

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0825U003169

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 25-07-2025

Статус: Запланована

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Мандрик Соломія Тарасівна

2. Solomiya T. Mandryk

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 101

Назва наукової спеціальності: Екологія

Галузь / галузі знань: природничі науки

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: екологія

Дата захисту: 24-07-2025

Спеціальність за освітою: 101 Екологія

Місце роботи здобувача:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 9600

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, буд. 12, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, буд. 12, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 87.19

Тема дисертації:

1. Підвищення рівня екологічної безпеки антропоєкосистем шляхом знешкодження техногенного забруднення біологічним методом
2. Increasing the level of ecological safety of anthropogenic ecosystems by neutralizing technogenic pollution by biological methods

Реферат:

1. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 101 – «Екологія». Національний університет «Львівська політехніка», Міністерство освіти і науки України, Львів, 2025. Захист дисертації відбудеться на засіданні спеціалізованої вченої ради. Національного університету «Львівська політехніка» Міністерства освіти і науки України. В дисертаційному дослідженні вирішено важливе науково-практичне завдання – підвищення рівня екологічної безпеки антропоєкосистем шляхом знешкодження техногенних забруднень біологічними методами. Запропоновано спосіб очищення промислових газових викидів за участі мікроводоростей *Chlorella vulgaris* від парникових газів, таких як, вуглекислий газ CO₂, диоксиду сульфуру SO₂, оксидів нітрогену NxOy, а також оксиду фосфору P₂O₅. Запропоновано спосіб застосування мікрохвильового електромагнітного опромінювання мікроводоростей *Chlorella vulgaris* для створення умов ефективного поглинання парникових газів. Експериментально встановлено оптимальне

співвідношення концентрацій CO₂, SO₂, NxO_y, P₂O₅, яке забезпечить оптимальне поглинання найбільш поширених парникових газів та збільшить ефективність очищення промислових газових викидів, тим самим дозволить досягати підвищення рівня екологічної безпеки антропоєкосистем. В роботі також вивчено вплив потужності мікрохвильового електромагнітного випромінювання на приріст біомаси мікроводоростей *Chlorella vulgaris*, а відтак поглинання парникових газів за встановленого оптимального співвідношення концентрацій CO₂, SO₂, NxO_y, P₂O₅, продуктів спалювання палива (твердого, рідкого чи газоподібного). Визначено потужність електромагнітного випромінювання, за якого відбувається максимальний приріст біомаси мікроводоростей *Chlorella vulgaris*. Запропоновано механізм фіксації вуглекислого газу та супутніх парникових газів, продуктів спалювання палива, NxO_y, P₂O₅, SO₂ із газової фази у внутрішній об'єм клітини мікроводоростей *Chlorella vulgaris* під час очищення промислових газових викидів. Встановлено граничні концентрації активаторів процесу поглинання вуглекислого газу мікроводоростями *Chlorella vulgaris*. Визначено концентрації оксидів нітрогену та оксиду фосфору, які максимально сприяють поглинанню вуглекислого газу та приросту мікроводоростей. Встановлено сумарні оптимальні співвідношення концентрацій активаторів приросту, а саме NxO_y, P₂O₅, та інгібітора SO₂ для максимального поглинання вуглекислого газу мікроводоростями *Chlorella vulgaris*. Запропоновано математичний опис поглинання парникових газів мікроводоростями *Chlorella vulgaris*. На основі результатів проведених досліджень та їх обробки запропоновано метод очищення промислових газових викидів від найбільш поширених парникових газів за дії мікрохвильового електромагнітного опромінювання. Запропоновано метод переробки накопиченої біомаси мікроводоростей у біопаливо. Показана можливість очищення газу біометанізацією від сірководню H₂S за участі мікроводоростей *Chlorella vulgaris*. Як результат, реалізація технічних рішень дисертаційної роботи дозволяє зменшити кількість парникових газів, які викидаються в атмосферу, зменшувати рівень негативного впливу електромагнітного випромінювання промисловими установками, тим самим покращити рівень екологічної безпеки антропоєкосистем. Результати досліджень дисертаційної роботи впроваджені у навчальний процес лекційного курсу «Технологічні процеси охорони навколишнього середовища», для студентів другого (магістерського) рівня вищої освіти 101 Екологія. Також розроблено методичні вказівки «Вплив мікрохвильового електромагнітного випромінювання на хлорофілсинтезуючі мікроводорості *Chlorella*» з дисципліни «Екологія людини» для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти 101 Екологія. Матеріали дисертаційної роботи передано ТзОВ «Компанії «Центр ЛТД», що підтверджується відповідними акти впровадження та передачі. Ключові слова: мікроводорості *Chlorella vulgaris*, парникові гази, вуглекислий газ (CO₂), диоксид сульфору (SO₂), оксиди азоту (NxO_y), оксиди фосфору (P₂O₅), сірководень (H₂S), мікрохвильове електромагнітне випромінювання (МЕМ), активатор, інгібітор, біопаливо, стічні води.

