

Затверджено Вченою радою
ОНУ імені І.І. Мечникова
від "20" грудня 2016 р. № 4

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

(повна назва вищого навчального закладу)

Кафедра _____
математичного аналізу



Проректор з науково-педагогічної роботи

"ЗАТВЕРДЖУЮ"

(П.І.Б.)

20__ р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Комп'ютерне моделювання стану популяцій

(назва навчальної дисципліни)

Рівень вищої освіти Доктор філософії

Спеціальність 091 – біологія

(код і назва спеціальності (тей))

Інститут/факультет Факультет математики, фізики і інформаційних технологій

(назва інституту, факультету)

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета. В ході курсу лекцій занять аспіранти ознайомляться з математичними поняттями і популярними методами комп'ютерного моделювання, знання яких необхідне для успішного дослідження в області біології; освоють відомий пакет програм, до складу якого входять CMSY, AMSY, BSM, LBB, BCrumb для комп'ютерного моделювання стану популяцій.

Завдання. В процесі навчання аспіранти повинні освоїти основні математичні поняття і методи, які використовуються при комп'ютерному моделюванні стану популяцій, набути навичок обробки, класифікації, аналізу і інтерпретації даних у відповідному програмному забезпеченні. Процес вивчення дисципліни спрямований на формування елементів відповідних компетентностей:

ЗК 03. Здатність до аналізу і плануванню, розробляти та управляти проектами, здійснювати комплексні дослідження, в тому числі міждисциплінарні.

ЗК 06. Здатність генерувати нові ідеї, обирати оптимальні шляхи і методи вирішення завдань досліджень, інтерпретувати та аналізувати їх результати.

СК 01. Здатність організовувати, моделювати наукові дослідження та розробки, реалізувати координаційне управління науковою діяльністю, створювати нові знання у біології та дотичних до неї междисциплінарних напрямках, створювати моделі об'єктів і процесів на прикладі різних рівнів організації живого.

СК 02. Здатність застосовувати сучасні інформаційні технології, бази даних та інші електронні ресурси, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та навчальній діяльності.

Очікувані результати навчання. У результаті вивчення навчальної дисципліни аспірант повинен

знати: основні математичні поняття і методи, які використовуються при комп'ютерному моделюванні стану популяцій.

вміти: виконувати моделювання даних у відповідному програмному забезпеченні при дослідженні динаміки зміни стану популяції.

Зміст підготовки, сформульований у термінах результатів навчання:

ПР6. Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації інформацію з різних джерел, організувати та керувати інформацією. Обирати і застосовувати методологію та інструментарій наукового дослідження при здійсненні теоретичних й емпіричних досліджень у галузі біології.

ПР7. Розробляти та управляти науковими проектами, ініціювати організації досліджень в галузі науково-дослідницької та інноваційної діяльності. Проводити моделювання та діагностування різних процесів та об'єктів у процесі дослідження біологічних систем різного рівня організації.

2. Зміст навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Продукційні моделі (Surplus production models)

Тема 1. Огляд сучасних комп'ютерних моделей для оцінки стану популяції.

Тема 2. Рівняння Шефера.

Тема 3. Стохастичний метод обчислення Монте-Карло.

Змістовий модуль 2. Моделювання у пакеті R.

Тема 4. Оцінка коефіцієнтів, що характеризують популяцію.

Тема 5. Продукційна модель CMSY за даними вилову.

Тема 6. Вдосконалена байєсівська продукційна модель BSM.

3. Структура навчальної дисципліни

| Назви тем | Кількість годин | | | | | | | | | |
|---|-----------------|--------------|-----------|-----|-----------|--------------|--------------|-----|-----|----|
| | Денна форма | | | | | Заочна форма | | | | |
| | Усього | у тому числі | | | | Усього | у тому числі | | | |
| | | л | п/с | лаб | ср | | л | п/с | лаб | ср |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Змістовий модуль 1. Описова статистика | | | | | | | | | | |
| Тема 1 | 14 | 2 | 2 | | 10 | | | | | |
| Тема 2 | 14 | 2 | 2 | | 10 | | | | | |
| Тема 3 | 14 | 2 | 2 | | 10 | | | | | |
| Разом за змістовим модулем 1 | 42 | 6 | 6 | | 30 | | | | | |
| Змістовий модуль 2. Статистичні гіпотези | | | | | | | | | | |
| Тема 3 | 17 | 4 | 3 | | 10 | | | | | |
| Тема 4 | 17 | 4 | 3 | | 10 | | | | | |
| Тема 6 | 14 | 2 | 2 | | 10 | | | | | |
| Разом за змістовим модулем 2 | 48 | 10 | 8 | | 30 | | | | | |
| ІНДЗ* | | | | | | | | | | |
| Усього годин | 90 | 16 | 14 | | 60 | | | | | |

* – за наявності

5. Теми семінарських занять

Не передбачено.

