

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ  
ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА

Кораблебудівний навчально-науковий інститут  
Кафедра екології та природоохоронних технологій

Код РПНД Т73334



**ЗАТВЕРДЖЕНО**

Проректор з науково-педагогічної  
роботи  
Слободян С.О.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Program of the Discipline**

**МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ ТА ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ**

**MODELING OF SYSTEMS AND MEANS OF ENVIRONMENTAL PROTECTION**

рівень вищої освіти магістр

тип дисципліни обов'язкова

мова викладання українська

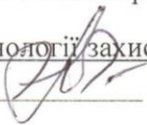
Миколаїв, 2023 рік

Робоча програма навчальної дисципліни «Моделювання систем та засобів захисту довкілля» є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі 18 Виробництво і технології, спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища» освітньої програми «Технології захисту навколишнього середовища».

“ 6 ” 04 2023 року. – 26 с.

Розробник: д.б.н., проф. І.В. Наконечний

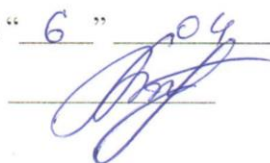
Проект робочої програми навчальної дисципліни «Моделювання систем та засобів захисту довкілля» узгоджено з гарантом освітньої програми.

Гарант освітньої програми «Технології захисту навколишнього середовища» Літвак С.М., канд. техн. наук, доцент 

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Моделювання систем та засобів захисту довкілля» розглянуто на засіданні кафедри екології та природоохоронних технологій

Протокол від № 9 від “ 6 ” 04 2023 року.

Завідувач кафедри



Трохименко Г.Г.

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Моделювання систем та засобів захисту довкілля» розглянуто Навчально-методичною комісією Кораблебудівного навчально-наукового інституту

Протокол від № 3 від “ 26 ” 04 2023 року.

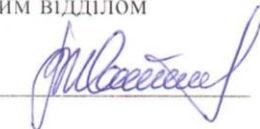
/ Голова



Бондаренко О.В.

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Моделювання систем та засобів захисту довкілля» погоджено з навчальним відділом

Начальник відділу



Лабарткава А.В.

Робоча програма навчальної дисципліни «Моделювання систем та засобів захисту довкілля» затверджено Навчально-методичною радою НУК

Протокол від № 3 від “ 26 ” 04 2023 року.

Голова НМР НУК



Трушляков Є.І.

## **ЗМІСТ**

|                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Вступ                                                                                    | 4  |
| 1. Опис навчальної дисципліни                                                            | 6  |
| 2. Мета вивчення навчальної дисципліни                                                   | 6  |
| 3. Передумови для вивчення дисципліни                                                    | 7  |
| 4. Очікувані результати навчання                                                         | 7  |
| 5. Програма навчальної дисципліни                                                        | 7  |
| 6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методів їх демонстрування | 14 |
| 7. Форми поточного та підсумкового контролю                                              | 15 |
| 8. Критерії оцінювання результатів навчання                                              | 17 |
| 9. Засоби навчання                                                                       | 18 |
| 10. Рекомендовані джерела інформації                                                     | 18 |

## **ВСТУП**

Програма нормативної навчальної дисципліни «Моделювання систем та засобів охорони довкілля» складена відповідно до освітньо-професійної програми «Екологія та охорона навколишнього середовища» для підготовки фахівців другого рівня вищої освіти – магістрів спеціальності 181 Технології захисту навколишнього середовища. Предмет дисципліни «Моделювання систем та засобів охорони довкілля» є одним із ключових в системі підготовки фахівців даного профілю, формуючи в них базисні знання щодо такої об'ємної сфери науково-прикладної діяльності, якою є моделювання процесів, явищ, станів та екосистем. Ознайомлення магістрантів із сьогоденним різноманіттям і принципами практичного застосування сучасних математичних моделей, які використовуються для повсякденної оцінки стану, прогнозування розвитку і тенденцій штучних та напівприродних екосистем є у край важливим. Курс спрямований на формування компетентностей, важливих для особистісного розвитку магістрантів їхньої конкурентно-спроможності на сучасному ринку праці. При цьому, розроблений курс дисципліни має виражену регіональну специфіку, спрямовану на особливості роботи в умовах природного середовища Півдня України. Враховується також специфіка суднобудівного закладу освіти, відповідно якій значна увага надається засобам охорони морської та приморської акваторії, специфічним акваекосистемам і методам їх охорони.

Вимоги до знань та умінь за наслідками засвоєння навчальної дисципліни «Моделювання систем та засобів охорони довкілля» у здобувачів вищої освіти з кваліфікацією «Магістр» визначаються галузевими стандартами вищої освіти України.

## **Анотація**

Об'єктом вивчення дисципліни є екологічне моделювання процесів та явищ, які загалом спричиняють цілісний вплив на довкілля. Предметом вивчення дисципліни є закономірності розвитку і сучасні можливості використання різних видів моделей при вирішенні екологічних задач. Сутність предмету передбачає ознайомлення з основами математичного і програмного моделювання, а також із сучасними та найбільш вживаними засобами комп'ютерного моделювання природних процесів та об'єктів, у т.ч. при застосуванні ГІС-технологій.