2. Mandryk Solomiia. Increasing the level of ecological safety of anthropogenic ecosystems by neutralizing technogenic pollution by biological methods. Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in the specialty 101 - "Ecology". National University "Lviv Polytechnic", Ministry of Education and Science of Ukraine, Lviv, 2025. The defense of the dissertation will take place at a meeting of the specialized academic council. National University "Lviv Polytechnic" of the Ministry of Education and Science of Ukraine. The dissertation study solved an important scientific and practical problem - increasing the level of environmental safety of anthropogenic ecosystems by neutralizing technogenic pollution by biological methods. A method of cleaning industrial gas emissions with the participation of microalgae *Chlorella vulgaris* from greenhouse gases, such as carbon dioxide CO₂, sulfur dioxide SO₂, nitrogen oxides NxO_y, and phosphorus oxide P₂O₅, is proposed. A method of using microwave electromagnetic irradiation of microalgae *Chlorella vulgaris* to create conditions for effective absorption of greenhouse gases is proposed. The optimal ratio of concentrations of CO₂, SO₂, NxO_y, P₂O₅ has been experimentally established, which will ensure optimal absorption of the most common greenhouse gases and increase the efficiency of cleaning industrial gas emissions, thereby allowing to achieve an increase in the level of environmental safety of anthropogenic ecosystems. The work also studied the effect of microwave electromagnetic radiation power on the growth of the biomass of microalgae *Chlorella vulgaris*, and hence the absorption of greenhouse gases at an established optimal ratio of concentrations of CO₂, SO₂, NxO_y, P₂O₅, and

products of fuel combustion (solid, liquid, or gaseous). The power of electromagnetic radiation at which the maximum growth of the biomass of microalgae *Chlorella vulgaris* occurs was determined. A mechanism for the fixation of carbon dioxide and related greenhouse gases, fuel combustion products, $NxOy$, $P2O5$, $SO2$ from the gas phase into the internal volume of the cell of the microalgae *Chlorella vulgaris* during the purification of industrial gas emissions is proposed. The limiting concentrations of activators of the process of carbon dioxide absorption by microalgae *Chlorella vulgaris* have been established. The concentrations of nitrogen oxides and phosphorus oxide have been determined, which maximally contribute to the absorption of carbon dioxide and the growth of microalgae. The total optimal ratios of the concentrations of growth activators, namely $NxOy$, $P2O5$, and the inhibitor $SO2$ for maximum carbon dioxide absorption by microalgae *Chlorella vulgaris* have been established. A mathematical description of the absorption of greenhouse gases by the microalgae *Chlorella vulgaris* is proposed. Based on the results of the conducted research and their processing, a method for cleaning industrial gas emissions from the most common greenhouse gases under the action of microwave electromagnetic radiation is proposed. A method for processing the accumulated biomass of microalgae into biofuel is proposed. The possibility of purifying biomethanation gas from hydrogen sulfide $H2S$ with the participation of microalgae *Chlorella vulgaris* is shown. As a result, the implementation of technical solutions of the dissertation work allows to reduce the amount of greenhouse gases emitted into the atmosphere, reduce the level of negative impact of electromagnetic radiation by industrial installations, thereby improving the level of environmental safety of anthropoccosystems. The results of the research of the dissertation work have been implemented in the educational process of the lecture course "Technological processes of environmental protection" for students of the second (master's) level of higher education 101 Ecology. Methodological instructions "The influence of microwave electromagnetic radiation on chlorophyll-synthesizing microalgae *Chlorella*" have also been developed for the discipline "Human Ecology" for students of the first (bachelor's) level of higher education 101 Ecology. The materials of the dissertation work have been transferred to LLC "Company "Center LTD", which is confirmed by the relevant acts of implementation and transfer. Keywords: microalgae *Chlorella vulgaris*, greenhouse gases, carbon dioxide ($CO2$), sulfur dioxide ($SO2$), nitrogen oxides ($NxOy$), phosphorus oxides ($P2O5$), hydrogen sulfide ($H2S$), microwave electromagnetic radiation (MER), activator, inhibitor, biofuel, wastewater.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Широке застосування технологій більш чистого виробництва та охорони навколишнього природного середовища