6. Теми практичних занять

| № з/п | Назва теми | Кількість годин |
|-------|--|-----------------|
| 1 | Продукційна модель CMSY за даними вилову. | 3 |
| 2 | Вдосконалена байєсівська продукційна модель BSM. | 3 |

7. Теми лабораторних занять

Не передбачено.

8. Самостійна робота

| № з/п | Назва теми/ види завдань | Кількість годин |
|-------|---|-----------------|
| 1 | Огляд сучасних комп'ютерних моделей для оцінки стану популяції. | 10 |
| 2 | Рівняння Шефера. | 10 |
| 3 | Стохастичний метод обчислення Монте-Карло. | 10 |
| 4 | Оцінка коефіцієнтів, що характеризують популяцію. | 10 |
| 5 | Продукційна модель CMSY за даними вилову. | 10 |
| 6 | Вдосконалена байєсівська продукційна модель BSM. | 10 |
| | Разом | 60 |

До самостійної роботи відноситься:

- [1] – підготовка до лекцій та практичних занять;
- [2] – написання рефератів, есе;
- [3] – виконання контрольних завдань.

9. Індивідуальне навчально-дослідне завдання

Не передбачено планом.

10. Методи навчання

Метод проблемного викладення (наукового пошуку)

Пояснювально-ілюстративні методи:

- лекція
- пояснення
- інструктаж
- самостійне опрацювання літературних джерел
- робота з електронними конспектами лекцій та презентаціями

Інформаційно – повідомляючий метод

Наочні методи(презентації, ілюстрації)

Репродуктивні методи:

- закріплення вивченого на основі зразка (побудова моделей, розв'язування задач)
- розв'язування задач за алгоритмами конкретних методів
- вправи

Дослідницький метод

Методи формування і стимулювання пізнавальної діяльності:

- навчальні дискусії
- аналіз життєвих ситуацій

11. Методи контролю

Методи усного контролю:

- фронтальне і індивідуальне усне опитування

– усний залік

Методи письмового контролю:

- письмові самостійні і контрольні роботи на ПК
- тести, письмовий залік на ПК

12. Питання для підсумкового контролю

1. Навести приклади продукційних моделей.
2. Які дані потрібні для моделювання за методами SAM та XSA?
3. Які результати можна отримати за методами SAM та XSA?
4. Які дані потрібні для моделювання за методами LB-SPR та LBB?
5. Які результати можна отримати за методами LB-SPR та LBB?
6. Дати порівняння моделей за даними вікового та розмірного складу популяції.
7. У чому полягає особливість Stock Synthesis у порівнянні з іншими комп'ютерними моделями?
8. Сформулювати рівняння Шефера? На яких гіпотезах воно базується?
9. Чим відрізняються динамічні та статичні продукційні моделі?
10. Дати означення рівноважній продукційній моделі.
11. Навести приклади моделювання методом Монте-Карло.
12. Як досягається точність обчислень?
13. Що означає використання вибірки за значимістю?
14. Сформулювати переваги та недоліки методу.
15. Дати означення коефіцієнтів росту Берталанфі та навести метод їх розрахунку.
16. Дати означення коефіцієнтів співвідношення довжина-маса та навести метод їх розрахунку.
17. Дати означення коефіцієнтів смертності (загальна, природна, промислова) та навести метод їх розрахунку.
18. Дати означення показника SPR та навести його властивості.
19. Навести усі параметри моделі CMSY та дати їх опис.
20. Що відображає AN графік моделі CMSY?
21. Що відображає MAN графік моделі CMSY?
22. Як вивести результати обчислення у pdf форматі?
23. У чому полягають відмінності моделей CMSY та BSM.
24. Навести усі параметри моделі BSM та дати їх опис.
25. Що відображає AN графік моделі BSM?
26. Що відображає MAN графік моделі BSM?

