009-94. Гідросфера. Відбір проб для визначення складу і властивостей стічних і технологічних вод.
98. КНД 211.1.4.023-95. Методика фотометричного визначення нітрит-іонів з реактивом Грісса в поверхневих та очищених стічних водах.
99. КНД 211.1.4.039. Методика гравіметричного визначення завислих (суспензованих) речовин в природних та стічних водах.
100. КНД 211.1.4.027-95. Методика фотометричного визначення нітратів з саліциловою кислотою в поверхневих та біологічно очищених водах.
101. КНД 211.1.4.034-95. Методика фотометричного визначення загального заліза в поверхневих та стічних водах.
102. Коваленко А. А. Дослідження міграційної активності важких металів на територіях розміщення породних відвалів / А. А. Коваленко, А. В. Павличенко. Збірник наукових праць Національного гірничого університету. 2013. 40. 167-173.
103. Козир Д. А. Процеси окиснення в зонах ерозії відвалів вугільних шахт. Збірник праць Міжнародної наукової конференції «Проблеми екологічної безпеки». Кременчук. 2014. 60–62.
104. Козир Д. О. Аналіз впливу зовнішніх факторів на результати температурного контролю теплового стану породних відвалів. Проблеми

екології: Загальнодержавний науково-технічний журнал. Донецьк. 2013. 2 (32). 69–75.

105. Козир Д. О. Процеси ерозії в зонах окиснення відвалів вугільних шахт / Д. О. Козир, В. К. Костенко. Екологія людини. Збірник матеріалів VIII науково-теоретичної конференції. Житомир. 2014. 1. 47–49.

106. Козырь Д. А. Усовершенствование методов контроля температуры при обеспечении экологической безопасности породных отвалов угольных предприятий. Проблемы природопользования и экологическая ситуация: Материалы VII Междунар. науч. конф. Белгород». 2017. 339–342.

107. Копій М. Л. Відтворення порушених ландшафтів Яворівського району фітомеліоративними методами. Зб. матеріалів 64 наук. - техн. конф. студентів і аспірантів НЛТУ України, студентів коледжів та слухачів Малої лісової академії. Львів: 2012. 92.

108. Копій М. Л., Гончар В. М., Копій С. Л. та ін. Фітомеліоративна роль рослинного покриву у відтворенні деастрованих земель в межах сірчаних розробок Західного Лісостепу : монографія. Рівне: НУВГП, 2019. 230 с.

109. Копій М. Л., Копій Л. І. Вплив рослинності на перерозподіл органічних речовин та хімічних елементів у техноземах Яворівського сірчаного кар'єру. Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України. 2016. 26 (5). 194–204.

110. Крот Ю. Г. Использование высших водных растений в биотехнологиях очистки поверхностных и сточных вод. Гидробиологический журнал. 2006. Том 42 (1). 76–91.

111. Кузік І. М. Вплив породних відвалів шахт на компоненти довкілля та визначення можливостей щодо його зменшення. Екологія та природокористування: збірник наукових праць. 2012. 15. 31–35.

112. Кузярін О. Т. Бріофлора вугільних відвалів Львівсько-Волинського промислового регіону. Біологічні Студії (Studia Biologica). 2013. 7 (1). 105–114.

113. Кузярін О.Т. Порівняльний аналіз флори вугільних відвалів Львівсько-Волинського гірничопромислового регіону. Біологічні Студії. Studia Biologica. 2012. 6 (2). 189–198.