Мета навчального курсу – сформувати систему знань з методології побудови моделей природних систем та системи управління діяльності в системі охорони довкілля. Володіння інструментарієм і засобами моделювання процесів природокористування, а також засобами їх аналізу, дозволяє сформувати у магістрантів розуміння вибору та відповідності сучасних моделей, які використовуються для прогнозування стану штучних, чи напівприродних екосистем. Курс спрямований на формування компетентностей, важливих для особистісного розвитку магістрантів та їхньої фахової підготовки на сучасному рівні.

**Ключові слова:** використання моделей в екології, екологічне моделювання, модельні комп'ютерні технології в екології, побудова екологічних прикладних моделей

### **Abstract**

The object of study of the discipline is environmental modeling of processes and phenomena that generally cause a holistic impact on the environment. The subject of study of the discipline are the laws of development and modern opportunities for the use of different types of models in solving environmental problems. The essence of the subject involves familiarization with the basics of mathematical and software modeling, as well as with modern and most used means of computer modeling of natural processes and objects, including GIS means.

The purpose of the training course is to form a system of knowledge on the methodology of tools for building models of natural systems and the management system of nature management, their analysis and use, to ensure the formation of students' understanding of the laws of functioning of ecosystems, modern mathematical models used to predict the state of artificial and semi-natural ecosystems. competitiveness in the modern labor market

**Keywords:** use of models in ecology, environmental modeling, model computer technologies in ecology, construction of environmental applied models

## 1. Опис навчальної дисципліни

| Найменування показників                                                                            | Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень                                                                             | Характеристика навчальної дисципліни    |                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------|
|                                                                                                    |                                                                                                                                              | денна форма навчання                    | заочна форма навчання |
| Кількість кредитів - 3                                                                             | Галузь знань - 18<br>«Виробництво та технології»                                                                                             | Обов'язкова                             |                       |
|                                                                                                    |                                                                                                                                              | Рік підготовки:                         |                       |
|                                                                                                    |                                                                                                                                              | 5-й                                     | -                     |
| Модулів – 2                                                                                        | Спеціальність - 183<br>«Технології захисту навколишнього середовища»<br><br>Освітня програма - «Технології захисту навколишнього середовища» | Семестр                                 |                       |
| Змістових модулів – 3                                                                              |                                                                                                                                              | 1-й                                     | -                     |
| Електронний адрес РПНД на сайті Університету .....                                                 |                                                                                                                                              | Лекцій                                  |                       |
| Індивідуальне дослідне завдання – не передбачено, але не заперечується, у формі оглядової доповіді |                                                                                                                                              | 15 год                                  | -                     |
|                                                                                                    |                                                                                                                                              | Практичних                              |                       |
|                                                                                                    |                                                                                                                                              | 15 год                                  | -                     |
|                                                                                                    |                                                                                                                                              | Лабораторних                            |                       |
|                                                                                                    |                                                                                                                                              | -                                       | -                     |
| Загальна кількість годин - 90 год, у т.ч. аудиторних – 30 годин                                    | Освітній рівень – магістр                                                                                                                    | Самостійна робота                       |                       |
|                                                                                                    |                                                                                                                                              | 60 год                                  | -                     |
| Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 год; самостійної роботи студента – 8 год. |                                                                                                                                              | Індивідуальні завдання – не передбачені |                       |
|                                                                                                    |                                                                                                                                              | Вид контролю - іспит                    |                       |
|                                                                                                    |                                                                                                                                              | Форма контролю: усна / комбінована      |                       |

## **2. Мета вивчення навчальної дисципліни**

Метою вивчення навчальної дисципліни «Моделювання систем та засобів захисту довкілля» є формування у студентів відповідно до освітньо-професійної програми таких компетентностей:

ЗК03. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ФК04. Здатність розробляти нові та використовувати відомі способи утилізації, знезараження та рециклінгу побутових і промислових відходів.

ФК05. Здатність впроваджувати і використовувати відновлювальні джерела енергії, ресурсо- та енергозберігаючі технології.

ФК06. Здатність контролювати й оцінювати ефективність природоохоронних заходів та застосовуваних технологій

## **3. Передумови для вивчення дисципліни**

Передумовами для вивчення дисципліни «Моделювання систем та засобів захисту довкілля» є дисципліни, які мають бути вивчені раніше: загальна екологія, моделювання процесів та явищ, вища математика, моніторинг довкілля, екологічна безпека.

## **4. Очікувані результати навчання**

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів таких результатів навчання:

ПРН01. Аналізувати складні системи, розуміти їх взаємозв'язки та організаційну структуру.

ПРН08. Проектувати системи комплексного управління відходами та екологоекономічними аспектами їх утилізації, основами проектування полігонів для розміщення відходів, оцінювати їх вплив на довкілля та людину.

ПРН09. Оцінювати загрози фізичного, хімічного та біологічного забруднення біосфери та його впливу на довкілля і людину, вміти аналізувати зміни, що відбуваються в навколишньому середовищі під впливом природних і техногенних факторів.