Побудувати комп'ютерну модель «BSM+LBB», що описує поточний стан популяції за даними вилову, промислового зусилля (або індексу чисельності), параметрів росту та смертності, розмірно-вікового складу.

13. Розподіл балів, які отримують студенти **Критерії та шкала оцінювання: національна та ECTS**

Реалізація основних завдань контролю знань здобувачів вищої освіти в ОНУ досягається системними підходами до оцінювання та комплексністю застосування різних видів контролю. Згідно з діючою в університеті системою комплексної діагностики знань здобувачів вищої освіти, з метою стимулювання планомірної та систематичної навчальної роботи, оцінка знань здійснюється за 100-баловою системою, яка переводиться відповідно у національну шкалу («відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно») та шкалу європейської кредитно-трансферної системи (ЄКТС –А, В, С, D, E, FX, F).

| За системою ОНУ | За шкалою ECTS | За національною системою | Визначення |
|-----------------|----------------|--------------------------|---|
| 90-100 | A | 5 (відмінно) | Повно та ґрунтовно засвоїв всі теми навчальної програми вміє вільно та самостійно викласти зміст всіх питань програми навчальної дисципліни, розуміє її значення для своєї професійної підготовки, повністю виконав усі завдання кожної теми та поточного модульного контролю в цілому. |
| 85-89 | B | 4 (дуже добре) | Недостатньо повно та ґрунтовно засвоїв окремі питання робочої програми. Вміє самостійно викласти зміст основних питань програми навчальної дисципліни, виконав завдання кожної теми та модульного поточного контролю в цілому. |
| 75-84 | C | 4 (добре) | Недостатньо повно та ґрунтовно засвоїв деякі теми робочої програми, не вміє самостійно викласти зміст деяких питань програми навчальної дисципліни. Окремі завдання кожної теми та модульного поточного контролю в цілому виконав не повністю. |
| 70-74 | D | 3 (задовільно) | Засвоїв лише окремі теми робочої програми. Не вміє вільно самостійно викласти зміст основних питань навчальної дисципліни, окремі завдання кожної теми модульного контролю не виконав. |
| 60-69 | E | 3 (достатньо) | Засвоїв лише окремі питання навчальної програми. Не вміє достатньо самостійно викласти зміст більшості питань програми навчальної дисципліни. Виконав лише окремі завдання кожної теми та модульного контролю в цілому. |
| 35-59 | FX | 2 (незадовільно) | Не засвоїв більшості тем навчальної програми не вміє викласти зміст більшості основних питань навчальної дисципліни. Не виконав більшості завдань кожної теми та модульного контролю в |

| | | | |
|------|---|---------------------|--|
| | | | цілому. |
| 0-34 | F | 2 (незадовільно) | Не засвоїв навчальної програми, не вмів викласти зміст жодної теми навчальної дисципліни, не виконав модульного контролю, з обов'язковим повторним вивченням дисципліни. |

Орієнтовний приклад для заліку

| Поточний контроль | | | | Підсумковий тест | Сума балів |
|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|------------------|------------|
| Змістовий модуль №1 | | Змістовий модуль № 2 | | | |
| Контрольна робота 1 | Контрольна робота 2 | Контрольна робота 3 | Контрольна робота 4 | 40 | 100 |
| 15 | 15 | 15 | 15 | | |

14. Методичне та матеріально-технічне забезпечення

1. *Заморов В.В., Джуртубаєв М.М., Леончик Є.Ю.* Оцінка рибопродуктивності придунайських озер за станом макрозообентосу. Методичні рекомендації для студентів біологічного факультету спеціальності «Біологія» спеціалізації «Гідробиологія та загальна екологія» усіх форм навчання. – Одеса: «Одеський національний університет», 2012. – 40 с.
2. *Заморов В.В., Леончик Є.Ю.* Оцінка запасу промислових видів корошових риб придунайських озер. Методичний посібник для студентів біологічного факультету спеціальності «Біологія» спеціалізації «Гідробиологія та загальна екологія» усіх форм навчання. – Одеса: «Одеський національний університет», 2014. – 28 с.
3. Довідкова інформація на сайтах FishBase та FAO GFCM:
 - Дані по уловам та промисловому зусиллю;
 - Біологічні параметри популяцій (смертність, темпи росту, стійкість до промислу, відношення довжина-маса та довжина-вік);
 - Інструкції до програмного забезпечення та приклади розрахунків.