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- Dyachok V., Mandryk S., Katysheva V., Huhlych S. (2019). Effect of fuel combustion products on carbon dioxide uptake dynamics of chlorophyll synthesizing microalgae. *Journal of Ecological Engineering*. Volume 20, Issue 6, p. –18-24. <https://doi.org/10.12911/22998993/108695>
- Dyachok V.V., Mandryk S.T., Huhlych S.I., Slyvka M.M. (2020) Study on the impact of activators in the presence of an inhibitor on the dynamics of carbon dioxide absorption by chlorophyll-synthesizing microalgae. *Journal of Ecological Engineering*. Volume 21, Issue 5, p. –189-196. <https://doi.org/10.12911/22998993/122674>
- Dyachok V.V., Huhlych S.I., Mandryk S.T. (2021) About the optimal ratio inhibitor and activators of carbon dioxide sorption process by using chlorophyll-synthesizing *Chlorella* microalgae. *Journal of Ecological Engineering*. Volume 22, Issue 5, p.26-31. <https://doi.org/10.12911/22998993/135900>

- Дячок В.В., Катишева В.В., Гуглич С.І., Мандрик С.Т. (2018). Інгібітори та активатори процесу поглинання вуглекислого газу 9 хлорофілсинтезуючими мікродоростями. Наукові праці ОНАХТ. Том 82.- Вип.1. - С. 77-82. <https://doi.org/10.15673/swonaft.v82i1.1010>
- Дячок В.В., Мандрик С.Т., Катишева В.В., Гуглич С.І. (2018) Дослідження впливу оксидів нітрогену на швидкість поглинання вуглекислого газу хлорофілсинтезуючими мікродоростями у водному середовищі. Вісник Національного університету «Львівська політехніка» серія: «Хімія, технологія речовин та їх застосування». Том 886, с. 171-176.
- Дячок В.В., Мандрик С.Т., Гуглич С.І. (2018). Вивчення впливу електромагнітного випромінювання на приріст хлорофілсинтезуючих мікродоростей. Chemistry, Technology and Application of Substances / Хімія, технологія речовин та їх застосування. Випуск 1, Номер 2: с.124- 131
- Dyachok V., Mandryk S., Huhlych S. (2019). Activator of carbon dioxide absorption by chlorophyll-synthesizing microalgae. Environmental Problems/ Екологічні проблеми. Volume 4. – Number 2. – p. 63-67 <https://doi.org/10.23939/ep2019.02.063>
- Дячок В.В., Мандрик С.Т., Гуглич С.І. (2019). Активатори процесу поглинання вуглекислого газу хлорофілсинтезуючими мікродоростями. Наукові праці ОНАХТ. Том 83.- Вип.1. - С.51-56
- Дячок В.В., Мандрик С.Т., Гуглич С.І. (2019). Дослідження впливу оксиду фосфору на ефективність поглинання вуглекислого газу хлорофілсинтезуючими мікродоростями. Chemistry, Technology and Application of Substances / Хімія, технологія речовин та їх застосування. Випуск 2, Номер 2: с.142-147.
