

Використання потенціалу гідробіонтів для конверсії біосировини та забруднень стічних вод

Использование потенциала гидробиионтов для конверсии биосырья и загрязнений сточных вод

Using of the potential of hydrobionts for the conversion of biosources and wastewater pollution

1. Номер державної реєстрації – 0117U002389

2. Науковий керівник – д.х.н., проф. Кузьмінський Є.В., Кузьминский Е.В., Kuzminskiy Ye. V.

3. Суть розробки, основні результати.

(укр.)

Розроблено нову технологію переробки біосировини з отриманням енергоносіїв при одночасному очищенні стічних вод рибницьких господарств із замкнутим циклом водозабезпечення. Створено замкнений цикл переробки відходів, в якому на кожній стадії селекціоновано необхідну асоціацію мікроорганізмів. Запропоновано очищення стічної води від біогенних елементів за допомогою мікроводоростей, метаболізм яких керовано змінюється з метою підвищеного виходу триацилгліцеролів – сировини для отримання біодизельного палива. Відходи мікроводоростей та культуральне середовище запропоновано використовувати для вирощування риби. Кінцевою продукцією запропонованої біотехнології є організми вищих трофічних рівнів, приріст біомаси яких можна утилізувати як корм риbam. Високі кондиції якості очищеної води дають змогу мінімізувати скид у природні водойми та значно збільшити рівень рециркуляції (до 90-95%). Встановлено, що культивування ряскових в очисних спорудах – установках із замкнутим циклом водозабезпечення (УЗВ) дозволяє трансформувати в цінну для риб білкову біомасу 97-99% розчинених сполук нітрогену та фосфору, внаслідок чого на 15-20% знижується потреба у кормах, зменшуються витрати на очищення води та обсяги утворених відходів. Визначено, що рівень мінералізації утворених осадів досягає 65-70%. Висока кормова цінність олігохет дозволяє суттєво знизити витрати на корми для молодших вікових груп риб, що позитивно відображується на собівартості вирощеної продукції. Визначено параметри біотехнологічного процесу культивування мікроводорості *Chlorella vulgaris* з підвищеним вмістом ліпідної фракції для отримання біодизельного палива за використання екстракту пташиного посліду. З метою підвищення виходу водню вперше запропоновано поєднати ферментативний процес переробки низькопотенційної біоенергетичної сировини з біопаливним елементом, за використання якого одночасно можна одержати біопаливо і електричну енергію.

(рос.)

Разработана новая технология переработки биосырья с получением энергоносителей при одновременной очистке сточных вод рыбоводческих хозяйств с замкнутым циклом водоснабжения. Создан замкнутый цикл переработки отходов, в котором на каждой стадии селекционирована необходимая ассоциация микроорганизмов. Предложена очистка сточной воды от биогенных элементов с помощью микроводорослей, метаболизм которых управляемо меняется с целью повышенного выхода триацилглицеролов - сырья для получения биодизельного топлива. Отходы микроводорослей и культуральную среду предложены для использования для выращивания рыбы. Конечной продукцией предлагаемой биотехнологии являются организмы высших трофических уровней, прирост биомассы которых можно утилизировать как корм рыбам. Высокие кондиции качества очищенной воды позволяют минимизировать сброс в природные водоемы и значительно увеличить уровень рециркуляции (до 90-95%). Установлено, что культивирование рясковых в очистных сооружениях УЗВ позволяет трансформировать в ценную для рыб белковую биомассу 97-99% растворенных соединений азота и фосфора, в результате чего на 15-20% снижается потребность в кормах, уменьшаются затраты на очистку воды и объемы образуемых отходов. Определено, что уровень минерализации образованных осадков достигает 65-70%. Высокая кормовая ценность олигохет позволяет существенно снизить затраты на корма для младших возрастных групп рыб, положительно отражается на себестоимости выращенной продукции. Определены параметры

биотехнологического процесса культивирования микроводоросли *Chlorella vulgaris* с повышенным содержанием липидной фракции для получения биодизельного топлива за использование экстракта птичьего помета. С целью повышения выхода водорода впервые предложено совместить ферментативный процесс переработки низкопотенциальной биоэнергетического сырья с биотопливным элементом, за использование которого одновременно можно получить биотопливо и электрическую энергию.