114. Кучерявий В. П. Витоки і шляхи розвитку урбоекології та фітомеліорації як нових екологічних дисциплін. Науковий вісник УкрДЛТУ. Збірник наук.-техн. праць. Проблеми урбоекології та фітомеліорації. Львів. 2003. 13.5. 16-22.
115. Кучерявий В. П. Екологія : підручник [для студ. ВНЗ]. Львів: Світ. 2000. 500 с.
116. Кучерявий В. П. Фітомеліорація. Львів: Видавництво «Світ». 2003. 540 с.
117. Кучерявий В. П., Геник Я. В., Дида А. П. Рекультивация та фітомеліорація: навчально – методичний посібник. Львів: Видавництво НЛТУ України. 2006. 116 с.
118. Ладыженский В. Н. Фитотехнология – эффективный и экономичный метод очистки сточных вод, восстановления и поддержания качества природных вод [Электронный ресурс]: – Режим доступа http://eo.net.ua/article_05.php
119. Леонов П.А., Сурначев Б.А. Породные отвалы угольных шахт. М.: Недра, 1970. 112 с.
120. Лукашов Д. В. Інструментальні методи дослідження якості довкілля (курс лекцій). К: Ніка-Принт. 2018. 102 с.
121. Лукиных Н. А., Лимпан Б. Л., Криштул В. П. Методы доочистки сточных вод. М., Стройиздат. 1974. 96 с.
122. Маджд С. М. Досвід експлуатації гідрофітних споруд в Україні та світі. Наукоємні технології. 2016. 2 (30). 228–231.
123. Мазницька О. В. Чинники фітотоксичного впливу ґрунтів відвалів гірських порід / О. В. Мазницька, В. Г. Крамаренко, В. І. Орел. Нові технології. 2011. 1. 127–130.
124. Макаришина Ю. И. Повышение экологической безопасности породных отвалов угольных шахт Донбасса с помощью физических и фитомелиоративных методов: автореф. дисс.... канд. с.-г. наук: спец. 06.03.03. Агролесомелиорация, защитное лесоразведение и озеленение населенных пунктов, лесные пожары и борьба с ними. Волгоград. 2015. 23 с.
125. Макеева Д. О. Екологічна небезпека породних відвалів та шляхи вирішення проблеми. Проблеми екології. 2013. 1 (31). 43 – 48.

126. Мандрик В. О. Екологічні проблеми гірничодобувних підприємств Львівсько-Волинського вугільного басейну і шляхи їх вирішення. Науковий вісник. Український державний лісотехнічний університет. 2004. 14 (7). 347–350.
127. Мандрик В. О. Фітомеліорація земель, порушених гірничодобувною галуззю у Львівсько-Волинському вугільному басейні. Заповідна справа в Галичині, на Поділлі та Волині. Науковий вісник. 2014. Випуск 14 (8). 412–416.
128. Манько А. Львівсько-Волинський вугільний басейн як промисловий район. Вісник Львівського університету. Серія географія. 2008. 35. 233–238.
129. Мелехин А. Г. Анализ существующих биоинженерных сооружений очистки поверхностного стока / А. Г. Мелехин, И. С. Щукин. Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура. 2013. 2. 40–51.
130. Мельников В. С. Минералогенезис в горящих угольных отвалах: фундаментальные и прикладные аспекты неоминералогии / В. С. Мельников, Е. Е. Греченовская. Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія «Гірничо-геологічна». 2004. 81. 30-36
131. Міронова Н. Г. Фітомеліоративні властивості рослинності техногенних водойм культурфітоценозів східної частини Малого Полісся. Науковий вісник НУБіП України. 2012. 171. 71–76.
132. Міронова Н. Г. Фітомеліорація техногенних водойм Малого Полісся: автореферат на здобуття наукового ступеня доктора с.-г. наук. Львів. 2015. 40 с.
133. Момчилов В. С. Защита шахт от подземных вод. М.: Недра. 1989. 189 с.
134. Назаровець У. Р. Мікоризоутворювачі та гриби-симбіонти у фітомеліорації ґрунтів, забруднених сіркою: автореферат на здобуття наукового ступеня кандидата с.-г. наук. Львів. 2013. 18 с.
135. НПАОП 10.0-5.21-04. Інструкція із запобігання самозапалюванню, гасіння та розбирання породних відвалів.
136. Офіційний сайт Нововолинської міської ради: <https://nov-rada.gov.ua/>.
137. Павличенко А. В. Дослідження екологічних наслідків розміщення вугледобувних підприємств у навколишньому середовищі / А. В. Павличенко, А. А. Коваленко. Розробка родовищ: Збірник наукових праць. 2014. 8. 498–507.