ПРН10. Оцінювати вплив промислових об'єктів на навколишнє середовище, наслідки інженерної діяльності на довкілля і пов'язану з цим відповідальність за прийняті рішення, планувати і проводити прикладні дослідження з проблем впливу промислових об'єктів на навколишнє середовище.

ПРН16. Розробляти моделі засобів захисту довкілля з використанням інформаційних технологій

ПРН17. Застосовувати статистичні методи обробки експериментальних даних в галузі технологій захисту навколишнього середовища.

## **5. Програма навчальної дисципліни**

### **Модуль 1. Методи математичних досліджень стану біологічних систем та основи їх математичного моделювання**

Тема 1. Моделювання в природоохоронній діяльності. Історія, перші моделі, фактори та динамічні системи, завдання і методи. Моделювання та математичні моделі в прикладній охороні природи і довкілля. Похибки і недоліки математичного моделювання. Види і типи моделювання. Програмне забезпечення [6] – С.4-8; С.55-63; С.199-204.

Тема 2. Моделювання, як засіб моніторингу довкілля та його перспективи. Статистичні засоби та їх моделювання в природоохоронній сфері. Регресійні моделі. Метод найменших квадратів [8] – С.5-9; С.55-57; С. 104-106.

Тема 3. Моделювання засобів оптимізації використання ресурсної бази. Імітаційне моделювання процесів навколишнього середовища [6] – С.18-24; [10] – С. 11-18.

### **Модуль 2. Морські та суходільні гідроекосистеми: загальні та спеціальні принципи їх природоохоронного моделювання**

Тема 4. Засоби і методи гідрологічного моделювання водотоків, їх стану та перетворень. Сучасні засоби на основі «Merit-gidro» та кросплатформеної геоінформаційної системи QGIS ver. 3.28.3 (додаток SAGA GIS 7.8.2) [1] – С.3; [2] – С.1-2 (Робочий додаток – за окремим посиланням офіційного сайту розробника).

Тема 5. Принципи і методи моделювання клімату та особливості гідрокліматичних моделей. Основні сучасні напрацювання та програмне забезпечення. Особливості моделювання морських аквасистем та їх впливу на стан екотонних біотопів на межі моря/суходолу [6] – С.9-11; [8] – С. 22-28.

Тема 6. Модельні побудови, їх реалізація та облік натурних експериментів у сфері охорони водних і навколоводних територій в умовах Північно-Західного Причорномор'я. Моделювання систем захисту прісноводних водойм на різних фазах їх функціонування – сезонних, агроекологічних, гідрологічних, водогосподарчих [5] – С.8-16; [6] – С.39-42; [8] – С.181-189.

### **Модуль 3. Прикладні сфери моделювання засобів та методів охорони довкілля в комплексній природоохоронній діяльності**

Тема 7. Гідрокліматичні, геогідрологічні та агроекологічні засоби в системі моделювання прикладного природокористування. Сучасні ГІС-технології та їх прикладне використання в природоохоронній діяльності [4] – С. 29-35; [5] – С.78-85; [7] – С.11-20; С.58-60; С.117-122.

Тема 8. Ґрунтово-ерозійні обліки, контроль ґрунтової поверхні та доступні програми для модельних розрахунків. Агроекологічні моделі поверхневого водного стоку та шарів стоку з відповідним програмним забезпеченням [3] – С. «Операційна панорама»; [8] – С. 178-186; [9] – С.44-69.