(англ.)

A new technology of processing of bioremediation with obtaining energy carriers while simultaneously clearing sewage from fish farms with a closed cycle of water supply has been developed. A closed cycle of waste processing has been created, in which at each stage the necessary association of microorganisms is selected. The purification of sewage from biogenic elements is proposed with the help of microalgae, the metabolism of which is guided by change for the purpose of increased release of triacylglycerols (raw materials for biodiesel fuel production). Algae wastes and culture media are proposed for use in fish breeding. The final products of the proposed biotechnology are organisms of higher trophic levels, whose biomass growth can be utilized as feed for fish. High quality clean water conditions make it possible to minimize discharges into natural reservoirs and significantly increase recycling rates (up to 90-95%). It has been established that the cultivation of slashes in the treatment plants of UZV allows transformation of 97-99% of the dissolved nitrogen and phosphorus compounds into fish valuable for fish, resulting in a 15-20% decrease in the need for feed, reducing the cost of water purification and the volume of generated waste. It is determined that the level of mineralization of formed sediments reaches 65-70%. The high fodder value of oligochaetes can significantly reduce feed costs for younger age groups of fish, which is positively reflected in the cost of grown products. The parameters of biotechnological process of cultivating microalgae *Chlorella vulgaris* with high content of lipid fraction for obtaining biodiesel fuel for use of bird droppings extract are determined. In order to increase the hydrogen output, for the first time, it is proposed to combine the enzymatic process of processing low-potential bioenergy raw materials with a biofuel element, for which both biofuels and electric energy can be produced simultaneously

4. Наявність охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності.

1) Патент України на винахід № 114766 Спосіб очищення стічної води для одержання оборотної води для продукування біогазу з пташиного посліду / Голуб Н.Б., Козловець О.А.; Оп. 25.07.2017. – Бюл. №14.

2) Патент України на корисну модель № 118778 Пристрій для біологічного очищення стічних вод / Саблій Л.А., Кононцев С.В., Коренчук М.С. Патент України на корисну модель № 118778, МПК С02 F3/32; заявник і патентоутримувач НТУУ «КПІ»; № u2017 02267; заявл. 13.03.17; опубл. 28.08.17. Бюл. № 16

Подані заявки на охоронні документи

1. Подано заявку на патент на винахід: а 2016 03866 від 11.04.2016 «Спосіб культивування микроводоростей» / Голуб Н.Б., Левтун І.І.

2. Подано заявку на патент України на корисну модель u201809344 від 13.09.2018 Установка для отримання біогазу з жиромісних відходів / Голуб Н.Б., Шинкарчук М.В., Козловець О.А., Потапова М.В.

5. Порівняння зі світовими аналогами.

Результатом виконання роботи є нова технологія переробки біосировини (відходів тваринництва та рибницьких господарств, целюлозовмісних відходів) з отриманням енергоносіїв при одночасному очищенні стічних вод рибницьких господарств із замкнутим циклом водозабезпечення. При цьому було створено замкнений цикл переробки відходів, в якому на кожній стадії селекціонувався необхідна асоціація мікроорганізмів. Очищення стічної води від біогенних елементів здійснювалось за допомогою микроводоростей, метаболізм яких керовано змінюється з метою підвищеного виходу триацилгліцеролів – сировини для отримання біодизельного палива. Відходи микроводоростей та культуральне середовище запропоновано використовувати для вирощування риби.

Біотехнологія, яку було розроблено, перш за все може забезпечити більш ефективну трансформацію забруднень, що дозволить суттєво зменшити об'єми очисних споруд, витрати на відновлення якості води (на 10-25%), а також кількості утворених твердих відходів (на 40-50%). Кінцевою продукцією запропонованої біотехнології є організми вищих трофічних рівнів, приріст біомаси яких можна ефективно утилізувати як корм риbam. Високі кондиції якості очищеної води дозволяють мінімізувати скид у природні водойми та значно збільшити рівень рециркуляції (до 90-95%). Для тепловодних рибницьких господарств це додаткові позитивні чинники, які дозволять знизити витрати на терморегуляцію.

6. Економічна привабливість для просування на ринок.