138. Павличенко А. В. Екологічна небезпека породних відвалів ліквідованих вугільних шахт / А. В. Павличенко, А. А. Коваленко. Геотехнічна механіка. Інститут геотехнічної механіки ім. М. С. Полякова НАН України. 2013. 110. 114–120.
139. Панас Р. М. Рекультивація земель: навч. посібн. Львів: Новий світ – 2000. 2005. 224 с.
140. Паньків Р. Екологічна оцінка якості вод верхньої частини басейну Західного Бугу / Р. Паньків, М. Кость, І. Сахнюк, В. Гарасимчук, О. Майкут, Р. Козак, О. Пальчикова. Геологія і геохімія горючих копалин. 2013. 1-2 (162-163). 107–116.
141. Параняк Р. П. Механізми формування екологічного ризику антропогенного забруднення малих річок Львівської області / Р. П. Параняк, Т. П. Осташа. Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С. З. Гжицького. 2014. 16, 3 (60). Ч. 3. 371–379.
142. Парпан В. І., Миленка М. М. Методологічні аспекти оцінки екологічного стану урбанізованих і техногенно змінених територій. Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. Дніпропетровськ. 2010. 18 (2). 61–68.
143. Петрова Л. О. Вплив на навколишнє середовище відходів вуглевидобутку і вуглепереробки. Геологічний журнал. 2002. 2. 81–87.
144. Петрушка І. М. Математичне моделювання ресурсозберігаючих технологій очищення стічних вод / І. М. Петрушка, О. І. Мороз, К. І. Петрушка. Актуальні проблеми економіки. 2016. 4 (178). 433–439.
145. Петрушка І. М. Раціональне використання природно-ресурсного потенціалу для забезпечення екологічної безпеки водного середовища / І. М. Петрушка, О. І. Мороз. Стратегія оптимального розвитку. Харків. 2015. 286–288.
146. Піндер В. Ф., Попович В. В. Моніторинг девастрованих ландшафтів Львівсько-Волинського вугільного басейну. Матеріали XIII Міжнародної науково-техн. конференції «Авіа-2017». м. Київ. 19-21 квітня 2017 р. 30–33.
147. Піндер В. Ф., Попович В. В. Особливості термічних режимів у породних відвалах вугільних шахт. Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій: Матеріали VIII Міжнародної науково-практичної

конференції. Черкаси: ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України. м. Черкаси. 18-19 травня 2017 року. 234–235.

148. Попа Ю. М. Особливості первинного ґрунтоутворення на поверхні териконів вугільних шахт Донбасу. Ґрунтознавство. 2010. 11 (1-2). 66–72.

149. Попович В. В. Про порушення гідрогеологічного режиму гірничодобувних територій унаслідок закриття шахт. Науковий вісник НЛТУ України. 2008. 18 (6). 87–93

150. Попович В. В. Снижение техногенного прессинга полиэлементных аномалий девастированных ландшафтов путем фитомелиоративного восстановления. Біологічний вісник МДПУ, 2016. 1. 94-114.

151. Попович В. В., Волощишин А. І. Екологічні особливості формування фітомеліоративного вкриття на териконах вугільних шахт. Матеріали І Всеукраїнської наукової конференції «Актуальні питання техногенної та цивільної безпеки України». м. Миколаїв. 2018. 86.

152. Попович В. В., Піндер В. Ф. Особливості проведення гірничотехнічного етапу рекультивації териконів у межах Львівсько-Волинського вугільного басейну. Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності. 2016. 14. 93-101.

153. Попович В.В. Терикони Нововолинського гірничопромислового району та їхній вплив на довкілля. Національний лісотехнічний університет України. 2009. 19. 136–140.

154. Попович В.В. Фітомеліорація згасаючих териконів Львівсько-Волинського вугільного басейну: монографія. 2014. 174 с.

155. Почтарук І. С Реструктуризація вугільної промисловості Західного регіону України у контексті світового досвіду / П. В. Жук, І. С. Почтарук. Регіональна економіка. 2015. 1. 167–175.

156. Почтарук І. С. Тенденції розвитку вугільної промисловості Західного регіону України. Збірник наукових праць Національного університету кораблебудування. Миколаїв: НУК. 2014. 2 (452). 43–48.

157. Правила безпеки у вугільних шахтах НПАОП 10.0–1.01–10 Наказ Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого

- нагляду від 22.03.2010 року № 62. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0398-10#Text>
158. Прокопов В. О. Питна вода України: медико-екологічні та санітарно-гігієнічні аспекти. К.: Медицина. 2016. 400 с.
159. Радченко В. В. Стан породних відвалів вітчизняних вугільних шахт / В. В. Радченко, В. А. Куліш, Є. В. Чепіга, В. С. Сторожчук. Вугілля України. 2013. 12. 44–45.
160. Рио-де-Жанейрская декларация по окружающей среде и развитию. Принята Конференцией ООН по окружающей среде и развитию, Рио-де-Жанейро, 3-14 июня 1992 года. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/995_455.
161. Садчиков А.П. Гидробиотаника Прибрежно-водная растительность: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. М.: Академия. 2005. 240 с.
162. Сметана С. М. Екологічна класифікація техногенних ландшафтів гірничодобувних регіонів. Екологія і природокористування. 2008. 11. 30–41.
163. Стратегія розвитку Волинської області на період до 2027 року. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://voladm.gov.ua/article/strategiya-rozvitku-volinskoyi-oblasti-na-period-do-2027-roku/>
164. Суярко В. Г. Перспективи очищення та захоронення технологічних та шахтних вод / В. Г. Суярко, О. А. Улицький. Донецький вісник наукового товариства ім. Шевченка. Точні науки. Техніка. Гірництво. 2010. 29. 83–86.
165. Терещук О. С. Вплив відвалів гірничодобувної промисловості на навколишнє середовище Нововолинського гірничопромислового району. Вісник Львівського університету. Серія Географічна. 2007. 34. 279–285.
166. Терещук О. С. Географічні засади оптимізації геоекологічного стану природно-господарських систем Нововолинського гірничопромислового району: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. геогр. наук: спец. 11.00.11 «Конструктивна географія і раціональне використання природних ресурсів». Чернівці. 2008. 20 с.
167. Тимофеева С. С. Биотехнология обезвреживания сточных вод. Хим. и технол. Воды. 1995. 17 (5). 525-532.

168. Указ Президента України від 12.01.2015 № 5/2015 «Про Стратегію сталого розвитку «Україна – 2020». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/5/2015>.
169. Фурдичко О. І, Бойко А. Л. Екологічна безпека агропромислового виробництва: монографія. К.: ДІА. 2013. 416 с.
170. Харкевич В. В. Проблема охорони водних ресурсів Західного регіону України / В. В. Харкевич, П. М. Ніколенко. Екологія. Право. Людина. 2013. 19-20. 77–93.
171. Чеботарьов О. М. Аналітична хімія. Якісний та кількісний аналіз: методичні вказівки до лабораторних робіт. Одеський національний університет імені І. І. Мечникова. 2015. 84 с.
172. Чепіга Є. В. Використання водних ресурсів підприємствами вугільної галузі України / Є. В. Чепіга, А. А. Можаровська. Уголь Украины. 2013. 12. 50–52.
173. Чуб І. М. Мікробіологія і хімія води. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова. – 2019. 122 с.
174. Шепелева Н. И. Способ комплексной оценки токсичности осадков сточных вод и продуктов их обработки. Водные ресурсы и климат. Минск: БГТУ. 2017. 2. 99–104.
175. Шешуков Е. Г., Ибятков Р. И. Численное моделирование задачи конвективной диффузии в обход гидротехнического сооружения. «Математические методы в технике и технологиях-ММТТ–23». Саратов. гос. техн. ун-т. 2010. 11. 66–67.
176. Шмандій В. М. Управління екологічною безпекою на регіональному рівні (теоретичні та практичні аспекти): дисертація на здобуття доктора технічних наук: 21.06.01 «Екологічна безпека». Харків, 2003. 356 с.
177. Щегульна Я. О. Особливості хімічного складу та якості води річок басейну Південного Бугу / Я. О. Щегульна, В. М. Савицький. Науковий вісник Чернівецького університету. Географія. 2013. 655. 93–97.
178. Янишин С. Природні умови як один з основних чинників формування гідрологічного і гідрохімічного режиму річок басейну Західного Бугу. Вісник

Львівського національного аграрного університету. Серія: Агрономія. 2013. 17 (1). 93–100.

179. Anfal Arshi. Reclamation of coalmine overburden dump through environmental friendly method. Saudi Journal of Biological Sciences. 2017. 24. 371–378. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2015.09.009>.

180. Anfal Arshi. Reclamation of coalmine overburden dump through environmental friendly method. Saudi Journal of Biological Sciences. 2017. 24. 371–378. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2015.09.009>.

181. Borczak S. The hydrogeological properties of the matrix of the chalk in the Lublin coal basin (southeast Poland) / S. Borczak, J. Motyka, Bosh Pulido. Hydrol. Sci. Journ. 1990. 5. P. 523–534.

182. **Bosak P.** Spontaneous combustion of coal mine dumps in the Novovolynsk mining industrial area. The second round table: «Ecological impact of fire. Deforestation and forest degradation. Reclamation of devastated landscapes». Lviv. 2019. 3–5.

183. **Bosak P.**, Popovych V. Radiation-ecological monitoring of coal mines of Novovolinsk mining area. News of the National academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Geology and Technical Sciences. 2019. 5. 437. 132–137. <https://doi.org/10.32014/2019.2518-170X.134>.