### Тематичний план навчальної дисципліни

| Назви змістових модулів і тем                                                                                                                                                                                                                                                                        | Кількість годин |          |          |        |           |              |        |        |        |         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------|----------|--------|-----------|--------------|--------|--------|--------|---------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Денна форма     |          |          |        |           | Заочна форма |        |        |        |         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Усього          | В т.ч.   |          |        |           | Усього       | В т.ч. |        |        |         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                 | Лекцій   | Практ.   | Лабор. | Сам.роб   |              | Лекцій | Практ. | Лабор. | Сам.роб |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 2               | 3        | 4        | 5      | 6         | 7            | 8      | 9      | 10     | 11      |
| <b>Модуль 1</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                 |          |          |        |           |              |        |        |        |         |
| <b>Змістовний модуль 1. Методи математичних досліджень стану біологічних систем та основи їх математичного моделювання</b>                                                                                                                                                                           |                 |          |          |        |           |              |        |        |        |         |
| Тема 1. Моделювання в природоохоронній діяльності. Історія, перші моделі, фактори та динамічні системи, завдання і методи. Моделювання та математичні моделі в прикладній охороні природи і довкілля. Похибки і недоліки математичного моделювання. Види і типи моделювання. Програмне забезпечення. | 10              | 2        | 2        |        | 6         |              |        |        |        |         |
| Тема 2. Моделювання, як засіб моніторингу довкілля та його перспективи. Статистичні засоби та їх моделювання в природоохоронній сфері. Регресійні моделі. Метод найменших квадратів.                                                                                                                 | 10              | 2        | 2        |        | 6         |              |        |        |        |         |
| Тема 3. Моделювання засобів оптимізації використання ресурсної бази. Імітаційне моделювання процесів навколишнього середовища.                                                                                                                                                                       | 10              | 2        | 2        |        | 6         |              |        |        |        |         |
| <b>Разом за змістовим модулем 1</b>                                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>30</b>       | <b>6</b> | <b>6</b> |        | <b>18</b> |              |        |        |        |         |
| <b>Змістовний модуль 2. Морські та суходільні гідроекосистеми: загальні та спеціальні принципи їх природоохоронного моделювання</b>                                                                                                                                                                  |                 |          |          |        |           |              |        |        |        |         |
| Тема 4. Засоби і методи гідрологічного моделювання водотоків, їх стану та перетворень. Сучасні засоби на основі «Merit-gidro» та кросплатформеної геоінформаційної системи QGIS ver. 3.28.3 (додаток SAGA GIS 7.8.2).                                                                                | 10              | 2        | 2        |        | 6         |              |        |        |        |         |
| Тема 5. Принципи і методи моделювання клімату та особливості гідро-кліматичних моделей. Основні сучасні напрацювання та програмне забезпечення. Особливості моделювання морських аквасистем та їх впливу на стан екотонних біотопів на межі моря/суходолу.                                           | 10              | 2        | 2        |        | 6         |              |        |        |        |         |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |           |           |           |  |           |  |  |  |  |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|--|-----------|--|--|--|--|--|
| Тема 6. Модельні побудови, їх реалізація та облік натурних експериментів у сфері охорони водних і навколоводних територій в умовах Північно-Західного Причорномор'я. Моделювання систем захисту прісноводних водойм на різних фазах їх функціонування – сезонних, агроекологічних, гідрологічних, водогосподарчих. | 10        | 2         | 2         |  | 6         |  |  |  |  |  |
| <b>Разом за змістовим модулем 2</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>30</b> | <b>6</b>  | <b>6</b>  |  | <b>18</b> |  |  |  |  |  |
| <b>Змістовий модуль 3. Прикладні сфери моделювання засобів та методів охорони довкілля в комплексній природоохоронній діяльності</b>                                                                                                                                                                               |           |           |           |  |           |  |  |  |  |  |
| Тема 7. Гідрокліматичні, геогідрологічні та агроекологічні засоби в системі моделювання прикладного природокористування. Сучасні ГІС-технології та їх прикладне використання в природоохоронній діяльності.                                                                                                        | 12        | 2         | 2         |  | 8         |  |  |  |  |  |
| Тема 8. Ґрунтово-ерозійні обліки, контроль ґрунтової поверхні та доступні програми для модельних розрахунків. Агроекологічні моделі поверхневого водного стоку та шарів стоку з відповідним програмним забезпеченням.                                                                                              | 12        | 2         | 2         |  | 8         |  |  |  |  |  |
| <b>Разом за змістовим модулем 3</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>24</b> | <b>4</b>  | <b>4</b>  |  | <b>16</b> |  |  |  |  |  |
| <b>Разом за курсом</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>90</b> | <b>15</b> | <b>15</b> |  | <b>60</b> |  |  |  |  |  |

## Теми практичних занять

| №            | Назва теми                                                                                                                                                                                                 | Кількість<br>годин |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
|              |                                                                                                                                                                                                            | Денна              |
| 1            | Тема 1. Тема 1. Моделювання в галузі охорони природи. Історія, перші моделі, фактори та динамічні системи, завдання і методи.                                                                              | 2                  |
| 2            | Тема 2. Моделювання та математичні моделі в прикладній охороні довкілля. Похибки математичного моделювання. Види і типи моделювання. Програмне забезпечення.                                               | 2                  |
| 3            | Тема 3. Моделювання, як засіб моніторингу та його перспективи. Моделювання статичних і динамічних явищ. Регресійні моделі. Метод найменших квадратів.                                                      | 2                  |
| 4            | Тема 4. Моделювання процесів у використанні ресурсної бази. Принципи математичного моделювання міграції хімічних елементів. Імітаційне моделювання процесів навколишнього середовища.                      | 2                  |
| 5            | Тема 5. Підходи до математичного моделювання водних екосистем. Моделювання клімату та особливості кліматичних моделей. Основні сучасні напрацювання та програмне забезпечення кліматичних процесів і явищ. | 2                  |
| 6            | Тема 6. Модельні побудови та облік натурних експериментів у сфері екології та їх особливості. ГІС-технології та їх використання. Кліматичні моделі та їх використання                                      | 2                  |
| 7            | Гідрологічні та гідроекологічні моделі та відповідне програмне забезпечення. Грунтово-ерозійні моделі та програми для їх розрахунків                                                                       | 2                  |
| 8            | Агроекологічні моделі поверхневого водного стоку та шарів стоку з відповідними програмними забезпеченнями                                                                                                  | 1                  |
| <b>Разом</b> |                                                                                                                                                                                                            | <b>15</b>          |