- Розроблена технологія має додаткові переваги за рахунок економії капітальних витрат на спорудження блоку очищення води (близько 300 тис. грн.), це дозволяє ефективніше використати наявні кошти та скоротити термін окупності підприємства.
- Економічний ефект від впровадження розробленої технології для очищення оборотної води осетрового господарства супроводжується зниженням утворених відходів та зростанням рівня їх мінералізації. Реалізація багатостадійної технології очищення у запропонованому варіанті дозволить збільшити коефіцієнт повторного використання води з 0,85 до 0,90-0,92, що знизить витрати на перекачування, підігрів та водопідготовку підживлювальної води на 30-45%. Окрім того, температурний режим господарства дозволяє розглядати зведення фітореакторів з рясковими у відокремленому парниковому комплексі з прозорим дахом, що дозволить знизити енерговитрати на освітлення споруди та вирощувати додаткову рослинницьку продукцію.
- Річний економічний ефект від впровадженої технології залежно від виробничої потужності УЗВ та об'єкта вирощування може становити від 250 тис. грн. (для осетрового господарства потужністю 20 т/рік) до 880 тис. грн. (для сомового господарства потужністю 45 т/рік). Відповідно, відносна економічна ефективність, приведена до обсягів виробленої продукції в УЗВ згідно розрахунків становить 10-20 тис. грн. на 1 тону вирощеної риби на рік.
- Послідовне використання ферментативного та біоелектрохімічного процесів дозволяє підвищити вихід водню на 20% з 1 г сировини.

7. Потенційні користувачі.

Комунальні господарства (міські очисні споруди), підприємства харчової промисловості, легкої промисловості та сільське господарство, рибницькі господарства індустріального типу.

8. Стан готовності розробки.

Розроблено та виготовлено промислові та дослідно-промислові реактори для культивування гідробіонтів та очищення оборотної води УЗВ.

Розроблені та виготовлені лабораторні установки, відпрацьовані відповідні технології і розроблені технологічні рекомендації щодо запуску виробничо-експериментальних установок для очищення стічних вод та для культивування мікроводорості *Chlorella vulgaris*.

Можлива розробка дослідно-промислових фотобіореакторів для культивування *Chlorella vulgaris*, які адаптовані до існуючого основного обладнання і можуть бути впроваджені у промислове виробництво.

9. Існуючі результати впровадження.

1) Акт впровадження технологій біологічного очищення стічних вод в проєкті будівництва та реконструкції каналізаційних очисних споруд м. Дубно Рівненської області. – ПП «Екотехсервіс», 19.05.17 р

2) АКТ впровадження біоелектрохімічної технології генерування електричної енергії при біологічному очищенні стічних у проєкті будівництва очисних споруд кондитерської фабрики ПП «Аметист плюс» м. Дубно Рівненської обл.; Акт затвердження № БН від 10.10.2017.

3) АКТ впровадження біоелектрохімічної технології генерування електричної енергії в процесах біологічного очищення стічних вод в проєкті будівництва та реконструкції каналізаційних очисних споруд м. Дубно Рівненської області; Акт затвердження № БН від 30.10.2017

- 4) Впровадження біоелектрохімічної технології генерування електричної енергії при біологічному очищенні стічних вод у проекті реконструкції очисних споруд смт. Шацьк Волинської області; Акт затвердження № БН від 13.11.2017.
- 5) АКТ впровадження технології біологічного очищення циркуляційної води у проект господарства з вирощування осетрових в умовах УЗВ, ФОП Грицюк Д.О. 16.08.2017 р.
- 6) АКТ впровадження технології комплексного біологічного очищення циркуляційної води УЗВ для вирощування кларієвого сома, ТзОВ «Аква-Артис» від 10.03.17 р.
- 7) АКТ впровадження технології багатостадійного очищення оборотної води УЗВ з вирощування стерляді у проект будівництва виробничого комплексу. Фермерське господарство Надія, Рівненська обл., Рівненський район, с. Шпонів 14.05.18 р.

10. Назва підрозділу, телефон, e-mail.

Факультет біотехнології і біотехніки, кафедра екобіотехнології та біоенергетики,
тел./факс: +38 044 204 97 79, e-mail: ecobt@ukr.net

11. Фото розробки.



Біореактор для очищення оборотної води установки із замкнутим циклом водозабезпечення від органічних забруднень (промислова установка)



Фітореактор з рясковими для очищення оборотної води УЗВ від амонійного нітрогену та фосфатів (Дослідно-промислова установка)

12. Перелік публікацій за матеріалами досліджень за період виконання.