184. **Bosak P.**, Popovych V., Stepova K. & Dudyn R. Environmental impact and toxicological properties of mine dumps of the Lviv-Volyn coal basin. News of the National academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Geology and Technical Sciences. 2020. 2. 440. 48–54. <https://doi.org/10.32014/2020.2518-170X.30>.

185. **Bosak P.**, Popovych V., Stepova K. & Marutyak S. Features of seasonal dynamics of hazardous constituents in wastewater from colliery spoil heaps of Novovolynsk mining area. News of the National academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Geology and Technical Sciences. 2020. 5. 443. 39–46. <https://doi.org/10.32014/2020.2518-170X.102>.

186. Deane-Coe K. K. Cyanobacteria associations in temperate forest bryophytes revealed by $\delta^{15}\text{N}$ analysis. *The Journal of the Torrey Botanical Society*. 2016. 143. 1. 50-57
187. DeLuca T. H. Feathermosses, nitrogen fixation and the boreal biome. *IBERS Knowledge-Based Innovations*. 2011. 4. 27-31.
188. Elyse V. Clark, Carl E. Zipper. Vegetation influences near-surface hydrological characteristics on a surface coal mine in eastern USA. *CATENA*. 2016. 139. 241–249. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2016.01.004>.
189. Frahm J. -P. Are bryophyte extracts inhibiting or promoting seed growth? / J.- P. Frahm, S. Risse, B. van Saan-Klein. *Archive for bryology*. 2012. 127. 1-10.
190. Gazda L. Hydrogeochemical Environment in the Lublin Coal Basin in East-Central Poland / L. Gazda, Z. Krzowski. *Proceedings, 4th International Mine Water Association Congress*. 1991. 1. 61–63.
191. Govindaparyi H. Bryophytes: indicators and monitoring agents of pollution / H. Govindaparyi, M. Leleeka, M. Nivedita, P. L. Uniyal. *Department of Botany, University of Delhi*. 2010. 35-41.
192. Grellmann D. Plant responses to fertilization and exclusion of graz-ers on an arctic tundra heath / D. Grellmann // *Oikos*, 2002. 98 (2). 190–204.
193. Grime J.P. Benefits of plant diversity to ecosystems: immediate, filter and founder effects / J.P. Grime // *Journal of Ecology*. 1998. 86 (6). 902–910.
194. Gundale M. J. The interactive effects of temperature and light on biological nitrogen fixation in boreal forests / M. J. Gundale, M. Nilsson, S. Bansal, A. Jäderlund. *New Phytologist*. 2012. 194 (2). 453-463.
195. Hall K. Rock albedo and monitoring of thermal conditions in respect of weathering: some expected and some unexpected results / K. Hall, B.S. Lindgren, P. Jackson // *Earth Surface Processes and Landforms*. 2005. 30. 801–811.
196. Hattenschwiler S. Biodiversity and litter decomposition in terrestrial ecosystems / S. Hattenschwiler, A.V. Tiunov, S. Scheu // *Ann. Rev. Ecol. of Evol. and System*. 2005. 36. 191–218.
197. Iudin D.I. Multifractality in ecological monitoring / D.I. Iudin, D.B. Gelashvily // *Nuclear instruments & methods in physics research*. 2003. Sect. A, 502. 799–801.