### Структура самостійної роботи

Розподіл годин самостійної роботи для студентів денної форми навчання:

- підготовка до лекційних занять – 0,5 год/1 год. занять (1 година на 1 лекцію);
- підготовка до практичних занять – 1-2 год/1 заняття;
- підготовка до семінарських занять – 2-4 год/1 заняття;
- підготовка до лабораторних робіт – 2-3 год/1 робота;
- написання рефератів, есе, виконання розрахункових, розрахунково-графічних або графічних робіт, домашньої контрольної роботи, перекладу, аналітичний огляд, аналіз практичних, проблемних ситуацій (обсяг однієї роботи 10-20 аркушів А4) – мінімум 15 годин на 1 роботу

### Завдання для самостійної роботи

| №            | Назва теми                        | Кількість годин |
|--------------|-----------------------------------|-----------------|
|              |                                   | Денна           |
| 1            | Підготовка до лекцій              | 15              |
| 2            | Підготовка до практичних занять   | 15              |
| 3            | Підготовка до модульного контролю | 15 (3x5)        |
| 4            | Підготовка реферату (за бажанням) | -               |
| 5            | Підготовка до екзамену            | 15              |
| <b>Разом</b> |                                   | <b>60</b>       |

### 6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методів їх демонстрування

Набуття здобувачами необхідних компетенцій відбувається через засвоєння програмного матеріалу та активізацію навчального процесу, а саме:

- роботою з літературою - опрацювання різних видів джерел, спрямоване на формування нових знань, їх закріплення, вироблення вмінь і навичок;
- пояснення - словесне розкриття причинно-наслідкових зв'язків і закономірностей у розвитку природи, людського суспільства і людського мислення;
- дискусії - обмін поглядами щодо конкретної проблеми з метою набуття нових знань, зміцнення власної думки, формування вміння її обстоювати;
- диспут - цілеспрямоване зіставлення різних поглядів на наукову чи суспільну проблематику з метою формування у здобувачів оцінних суджень, зміцнення світоглядних позицій;
- демонстрування - наочно-чуттєве ознайомлення здобувачів з явищами, процесами, об'єктами в їх природному вигляді;

При викладанні лекційного матеріалу застосовується як класична форма у вигляді лекції-презентації, лекції-доповіді, а також лекція-співбесіда, лекція-диспут. Також використовуються відеоматеріали, аудіоматеріали, а також схематична наочність.

На практичних заняттях впроваджуються інноваційні методи та форми навчання, такі як кооперативне навчання: робота групами, парами; колективно-групове навчання: метод «мозкового штурму»; різні сучасні форми ведення дискусій: «круглий стіл», дебати.

При проведенні практичних робіт застосовуються групові та індивідуальні форми підготовки до практичного заняття, метод спостереження, ілюстративні методи, а також контроль та самоконтроль.

**Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання за дисципліною передбачено:**

- екзамен;
- модульні контрольні роботи та стандартизовані тести;
- обов'язково – магістерські презентації та виступи в системі наукових заходів кафедри, університету, міських конференціях тощо;
- різні види індивідуальних та групових завдань.

## **7. Форми поточного та підсумкового контролю**

Поточний контроль проводиться на кожному практичному занятті та за результатами виконання завдань самостійної роботи. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із кожної теми (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу) під час роботи на практичних заняттях.

Досягнення магістранта оцінюються за 100-бальною системою Університету. Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки з поточного контролю і оцінки заключного іспиту. У кожного компонента своя частка в загальній системі оцінок. У проміжних оцінках студент може набрати від 0 балів до 60 балів. Під компонентом проміжних оцінок розуміються поточні оцінки протягом семестру (активність, участь в дискусіях; виконання завдань та інше).

Питома вага заключного іспиту в загальній системі оцінок - 40 балів. Право здавати заключний іспит дається студенту, якій в процесі освоєння курсу дисципліни набрав 31 і більше балів (максимум - 60 балів). Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок і оцінки іспиту.

**Форми контролю результатів навчальної діяльності студентів та їх оцінювання на практичних заняттях**

| Практична робота                                                                               | Критерії оцінювання                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5                                                                                              | Практична робота виконана у встановлений термін. Виконана самостійно, студент чітко розуміє поставлені завдання та цілі завдання, вміло користується методичними рекомендаціями та інструктивними настановами. Здатен самостійно використовувати рекомендовані методи статистичної обробки отриманих результатів і формулювати висновки. |
| 4                                                                                              | Практична робота виконана у встановлений термін. Студент виконує роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача; самостійно описує спостереження; в цілому правильно складає звіт та робить відповідні висновки.                                                                                                        |
| 3                                                                                              | Практична робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача; неточно і не повністю описує свої спостереження; повільно складає звіт, що містить неточності у висновках та помилки.                                                                     |
| 2                                                                                              | Практична робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує завдання згідно з інструкцією; складений звіт містить чисельні неточності у висновках та сутєві помилки.                                                                                                                                                   |
| 1                                                                                              | Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент не може самостійно виконати роботу і потребує безпосереднього керівництва викладача чи лаборанта; складений звіт містить значні неточності у висновках та грубі помилки.                                                                                                     |
| 0                                                                                              | Робота не виконувалась                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <i>Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 30 балів (15 занять по 2 бали).</i> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