Дисертації:

1. Левтун І. І. Біотехнологія культивування мікроводоростей *Chlorella vulgaris* з підвищеним вмістом ліпідів : автореф. дис ... канд. техн. наук :03.00.20 / Ігор Ігорович Левтун . – Київ, 2017 – 24 с. (наук. кер-к. д.т.н., доц. Голуб Н.Б.).
2. Козловець О.А. Біотехнологія одержання біогазу при коферментації посліду птахів : автореф. дис. канд. техн. наук :03.00.20 / Олександр Анатолійович Козловець – Київ, 2018 – 24 с. (наук. кер-к. д.т.н., доц. Голуб Н.Б.).

Прийнято до захисту:

1. Кандидатську дисертацію Зубченко Л.С. на тему «Біотехнологічне отримання водню в біопаливному елементі з фотоелектрохімічним катодом» на здобуття наукового ступеня к.т.н. за спеціальністю 03.00.20 – біотехнологія (наук. кер-к. д.х.н., проф. Кузьмінський Є.В.). Дисертацію прийнято до Спеціалізованої вченої ради Д 26.002.28.
2. Докторську дисертацію Кононцева С.В. на тему «Багатостадійне біологічне очищення оборотної води індустріальних рибницьких господарств» на здобуття наукового ступеня д.т.н. за спеціальністю 05.17.21. – Технологія водоочищення (наук. конс. д.т.н., проф. Саблій Л. А.). Дисертацію прийнято до Спеціалізованої вченої ради Д 26.002.13
3. Докторську дисертацію Кравченка О. В. на тему «Біотехнологічні засади підвищення енергоресурсоефективності та екологічної безпеки процесів на об'єктах комунальної інфраструктури» на здобуття наукового ступеня д.т.н. за спеціальністю 3.00.20 – біотехнологія (наук. конс. д.х.н., проф. Кузьмінський Є.В.). Дисертацію прийнято до Спеціалізованої вченої ради Д 26.002.28.
4. Докторську дисертацію Квартенко О.М. на тему «Розробка наукових засад та удосконалення технологій кондиціонування складних багатокомпонентних підземних вод» на здобуття наукового ступеня д.т.н. за спеціальністю 05.17.21. – Технологія водоочищення (наук. конс. д.т.н., проф. Саблій Л. А.). Дисертацію прийнято до Спеціалізованої вченої ради Д 26.002.13.

Підручники:

1. Саблій Л.А., Бунчак О.М., Жукова В.С., Кононцев С.В. Обладнання та проектування в біоенергетиці та водоочищенні та управління безпекою праці / підручник для студ. спец. 162

«Біотехнології та біоінженерія» рекомєнд. Вченою радою КПІ ім. Ігоря Сікорського / під ред. Л.А. Саблій – 2-е вид., перероб. і доп.; Рівне: НУВГП, 2017 - 376 с.

2. Є. В. Кузьмінський, К. О. Щурська «Проблемні питання екобіотехнології та біоенергетики» [Електронний ресурс] : підручник для студ. спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія»/ КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 12,7 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 75 с. (Гриф надано Вченою радою КПІ ім. Ігоря Сікорського протокол № 5 від 14.05.2018 р.)

3. Щурська К.О., Кузьмінський Є.В. «Біоенергетика» підручник для студ. спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія» / КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 306 с. (Гриф надано Вченою радою КПІ ім. Ігоря Сікорського протокол № 10 від 12.11.2018 р.).

Монографії:

Колективні монографії:

1. Є. В. Кузьмінський, Саблій Л.А., К. О. Щурська Розділ «Створення енергоефективних технологій очищення стічних вод з одночасним одержанням енергоносіїв в біопаливних елементах» колективної монографії «Енергоефективність та енергозбереження: економічний, технічний та агроекологічний аспект». – Ухвалено Вченою радою Полтавської державної аграрної академії (протокол №17) від 15.05.2018р. – 928 с.