198. Johnson C. Mine soil properties of 15 abandoned mine soil sites in West Virginia / C. Johnson, J. Scousen // *Journal of Environmental Quality*. 1995. 24 (4). 635–643.
199. Johnson C. Natural revegetation of 15 abandoned mine land sites in West Virginia / C. Johnson, J. Scousen // *Journal of Environmental Quality*. 1994. 23 (6). 1224–1230.
200. Johnston A. E. The Importance of Potassium in Soil and Plants. Fertilizer association of Ireland. Proceedings of Spring Scientific Meeting. “Balancing Nutrient Supply – Best Practice and New Technologies”. 2010. 45. 2-17.
201. Kelepertsis A. Environmental geochemistry of soils and waters of Susaki area, Korinthos, Greece / A. Kelepertsis, D. Alexakis, I. Kita // *Environmental Geochemistry and Health*. 2001. 23. 117–135.
202. Kip N. Detection, isolation, and characterization of acidophilic methanotrophs from Sphagnum mosses / N. Kip, W. Ouyang, J. van Winden, A. Raghoebarsing, L. van Niftrik, A. Pol, Y. Pan, L. Bodrossy, E. G. van Donselaar, G-J. Reichart et al. *Applied and Environmental Microbiology*. 2011. 77. 5643-5654.
203. Kirin, R.. Statutory and regulatory requirements in the process of mineral mining in Ukraine. Review and analysis. *Mining of Mineral Deposits*. 2019 13 (2). 59–65. <https://doi.org/10.33271/mining13.02.059>
204. Kołodziej B. Podstawowe właściwości chemiczne gleby antropogenicznej na terenie po otworowej kopalni siarki / B. Kołodziej // *Roczniki AR. Melior. Inż. Środ.* 2005. CCCLXV, 26. 217–222.
205. Kuzmishyna S., Hnatysh S., Moroz O., Karpinets L., Baranov V. Microbiota of the coal pit waste heaps of Chervonograd mining region. *Вісник Львівського університету. Сер. біол.* 2014. 67. 234–242.
206. Limstrom L.A. Forestation of stripmined Land in Central states / L.A. Limstrom // *Agriculture. Handbook*: 1960. 166 p.
207. Malanchuk, Ye., Korniienko, V., Moshynskyi, V., Soroka, V., Khrystyuk, A., & Malanchuk, Z. Regularities of hydromechanical amber extraction from sandy deposits. *Mining of Mineral Deposits* 2019. 13 (1). 49–57. <https://doi.org/10.33271/mining13.01.049>
208. Malanchuk, Z., Korniienko, V., Malanchuk, Ye., Soroka, V., & Vasylichuk, O. Modeling the formation of high metal concentration zones in man-made deposits.

- Mining of Mineral Deposits. 2018. 12 (2). 76–84.
<https://doi.org/10.15407/mining12.02.076>
209. Marska B. Wpływ biohumusu na mikroflorę wierzchniej warstwy hatdy fosfogipsu / B. Marska, B. Gdula, K. Malinowska. Folia Univ. agr. Stetin. Agr. 1999. 78. 161–165.
210. Meshcheryakov L.I., Shirin A.L. Reclamation Technology of Land Destroyed by Mining and Logistics Monitoring Criteria. Procedia Earth and Planetary Science. 2011. 3. 62–65. <https://doi.org/10.1016/j.proeps.2015.08.077>.
211. Mianovski A. Thermokinetic analysis of the decomposition of Ukrainian coals from the Donetsk Basin / A. Mianovski, L. Butuzova, T. Radko, O. Turchanina // Bulletin of Geosciences. 2005. 80 (1). 39–43.
212. Michalczyk Z. Anthropogenic changes in water conditions in the Lublin Area / Z. Michalczyk, M – J. Los. Geographia Polonica. 1997. 68. 81–97.
213. Michalczyk Z. The hydrological consequences of human impact in the Lublin Region / Z. Michalczyk, K. Mięsiak-Wojcik, J. Sposob, M. Turczynski. Annales UMCS, Geographia, Geologia, Mineralogia et Petrographia. 2012. (1). 63–78.
214. Petlovanyi, M., Kuzmenko, O., Lozynskiy, V., Popovych, V., Sai, K., & Saik, P. (2019). Review of man-made mineral formations accumulation and prospects of their developing in mining industrial regions in Ukraine. Mining of Mineral Deposits. 13 (1). 24–38. [DOI: 10.33271/mining13.01.024](https://doi.org/10.33271/mining13.01.024).
215. Petlovanyi, M., Lozynskiy, V., Zubko, S., Saik, P., & Sai, K. The influence of geology and ore deposit occurrence conditions on dilution indicators of extracted reserves. Rudarsko Geolosko Naftni Zbornik. 2019. 34 1. 83–91.
<https://doi.org/10.17794/rgn.2019.1.8>
216. Popovych V., Stepova K., Voloshchyshyn V. & **Bosak P.** Physico-Chemical Properties of Soils in Lviv Volyn Coal Basin Area. E3S Web Conference. IVth International Innovative Mining Symposium. 105, 02002. 2019.
<https://doi.org/10.1051/e3sconf/201910502002>.
217. Popovych V.V., Henyk Ya.V., Voloshchyshyn A.I., Sysa L.V. Study of physical and chemical properties of edaphotopes of the waste dumps at coal mines in the