- Дячок В.В., Мандрик С.Т.(2019). Вплив оксидів азоту на динаміку поглинання вуглекислого газу хлорофілсинтезуючими мікродоростями за присутності оксиду сульфуру. Науковий вісник НЛТУ України. Том 29. - № 9. - с. 46-49. <https://doi.org/10.36930/40290908>
- Dyachok V., Mandryk S., Huhlych S. (2020) The impact of microwave radiation in the processes of carbon dioxide absorption by chlorophyllproducing microalgae. Environmental Problems/ Екологічні проблеми. Volume 5. – Number 1. – p. 14-18. <https://doi.org/10.23939/ep2020.01.014>
- Дячок В.В., Мандрик С.Т.(2020) Роль оксидів нітрогену за присутності діоксиду сульфуру в динаміці поглинання діоксиду карбону хлорофілсинтезуючими мікродоростями. Chemistry, Technology and Application of Substances / Хімія, технологія речовин та їх застосування. Volume 3. – Number 2. – p. 114-120
- Dyachok V., Mandryk S., Huhlych S.(2021) To the problems of wastewater treatment from mineral pollutants with the use of microalgae. Environmental Problems/ Екологічні проблеми. Volume 6. – Number 1. – p. 15-20. <https://doi.org/10.23939/ep2021.01.015>
- Дячок В.В., Мандрик С.Т., Гуглич С.І. (2020). Застосування одноклітинних хлорофілсинтезуючих мікродоростей Chlorella в природоохоронних технологіях. В: Колективна монографія «Сталий розвиток: захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування.» Львів: с.436-450
- Dyachok V.V., Mandryk S.T., Huhlych S.I., Vronska N. Yu. (2020) Application of the chlorella type microalgae for the wastewater treatment. Monografie «Water supply and wastewater disposal: Designing, Construction, Operation and Monitoring» Politechnika Lubelska. – p.63-74
- Дячок В.В., Мандрик С.Т. (2023) В: Колективна монографія «Водопостачання і водовідведення: проектування, будівництво, експлуатація, моніторинг»/ Water supply and wastewater disposal: designing, construction, operation and monitoring» Київ: Яроченко Я.В., 342 с.
- Дячок В.В., Гуглич С.І., Мандрик С.Т. (2024) Вплив диоксиду сульфуру на процеси поглинання вуглекислого газу хлорофілсинтезуючими мікродоростями. В: Колективна монографія «Сталий розвиток: захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування.» Львів: 277-301
- Дячок В.В., Катишева В.В., Гуглич С.І., Мандрик С.Т. Інгібітори та активатори процесу поглинання вуглекислого газу хлорофілсинтезуючими мікродоростями. XVII Міжнародна наукова конференція «Удосконалення процесів і обладнання харчових та хімічних виробництв» (3-8 вересня 2018 року Одеса,