2. Shchurska K. O., Zubchenko L. S., Galkin O. Yu., Kuzminskiy Ye. V. Розділ «Recent developments and perspectives of development of microbial fuel cells in Ukraine» колективної монографії Promising Materials and Processes in Applied Electrochemistry – 2018 : Monograph / V. Z. Barsukov, Yu. V. Borysenko, V. G. Khomenko, O. V. Linyucheva; editor-in-chief V.Z. Barsukov. Kyiv.: KNUTD, 2018 – 310 p.

Статті:

що входять до наукометричних баз даних:

1. Голуб Н.Б., Денисюк П.Л., Драпой Д.І. Математичне моделювання вихода водороду при ферментації растительного сырья / Альтернативная энергетика и экология, 2017.- т. 216-218.- №04-06. С.80-89 (РИНЦ, РИФ, Google Scholar, VINITI, CROSS REF (DOI) тощо)

2. Zubchenko L., Kuzminskiy Ye. Characteristics of biofilm formation process in the bioelectrochemical systems, working in batch-mode of cultivation / L. Zubchenko, Ye. Kuzminskiy // Chem. Chem. Technol. – 2017. – Vol. 11. – №. 1. – P. 105–110. Режим доступу:

3. <http://science.lpnu.ua/sites/default/files/journal-paper/2017/may/687/fulltext735.pdf> (SCOPUS та ін.)

4. Blyashyna M., Zhukova V., Sabliy L. Processes of biological wastewater treatment for nitrogen, phosphorus removal by immobilized microorganisms / Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2018. - № 2/10 (92). – С. 30-37 (Scopus та ін.)

5. Konontcev S., Sabliy L., Kozar M., Korenchuk N. Treatment of recirculating water of industrial fish farms in phytoreactor with Lemnoideae // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2017. - № 5/10 (89). – С. 61-66. Режим доступу: <http://journals.uran.ua/eejet/article/view/111910> (Scopus та ін.)

6. Golub N., Shynkarchuk M., Kozlovac A. Obtaining biogas during fermentation of fat-containing wastes of leather production // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2017. - № 6/10 (90). – С. 4-10. Режим доступу: <http://journals.uran.ua/eejet/article/view/114216> (Scopus та ін.)

7. Konontcev S., Sabliy L., Pylypenko Yu., Grokhovska Y., Kovalev Yu. Purification of ras circulating water from Phosphorous compounds. / Acta Biol. Univ. Daugavp. – 2017. – 17 (2). – P. 193 – 197. (ELSEVIER: Biobase, Geobase; THOMSON REUTERS: Web of Science та ін.)

8. Golub N. B. Technological solution of biogas output increasing at grain distillery spent wash fermentation / N. B. Golub, M. V. Potapova. // Innovative Biosystems and Bioengineering. – 2018. – Vol.2, №3. – pp. 144-148. (DOAJ; ROAD; CNKI Scholar; Public Knowledge Project Index; JournalTOCs; WCOSJ; Vifabio; EZB; Zeitschriftendatenbank; Polska Bibliografia Naukowa; Bielefeld Academic Search Engine; OpenAir; WorldCat),

9. Потапова М. В. Сучасні методи переробки та утилізації зернової післяспиртової барди / М. В. Потапова, Н. Б. Голуб. // Innovative Biosystems and Bioengineering. – 2018. – Т.2, №2. – С.

125-134. (DOAJ; ROAD; CNKI Scholar; Public Knowledge Project Index; JournalTOCs; WCOSJ; Vifabio; EZB; Zeitschriftendatenbank; Polska Bibliografia Naukowa; Bielefeld Academic Search Engine; OpenAir; WorldCat)

10. Kvarntenko O., Grynk I., Sabliy L. Model of biomineralization of ferrum compounds by *Gallionella* cells immobilized on contact loading of bioreactor Energy Eng. Control Syst., 2017, V. 3, No. 2, pp. 51 – 56. Режим доступу: <https://doi.org/10.23939/jeecs2017.02.051> (CrossRef, ICI Journals Master List)

11. Кузьмінський Є.В., Щурська К.О. Пріоритетні напрями розвитку екобіотехнології. 1. Природоохоронні біотехнології / Innov Biosyst Bioeng. – 2018. – Vol. 2. – no. 1. – P. 22–32. (DOAJ; ROAD; CNKI Scholar; Public Knowledge Project Index; JournalTOCs; WCOSJ; Vifabio; EZB; Zeitschriftendatenbank; Polska Bibliografia Naukowa; Bielefeld Academic Search Engine; OpenAir; WorldCat)

Фахові:

1. Konontsev S., Sabliy L., Pylypenko Yu., Grokhovska Y., Kovalev Yu. Purification of RAS circulating water from phosphorous compounds // Acta Biol., Univ. Daugavp. – 17 (2), 2017. – p. 193-197.