- Novovolynsk mining area. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2019. 5. 122–129. <https://doi.org/10.29202/nvngu/2019-5/19>.
218. Popovych, V., Kuzmenko, O., Voloshchyn, A., Petlovanyi, M. (2018). Influence of man-made edaphotopes of the spoil heap on biota. *E3S Web of Conferences*. 60. 00010. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20186000010>
219. Porada P. Estimating global carbon uptake by lichens and bryophytes with a process-based model / P. Porada, B. Weber, W. Elbert, U. Puschl, A. Kleidon. *Biogeosciences*. 2013. 10 (11). 6989–7033.
220. Ranjan, V., Sen, P., Kumar, D. et al. Enhancement of mechanical stability of waste dump slope through establishing vegetation in a surface iron ore mine. *Environ Earth Sci*. 2017. 76: 35. <https://doi.org/10.1007/s12665-016-6350-6>.
221. Rousk K. Moss-cyanobacteria associations as biogenic sources of nitrogen in boreal forest ecosystems / K. Rousk, D. L. Jones, T. H. DeLuca. *Front Microbiol*. 2013. 4.
222. Sinay H. Proline and total soluble sugar content at the vegetative phase of six corn cultivars from Kisar Island Maluku, grown under drought stress conditions / H. Sinay, R. L. Karuwal. *International Journal of Advance Agricultural Research*. 2014. 2. 77-82.
223. Voitovych S. P. Geochemistry of mine waters in Chervonograd Mining Region / Svitlana Voitovych, Andriy Senkovsky. 3rd Intern. Students Geol. Conf.: abstracts. Lviv: Ivan Franko National University of Lviv. 2012. 44–45.
224. Voitovych S. P. Mine waters as one of the factors of pollution of the environment in Chervonograd mining industrial area. 4th Intern. Students Geol. Conf.: Conf. Proceed. Brno: Masarykova univerzita. 2013. 147.
225. Xiaoyang Liu, Wei Zhou, Zhongke Bai. Vegetation coverage change and stability in large open-pit coal mine dumps in China during 1990–2015. *Ecological Engineering*. 2016. 95. 447–451. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2016.06.051>.

ДОДАТКИ

Додаток А. Список опублікованих праць за темою дисертації *Статті у наукових фахових виданнях, які індексуються міжнародною наукометричною базою Scopus:*

1. **Bosak P.**, Popovych V., Stepova K. & Marutyak S. Features of seasonal dynamics of hazardous constituents in wastewater from colliery spoil heaps of Novovolynsk mining area. News of the National academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Geology and Technical Sciences. 2020. 5. 443. 39-46. <https://doi.org/10.32014/2020.2518-170X.102>.
2. **Bosak P.**, Popovych V., Stepova K. & Dudyn R. Environmental impact and toxicological properties of mine dumps of the Lviv-Volyn coal basin. News of the National academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Geology and Technical Sciences. 2020. 2. 440. 48-54. <https://doi.org/10.32014/2020.2518-170X.30>.
3. **Bosak P.**, Popovych V. Radiation-ecological monitoring of coal mines of Novovolinsk mining area. News of the National academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Geology and Technical Sciences. 2019. 5. 437. 132-137. <https://doi.org/10.32014/2019.2518-170X.134>.
4. Popovych V., Stepova K., Voloshchyshyn V. & **Bosak P.** Physico-Chemical Properties of Soils in Lviv Volyn Coal Basin Area. E3S Web Conference. IVth International Innovative Mining Symposium. 2019. 105, 02002. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201910502002>.

Статті у наукових фахових виданнях України:

5. **Босак П. В.**, Попович В. В., Піндер В. Ф., Стокалюк О. В. Температура займання та самозаймання найпоширеніших деревних порід териконів. Науковий вісник НЛТУ України. 2020. 30, 5. 53-58 <https://doi.org/10.36930/40300509>.

Особистий внесок – розрахунок параметрів температури самозаймання та займання деревних порід на шахтних териконах.

6. **Босак П. В.**, Попович В. В. Еко-геоінформаційна технологія захисту довкілля від підтериконових вод Нововолинського гірничопромислового

району. Науково-практичний журнал Екологічні науки. 2020. 4 (31). 96-102.
<https://doi.org/10.32846/2306-9716/2020.eco.4-31.14>.

Особистий внесок – аналіз захисту довкілля від підтериконових вод Нововолинського гірничопромислового району.

7. **Босак П. В.**, Стокалюк О. В., Корольова О. Г., Попович В. В. Управління екологічною безпекою у проектах розвитку гірничопромислових комплексів. Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності. 2020. 22. 5-11. <https://doi.org/10.32447/20784643.22.2020.01>.

Особистий внесок – статистичний аналіз управління екологічною безпекою у гірничопромислових комплексах.