Україна) с.77-82

- Дячок В.В., Гуглич С.І., Мандрик С.Т. Катишева В.В. Вивчення факторів впливу на процес поглинання вуглекислого газу хлорофілсинтезуючими мікродоростями типу *Chlorella*. 5-й Міжнародний конгрес «Захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування» (26-29 вересня 2018 року Львів, Україна)
- Dyachok V., Mandryk S. Investigation of the influence of nitrogen oxides to increase chlorophyll synthesizing microalgae in aquatic environment. VIII Міжнародний молодіжний науковий форум "LITTERIS ET ARTIBUS" (22-24 листопада 2018 року Львів, Україна) с. 282-283.
- Дячок В.В., Мандрик С.Т., Гуглич С.І. Активатори процесу поглинання вуглекислого газу хлорофілсинтезуючими мікродоростями. VII Міжнародна науково-практична конференція «Інноваційні енерготехнології» (9-13 вересня, ОНАХТ, 2019 року, Одеса, Україна).
- Дячок В.В., Мандрик С.Т., Гуглич С.І. Застосування мікродоростей типу *Chlorella* для очищення стічних вод. III Міжнародна науковотехнічна конференція «Водопостачання і водовідведення: проектування, будівництво, експлуатація, моніторинг» (23-25 жовтня, Національний університет «Львівська політехніка» 2019 року, Львів, Україна)
- Дячок В.В., Мандрик С.Т., Гуглич С.І. Інгібітори та активатори процесу поглинання вуглекислого газу хлорофілсинтезуючими мікродоростями. Міжнародний науковий семінар в Інституті сталого розвитку ім. В. Чорновола (Національний університет «Львівська політехніка» 2019 року, Львів, Україна).
- Dyachok V., Mandryk S. Influence of phosphorus oxide on the process of absorption of greenhouse gases by chlorophyll-synthesizing microalgae. IX Міжнародний молодіжний науковий форум "LITTERIS ET ARTIBUS" (21-23 листопада 2019 року, Львів, Україна) с.220-221
- Dyachok V., Mandryk S., Huhlych S. Influence of nitrogen oxides on the process of absorption of greenhouse gases by chlorophyll-synthesizing microalgae. 2-га Міжнародна наукова конференція "Хімічна технологія та інженерія – 2" (24-28 червня 2019 року, Львів, Національний університет «Львівська політехніка») с. 345-347 <https://doi.org/10.23939/cte2019.01.345>
- Дячок В.В., Мандрик С.Т., Гуглич С.І. Вплив оксиду фосфору на динаміку поглинання вуглекислого газу хлорофілсинтезуючими мікродоростями за присутності діоксиду сульфуру. VI Міжнародний конгрес «Сталий розвиток: Захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування» (23-25 вересня 2020 року Львів, Україна).
- Мандрик С. Т., Дячок В. В., Гуглич С. І. Застосування мікродоростей у відновлювальних та нетрадиційних джерелах енергії. Збірник матеріалів VIII Міжнародного конгресу «Сталий розвиток: захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування» (16- 18 жовтня 2024, Україна, Львів. – 2024.) С. 115

Наукова (науково-технічна) продукція:

Соціально-економічна спрямованість:

Охоронні документи на ОПВ:

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами: 0123U101710

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Дячок Василь Володимирович

2. Vasil V. Dyachok

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.18.12

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, буд. 12, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Челядин Любомир Іванович

2. Lyubomyr I. Chelyadyn

Кваліфікація: д. т. н., професор, 21.06.01

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Код за ЄДРПОУ: 02070855

Місцезнаходження: вул. Карпатська, буд. 15, Івано-Франківськ, 76019, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Попович Василь Васильович

2. Vasyl V. Popovych

Кваліфікація: д. т. н., професор, 21.06.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-2857-0147

Додаткова інформація:

[http://www.scopus.com/inward/authorDetails.url?authorID=57204495055&partnerID=MN8TOARS;](http://www.scopus.com/inward/authorDetails.url?authorID=57204495055&partnerID=MN8TOARS)

[https://www.webofscience.com/wos/author/record/HLW-0713-2023;](https://www.webofscience.com/wos/author/record/HLW-0713-2023)

<https://scholar.google.com/citations?hl=uk&user=RNkMAtEAAAAJ>

Повне найменування юридичної особи: Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Код за ЄДРПОУ: 08571340

Місцезнаходження: вул. Клепарівська, буд. 35, Львів, 79007, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Державна служба України з надзвичайних ситуацій

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Сабадаш Віра Василівна

2. Vira V. Sabadash

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.17.08

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, буд. 12, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Бордун Ігор Михайлович

2. Igor M. Bordun

Кваліфікація: д. т. н., доц., 21.06.01

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, буд. 12, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
голови ради**

Мальований Мирослав Степанович

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
головуючого на засіданні**

Мальований Мирослав Степанович

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Сабадаш Віра Василівна

Реєстратор

УкрІНТЕІ

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності**



Юрченко Тетяна Анатоліївна