2. Obodovych O. Application of aeration-oxidative jet-looped setup for biological wastewater treatment / L. Sablii, V. Sydorenko, M. Korenchuk // Biotechnologia Acta. – 2018. – Volume 11, Nuber 2. – pp. 55-63.

3. Rossinskyi V.M., Sablii L.A. Effect of surfactants on biological phosphorus removal from municipal wastewater // Proceedings of the IWA 9th Eastern European Young Water Professionals Conference / 24-27 may 2017, Budapest – Hungary; 2017. – P. 496-501.

4. Голуб Н. Б. Технологія одержання біогазу з післяспиртової барди/ Н. Б. Голуб, М. В. Потапова. // Відновлювана енергетика. – 2018. – №1. – С. 88–95.

5. Голуб Н.Б., Потапова М.В. Вплив співвідношення косубстратів на вихід біогазу при утилізації післяспиртової барди // Відновлювана енергетика. 2017.– №2 (49). – С. 90-97

6. Гроховська Ю. Р. Асиміляційний потенціал ряскових та перспективи його використання при очищенні оборотної води УЗВ / Ю. Р. Гроховська, С. В. Кононцев // Вісник НУВГП. – Випуск № 1(81), серія Технічні науки. – 2018. – с. 47-53.

7. Гроховська Ю. Р. Фізіолого-біохімічні основи очищення оборотної води УЗВ від сполук нітрогену та фосфору / Ю. Р. Гроховська, С. В. Кононцев // Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: технічні науки. – Том 29 (68).–Ч. 3.–№ 1. – 2018. – с. 42-47.

8. Зубченко Л. С. Біоелектрохімічні аспекти вибору фотоелектрохімічної складової фотобіоелектрохімічних систем / Л. С. Зубченко, Є. В. Кузьмінський // Енергетика: економіка, технології, екологія. – 2018. – Вип. 1. – С. 41 – 50.

9. Зубченко Л.С. Моделювання процесу формування біоплівки електрохімічно- активних мікроорганізмів в фотобіоелектрохімічній системі /Л. С. Зубченко, Є. В. Кузьмінський // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2018. – Вип. 2. – С. 51 – 59. (Index Copernicus, Google Scholar).

10. Кононцев С. В. Адаптація ряскових (Lemnoideae) до умов органічного забруднення води / С. В. Кононцев, Л. А. Саблій, М. С. Коренчук // Вісник хмельницького національного університету. серія: технічні науки. – 2018. – №2 (259). – с. 141-146. (Index Copernicus, Google Scholar).

11. Кононцев С. В. Аналіз відповідності складу забруднень оборотної води УЗВ потребам водних рослин у макроелементах / Кононцев С. В., Гроховська Ю. Р., Саблій Л. А., Козар М. Ю. // ВІСНИК НУВГП. – Випуск 3 (58). – 2017 р. – с. 68-76.

12. Кононцев С. В. Конверсія компонентів корму при вирощуванні рибницької продукції в установках із замкнутим водопостачанням / С.В. Кононцев, Л.А. Саблій, М.С. Коренчук // «Наукові горизонти», Вісник ЖНАЕУ. – 2018. – Випуск 4 (67). – с. 94-103.

13. Кононцев С. В. Моделювання процесів видалення сполук нітрогену з оборотної води індустриальних рибницьких господарств / С. В. Кононцев // Математичне моделювання в економіці. – № (1) – 2018 р. – с. 93-102.