**Форми контролю результатів навчальної діяльності студентів та їх оцінювання на практичних заняттях при усному опитуванні**

| Критерії оцінювання                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Оцінку „відмінно“</i> ставлять, коли студент дає абсолютно правильні відповіді на теоретичні питання з викладенням оригінальних висновків, отриманих на основі програмного, додаткового матеріалу та нормативних документів. При виконанні практичного завдання студент застосовує системні знання навчального матеріалу, передбачені навчальною програмою. |
| <i>Оцінка „дуже добре“.</i> Теоретичні запитання розкрито повністю на основі програмного і додаткового матеріалу. При виконанні практичного завдання студент застосовує узагальнені знання навчального матеріалу, передбачені навчальною програмою.                                                                                                            |
| <i>Оцінка „добре“.</i> Теоретичні запитання розкрито повністю, програмний матеріал викладено у відповідності до вимог. Практичне завдання виконано взагалі правильно, але мають місце окремі неточності.                                                                                                                                                       |

|                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Оцінка „задовільно“.</i> Теоретичні запитання розкрито повністю, проте при викладанні програмного матеріалу допущені незначні помилки. При виконанні практичних завдань без достатнього розуміння студент застосовує навчальний матеріал, припускає помилки. |
| <i>Оцінка „задовільно (достатньо)“.</i> Теоретичні питання розкрито неповністю, з суттєвими помилками. При виконанні практичного завдання студент припускається значної кількості помилок та зустрічається зі значними труднощами.                              |
| <i>Оцінка „незадовільно“.</i> Теоретичні питання нерозкриті. Студент не може виконати практичні завдання, виявляє здатність до викладення думки на елементарному рівні.                                                                                         |
| <i>Оцінка „не зараховано“.</i> Студент на занятті відсутній                                                                                                                                                                                                     |

### Поточний модульний контроль у формі письмового чи усного тестування

|                          |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|--------------------------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Правильних відповідей, % | 100 | 90 | 80 | 70 | 60 | 50 | 40 | 30 | 20 | 10 |
| Бал зарахування          | 10  | 9  | 8  | 7  | 6  | 5  | 4  | 3  | 2  | 1  |

### Форми контролю та розподіл балів за ними

| № | Форма контролю                                                                        | Кількість балів       |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
|   |                                                                                       | Денна                 |
| 1 | Виконання практичних завдань                                                          | 15х2 бали = 30 балів  |
| 2 | Усна відповідь при модульному контролі (опитуванні чи розв'язання тестового завдання) | 15х2 балів = 30 балів |
|   | <i>Разом (максимум)</i>                                                               | 60                    |
|   | <i>Екзамен (максимум)</i>                                                             | 40                    |

### 8. Критерії оцінювання результатів навчання (розподіл балів за змістовними модулями і видами навчальної роботи)

|                               | Денне відділення        |                 |
|-------------------------------|-------------------------|-----------------|
|                               | Вид роботи              | Кількість балів |
| ЗМ1                           | Практична робота        | 1-10            |
|                               | Тести чи усна відповідь | 6-10            |
| ЗМ2                           | Практична робота        | 1-10            |
|                               | Тести чи усна відповідь | 6-10            |
| ЗМ3                           | Практична робота        | 1-10            |
|                               | Тести чи усна відповідь | 6-10            |
| Всього поточних оцінок, балів |                         | 21-60           |
| Підсумковий контроль          | Екзамен                 | 21-40           |
| Сумарно                       | 100 (60 + 40)           | Від 42 до 100   |

## 9. Засоби навчання

У якості наочного матеріалу під час лекційних та практичних робіт використовуються:

1. Фахове програмне забезпечення та доступ до геопорталів
2. Готові алгоритми розрахунків, рекомендованих для відповідних завдань
3. Лекційні матеріали на електронних носіях
4. Матеріали для самостійного вивчення на електронних носіях
5. Карти України, Миколаївської області та Південного регіону
6. Фото та відеоматеріали

Постійно, для роз'яснення найбільш складних питань за курсом дисципліни та підвищення якості знань студентів передбачено індивідуальні консультації викладача за розкладом кафедри. За необхідності, для проведення контрольних заходів оцінки рівня засвоєння матеріалу кожного окремого змістового модуля можливо проведення письмових контрольних та індивідуальних тестових контролів.