8. **Босак П. В.** Фізико-хімічні властивості стічних вод з технологічних відвалів Нововолинського гірничопромислового району. Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності. 2018. 18. 117–124.
<https://doi.org/10.32447/20784643.18.2018.13>

Публікації апробаційного характеру:

1. **Босак П. В.**, Попович В. В., Стокалюк О.В. Фітотоксичність териконів Львівсько-Волинського вугільного басейну. Міжнародний науковий симпозіум «Сталий розвиток – стан та перспективи». Львів-Славське. 12-15 лютого 2020 року. 158–160.

Особистий внесок – аналіз фітотоксичності териконів.

2. **Босак П. В.**, Попович В. В. Вплив відвалів шахтних териконів Нововолинського гірничопромислового району на ґрунт. 6 Міжнародний конгрес Сталий розвиток: захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване Природокористування. м. Львів. 23–25 вересня 2020 року. 54.

Особистий внесок – аналіз впливу відвалів вугільних шахт на ґрунт.

3. **Босак П. В.**, Попович В. В. Загрози у сфері екологічної та техногенної безпеки шахтних териконів Нововолинського гірничопромислового району на довкілля. Матеріали II Всеукраїнської наукової конференції «Актуальні питання техногенної та цивільної безпеки України». м. Миколаїв. 18-19 вересня 2020 року. 56–57.

Особистий внесок – оцінка екологічної та техногенної безпеки Нововолинського гірничопромислового району.

4. **Босак П. В.,** Попович В. В., Корольова О. Г. Проектування інженерної споруди біоплато на технологічних відвалах вугільних шахт. Матеріали XVIII Міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми екологічної безпеки». м. Кременчук. 06-08 жовтня 2020 року. 27–32.

Особистий внесок – оцінка біоплато на технологічних відвалах вугільних шахт Нововолинського гірничопромислового району.

5. **Bosak P.** Spontaneous combustion of coal mine dumps in the Novovolynsk mining industrial area. The second round table: «Ecological impact of fire. Deforestation and forest degradation. Reclamation of devastated landscapes». Lviv. 2019.3-5.

6. **Босак П. В.** Екологічна небезпека шахтних породних відвалів в умовах урбанізованого середовища. Міжнародна науково-практична конференція «Сучасний стан і перспектива розвитку ландшафтної архітектури, садово-паркового господарства, урбоекології та фітомеліорації. З нагоди 80-ліття від дня народження професора В.П. Кучерявого». м. Львів. 4-5 квітня 2019 року. 212–214.

7. **Босак П. В.,** Попович В. В. Антропогенний вплив відвалів вугільних шахт в межах Малого Полісся. Міжнародна науково-практична конференція Подільські читання: Екологія, охорона довкілля, збереження біотичного та ландшафтного різноманіття: наука, освіта, практика. м. Хмельницький. 10-12 жовтня 2019 року. 7–9.

Особистий внесок – оцінка антропогенного впливу відвалів вугільних шахт Нововолинського гірничопромислового району.

8. **Босак П. В.,** Попович В. В. Вплив стічної води з відвалів вугільних шахт Львівсько-Волинського вугільного басейну на довкілля. Матеріали III Міжнародної науково-технічної конференції «Водопостачання і водовідведення. Проектування, будівництво, експлуатація, моніторинг». м. Львів. 23-25 жовтня 2019 року. 165–166.

Особистий внесок – статистичні дані стічної води на довкілля.

9. **Босак П. В.,** Попович В. В. Методологія екологічної оцінки стічної води вугільних шахт. Матеріали XVII Міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми екологічної безпеки». м. Кременчук. 2-4 жовтня 2019 року. 13–17.

Особистий внесок – аналіз методики екологічної оцінки стічної води.

10. **Босак П. В.,** Попович В. В. Очистка стічних вод методом біоплато з териконів Нововолинського гірничопромислового району. Матеріали I Міжнародної науково-практичної конференції «Екологічна безпека об'єктів туристично-рекреаційного комплексу». м. Львів: ЛДУ БЖД. 5-6 грудня 2019. 78–79.

Особистий внесок – розрахунок стічної води методом біоплато з відвалів вугільних шахт.

11. **Босак П. В.** Характеристика Нововолинського вуглепромислового району. Матеріали III Міжнародної науково-практична конференція — Екологічна безпека як основа сталого розвитку суспільства. Європейський досвід і перспективи. Львів: ЛДУБЖД. 2018. 18-19.