14. Кононцев С. В. Реалізація методу біоконвеєра при очищенні оборотної води рибницьких господарств / С. В. Кононцев // ВІСНИК НУВГП. – Випуск 4(80). Серія: Технічні науки. – 2017 р. – С. 28-35.
15. Кононцев С.В. Використання черевоногих молюсків для мінералізації нерозчинених забруднень оборотної води УЗВ / С. В. Кононцев, Ю. Р. Гроховська, Л. А. Саблій, М. С. Коренчук // Вісник Хмельницького Національного Університету. Серія: Технічні науки. – 2018. - №1. - с. 193-198. (Index Copernicus, Google Scholar).
16. Кононцев С.В., Саблій Л.А., Гроховська Ю.Р. Использование макрофитов для биофильтрации воды в установках замкнутого водоснабжения // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – Вып. 4. – 2017. – С. 56-60.
17. Кузьмінський Є. В., Щурська К. О. Біопаливні елементи. Сучасний стан і перспективи розвитку в Україні // Відновлювана енергетика. - 2018. - № 1. - С. 91-96.
18. Ободович О.М., Саблій Л.А., Сидоренко В.В., Коренчук М.С. Нове тепломасообмінне обладнання для інтенсифікації процесу біологічного очищення стічних вод // Енергетика та автоматика. - № 3. – 2017 р. – С. 36-43. Режим доступу: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Energiya/article/view/9327/8400>
19. Саблій Л.А. Реалізація концепції системи інтегрованої мультитрофічної аквакультури у прісноводних рибницьких господарствах з замкнутим водопостачанням / Саблій Л.А., Коренчук М.С., Кононцев С.В., Гроховська Ю.Р. / Вісник Хмельницького Національного Університету. Серія: Технічні науки. – 2017. - №5. - с. 89-93.
20. Саблій Л. А. Аналіз ефективності застосування роторних аераторів при очищенні води у системах з оборотним водопостачанням / Л. А. Саблій, М. С. Коренчук, С. В. Кононцев // Вісник КНУТД. Серія «Технічні науки». – 2018. – № 2 (120). – с. 56-61. (sy)
21. Саблій Л. А. Дослідження ефективності видалення іонів феруму вищими водними рослинами / Л. А. Саблій, С. В. Кононцев, М. С. Коренчук, Д. С. Колтишева // Наукові праці ВНТУ. – 2018. – № 2. – 5 с. (Google Scholar)
22. Саблій Л. А. Очищення оборотної води УЗВ у біореакторі з похилими полицями / Л. А. Саблій, С. В. Кононцев, М. С. Коренчук // Вісник інженерної академії України. - № 1. – 2018. – с. 156-162.
23. Саблій Л. А. Підвищення ефективності аерування мулової суміші в аеротенках шляхом використання низьконапірного аератора / Л. А. Саблій, С. В. Кононцев, М. С. Коренчук // Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки: наук. – техн. зб. – К.: КНУБА, 2017. – Вип. №28. – с. 290-295.
24. Саблій Л. А. Технологія очищення оборотної води УЗВ для вирощування осетрових / Л. А. Саблій, С. В. Кононцев, М. С. Коренчук // Вісник інженерної академії України. - № 4. – 2017. – с. 183-188.
25. Саблій Л.А. Коренчук М.С., Кононцев С.В., Гроховська Ю.Р. Реалізація концепції інтегрованої мультитрофічної аквакультури у рибницьких господарствах із замкнутим водозабезпеченням // Вісник Хмельн. нац. ун-ту. Технічні нау-ки. - № 5, 2017. - С. 89-92.
26. Саблій Л.А. Підвищення ефективності аерування мулової суміші в аеротенках шляхом використання низьконапірного аератора / Л.А. Саблій, С.В. Кононцев, М.С. Коренчук // Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки. – 2017. – № 28. – с. 290-295.
27. Саблій Л.А., Ободович О.М., Сидоренко В.В., Коренчук М.С. Дослідження можливості використання аераційно-окиснювальної установки роторного типу для біологічного очищення стічних вод / Вісник НУВГП:збірник наук. праць. - Серія: Технічні науки. - Вип.1 (77). - Рівне, 2017. - С. 76-84.
28. Кравченко О.В., Кузьмінський Є.В., Панченко О.С. Методологічні підходи до біотехнології очищення питної води: методики виділення та ідентифікації залізо- та манганокиснюючих бактерій // «Стандартизація, сертифікація, якість» - 2018. № 2. – С. 89-93.

13. Надати ключові слова до розробки: Мікродорості, *Chlorella vulgaris*, культивування, біогаз, біопаливний елемент, інтегрована мультитрофічна аквакультура, установках із замкнутим циклом водозабезпечення.