## 10. Рекомендовані джерела інформації

### Основна література

1. Геопортал MAPEXPERT. [http://mapexpert.com.ua/index\\_ru.php?id=196&table=news](http://mapexpert.com.ua/index_ru.php?id=196&table=news)
2. Геопортал TomTom Maps - картографический сервис, созданный на основе Tele Atlas
3. Програмне забезпечення в області картографії поверхні. Геопортал Leaflet. OpenStreetMap.CyclOSM.Merit DEM. <https://en-gb.topographic-map.com/maps>
4. Басейн річок. Операційно-картографічна система Mapexpert. URL: <http://mapexpert.com>
5. Багаторічні дані про режим та ресурси поверхневих вод суші» (БДС) за 1981–2000 рр. та за 2001–2010 рр. Вип. 6. Ч.1. «Річки і канали», Ч. 2 «Озера та водосховища» Київ. Центральна геофізична обсерваторія ім. Б.Срезневського. 2014. 214 с.
6. Богобоящий В. В., Курбанов К.Р., Палій П.Б., Шмандій В.М. Принципи моделювання та прогнозування в екології: Підручник для вузів, К.: ЦНЛ, 2004. 216 с.
7. Боголюбов В.М., Клименко М.О., Мокін В. Б. та ін. (2018). Моніторинг довкілля: Підручник. За ред. В.М. Боголюбова. Київ: НУБіПУ. 435 с. URL:[http://dglb.nubip.edu.ua:8080/bitstream/123456789/5823/1/Bogolybov\\_Monitoring%20dovkslly.pdf](http://dglb.nubip.edu.ua:8080/bitstream/123456789/5823/1/Bogolybov_Monitoring%20dovkslly.pdf)
8. Ковальчук П.І. Моделювання і прогнозування стану навколишнього середовища. К.: Либідь, 2003. 208с.
9. Кривульченко А.І. Сухі степи Причорномор'я та Приазов'я: ландшафти, галогеохімія ґрунто-підґрунтя. Київ, 2005. 345 с.
10. Маринич О.М., Шищенко П.Г. Фізична географія України. Київ, Знання. 2003. 479 с.

### Додаткова література

1. DATA–портал каталогізованих джерел геоданих, багатошарових е-карт, їх
2. Аналіз актуальних чинників погіршення якості питного водопостачання в контексті національної безпеки України". Аналітична записка. 2021. URL: <https://niss.gov.ua/doslidzhennya/nacionalna-bezpeka/analiz-aktualnikh-chinnikiv-pogirshennayakosti-pitnogo> АНАЛІЗ ВПЛИВУ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН НА ВОДНІ РЕСУРСИ УКРАЇНИ (повний звіт за результатами проекту). Сніжко С., Шевченко О.,

- Дідовець Ю. Центр екологічних ініціатив «Екодія», 2021, 68 с. <https://ecoaction.org.ua/wp-content/uploads/2021/06/analiz-vplyvu-vodni-resursy-full.pdf>
3. Аналітика екологічної ситуації в Україні. Офіційний сайт. URL: <http://ecology.at.ua>.
  4. Аналітика екологічної ситуації в Україні. Офіційний сайт. URL: <http://ecology.at.ua>.
  5. Аналітичний звіт «Базове дослідження стану та напрямів розвитку екологічної політики України та перспектив посилення участі організацій громадянського суспільства у розробці та впровадженні політик, дружніх до довкілля» (період: 2021-січень 2022). URL: [https://www.irf.ua/wp-content/uploads/2019/12/baseline-research\\_report\\_publishing-dec-2019.pdf](https://www.irf.ua/wp-content/uploads/2019/12/baseline-research_report_publishing-dec-2019.pdf)
  6. База даних по историческому климату для ГИС (Database. Reformatted for GIS Spatial Analysis). URL: <http://csi.cgiar.org/cru/>
  7. Балюк С.А., Ромащенко М.І., Трускавецький Р.С. Меліорація ґрунтів. Систематика, перспективи, інновації. Херсон, 2015. 668 с.
  8. Біотопи степової зони України. За ред. Я.П. Дідуха. Київ-Чернівці: Друк Арт, 2020, 392 с.
  9. Бондар О.І., Канищук В.В. Екологія гідроекосистем. Херсон: Олді-Плюс, 2013, 316 с.
  10. Васенко О.Г., Рибалова О.В., Артем'єв С.Р., та ін. Інтегральні та комплексні оцінки стану навколишнього природного середовища Х: НУГЗУ, 2015. 419 с. <http://repositsc.nuczu.edu.ua/bitstream/123456789/6524/1pdf>
  11. Визначення розрахункових гідрологічних характеристик. Determination of design
  12. Власюк А. П. Мартинюк П. М. Математичне моделювання консолідації ґрунтів при фільтрації сольових розчинів в неізотермічних умовах : Монографія,. Рівне : НУВГП, 2008. 416 с.
  13. Водна стратегія України на період до 2025 року (наукові основи). За ред. М. І. Ромащенко та ін. Київ, 2015. 46 с. URL: [http://iwpim.com.ua/wp-content/uploads/2015/10/11\\_03\\_2015.pdf](http://iwpim.com.ua/wp-content/uploads/2015/10/11_03_2015.pdf)
  14. ВОЗ. Краткий аналитический обзор. Водоснабжение, санитария, гигиена и здоровье. (Enkhtsetseg Shinee и Oliver Schmoll). Европейское Бюро ВОЗ. Copenhagen Ø, Denmark. 2021. 24 p. [https://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0011/495911/water-sanitation-hygiene-health-SDG-brief-rus.pdf](https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0011/495911/water-sanitation-hygiene-health-SDG-brief-rus.pdf)
  15. Всесвітній звіт ОРГАНІЗАЦІЇ ОБ'ЄДНАНИХ НАЦІЙ з розвитку водних ресурсів за 2017 рік. Стічні води: невикористаний ресурс The United Nations world water development report 2017. Wastewater: the untapped resource. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization; 2017 <http://www.unwater.org/publications/world-water-development-report-2017>.
  16. Всесвітній звіт ОРГАНІЗАЦІЇ ОБ'ЄДНАНИХ НАЦІЙ з розвитку водних ресурсів. 2021. ЦІНУВАННЯ ВОДИ The United Nations World Water Development Report. 2021. VALUING WATER / UN, FAO, UNDP, UNIDO, Unesco, Paris; 2021. 206 pp.
  17. Галік О.І., Басюк Т.О. Методичні вказівки «Довідкові дані з клімату України». Рівне. НУВГП. 2014. 158 с. <http://ep3.nuwm.edu.ua/591/1/01-03-16.pdf>
  18. Глобальне горизонтальне опромінення. Global Horizontal Irradiation (2012). URL: <http://Solargis.imfo>
  19. Зубик Л. В. Зубик Я. Я, Корнович І. М. Інформатика та комп'ютерна техніка у водному господарстві : Навч. посібник. Рівне: НУВГП, 2008. 306 с.
  20. Математичні моделі складних систем. <http://lib.chdu.edu.ua/pdf/posibnuku/33/3.pdf>.
  21. Моделювання екологічних систем: системний екологічний аналіз. [http://elkniga.info/book\\_208\\_glava\\_4\\_1%C2%A0%C2%A0\\_Modeljuvannja\\_ekolog%D1%96ch.html](http://elkniga.info/book_208_glava_4_1%C2%A0%C2%A0_Modeljuvannja_ekolog%D1%96ch.html)

## Інформаційні ресурси

1. CGIAR-CSI GeoPortal provides easy to use CRU TS 2.1 CRU TS 2.1 Climate. Clements, J. F., et al. 2019. The eBird/Clements Checklist of Birds of the World: v2019. [URL:https://www.birds.cornell.edu/clementschecklist/download/](https://www.birds.cornell.edu/clementschecklist/download/);
2. CORINE Land Cover. Офіційний сайт. [URL:www.eea.europa.eu/publications/COR0-landcover](http://www.eea.europa.eu/publications/COR0-landcover)
3. застосування для управління громадами/регіонами. [URL: https://cid.center/gisdata/](https://cid.center/gisdata/)
4. EEA - European Environment Agency. Доступно за [URL:http://www.eea.europa.eu/](http://www.eea.europa.eu/)
5. EUROPA–Environment. Офіційний сайт. [URL:http://ec.europa.eu/environment/](http://ec.europa.eu/environment/)
6. Free GIS Data Sources: Best Global Raster and Vector Datasets - GIS Geography. [URL:www.gisgeography.com/best-free-gis-data-sourcesraster-vector/](http://www.gisgeography.com/best-free-gis-data-sourcesraster-vector/)
7. Global Horizontal Irradiation. [URL:http://Solargis.imfo](http://Solargis.imfo)
8. Google Maps. [URL:http://maps.google.com/](http://maps.google.com/)
9. IDMP/WMO. Интегрированная справочная служба по борьбе с засухой. [URL:http://www.droughtmanagement.info/wp-content/uploads/2014/04/idmp\\_logo.png](http://www.droughtmanagement.info/wp-content/uploads/2014/04/idmp_logo.png)
10. Аграрний сектор України: Статистика. Сільське, лісове та рибне господарство. [URL: http://agroua.net/statistics/](http://agroua.net/statistics/)
11. Глобальне потепління 1,5°C». 2021. 5-видання. Міжурядова Колегія з питань зміни клімату. Special Report. «Global Warming of 1.5 °C». *The Intergovernmental Panel on Climate Change*. [URL:https://www.ipcc.ch/sr15/](https://www.ipcc.ch/sr15/)
12. Глобальные климатические карты Мира. [URL: http://www.fao.org/sd/eidirect/climate/eisp0002.htm](http://www.fao.org/sd/eidirect/climate/eisp0002.htm)
13. Група Світового банку. Поновлювані внутрішні прісноводні ресурси на душу населення The World Bank Group. Renewable internal freshwater resources per capita (cubic meters). [URL: https://data.worldbank.org/indicator/ER.H2O.INTR.PC](https://data.worldbank.org/indicator/ER.H2O.INTR.PC)
14. Екологічне моделювання: [http://uk.swewe.org/word\\_show.htm](http://uk.swewe.org/word_show.htm)
15. Енергетичне моделювання : іноземний досвід та напрями перспективних досліджень в Україні. [http://eip.org.ua/docs/EP\\_06\\_1\\_126\\_uk.pdf](http://eip.org.ua/docs/EP_06_1_126_uk.pdf)