Матеріальне забезпечення: комп'ютери з відповідним пакетом програм (CMSY, AMSY, BSM, LBB, VCrumb), доступ до мережі інтернет.

15. Рекомендована література

Основна

1. Froese R., Demirel N., Coro G., Kleisner K., Winker H. Estimating fisheries reference points from catch and resilience // *Fish and Fisheries*, 18 (3). – 2017. – pp. 506-526.
2. R. Froese, N. Demirel, G. Coro and H. Winker. A Simple User Guide for CMSY and BSM. – 2019. – 11 с.

Додаткова

1. Математическое и компьютерное моделирование в биологии : учеб.-метод. пособие / С. Е. Дромашко. – 2009. – 65 с.
2. Goodyear C. P. Spawning stock biomass per recruit in fisheries management: foundation and current use // *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.*, vol. 120. – 1993. – pp. 67–82.
3. *Modeling Life* / Alan Garfinkel, Jane Shevtsov, Yina Guo. – Springer New York. – 2017. Безкоштовне завантаження на сайті Springer:
а. <http://link.springer.com/openurl?genre=book&isbn=978-3-319-59731-7>
4. *Methods of Mathematical Modelling* / Thomas Witelski, Mark Bowen. – Springer New York. – 2015. Безкоштовне завантаження на сайті Springer:
а. <http://link.springer.com/openurl?genre=book&isbn=978-3-319-23042-9>
5. Froese R., Winker H., Coro G., Demirel N., Tsikliras A., Dimarchopoulou D., Scarcella G., Probst W.N., Dureuil M., Pauly D.. A new approach for estimating stock status from length frequency data // *ICES Journal of Marine Science*, vol. 75 (6). – 2018. – pp. 2004-2015.
6. Hordyk A., Ono K., Sainsbury K., Loneragan N., and Prince J. Some explorations of the life history ratios to describe length composition, spawning per recruit, and the spawning potential ratio // *ICES Journal of Marine Science*, vol. 72 (1). – 2015. – pp. 204-216.
7. Methot R., Wetzel C. Stock synthesis: A biological and statistical framework for fish stock assessment and fishery management // *Fish. Res.*, vol. 142. – 2013. – pp. 86-99.
8. Nielsen, A., Berg, C. 2014. Estimation of time-varying selectivity in stock assessments using state-space models // *Fish. Res.*, vol. 158. – 96–101 pp.
9. Sparre P., Venema C. S. Introduction to tropical fish stock assessment. P. I: Manual. – Rome: FAO Fish. Tech. Pap. Rev. vol. 306/1, Rev. 2. – 1998. – 407 p.

16. Електронні інформаційні ресурси

1. www.r-project.org
2. <https://rdr.io/github/datalimited/datalimited/src/R/cmsy.R>
3. www.fishbase.org
4. <http://www.fao.org/fishery/statistics/GFCM-capture-production/en>

ПЛАН СЕМІНАРСЬКИХ ЗАНЯТЬ

По дисципліні – «Комп'ютерне моделювання стану популяцій»

Факультет – біологічний

Лекційних – 16 години

Семінарських – 14 годин

Всього – 90 годин.

Викладач:

доц. каф. математичного аналізу Леончик Є.Ю.

ПЛАН СЕМІНАРСЬКИХ ЗАНЯТЬ

Тема 1. Огляд сучасних комп'ютерних моделей для оцінки стану популяції.

Питання для підготовки та обговорення:

1. Моделі SAM та XSA за даними вікового складу популяції.
2. Моделі LB-SPR та LBB за даними розмірного складу популяції.
3. Модель Stock Synthesis, що об'єднує різноманітні підходи до оцінки стану популяції.

Контрольні питання:

1. Які дані потрібні для моделювання за методами SAM та XSA?
2. Які результати можна отримати за методами SAM та XSA?
3. Які дані потрібні для моделювання за методами LB-SPR та LBB?
4. Які результати можна отримати за методами LB-SPR та LBB?
5. Дати порівняння моделей за даними вікового та розмірного складу популяції.
6. У чому полягає особливість Stock Synthesis у порівнянні з іншими комп'ютерними моделями?

Література:

1. Froese R., Winker H., Coro G., D mirel N., Tsikliras A., Dimarchopoulou D., Scarcella G., Probst W.N., Dureuil M., Pauly D.. A new approach for estimating stock status from length frequency data // *ICES Journal of Marine Science*, vol. 75 (6). – 2018. – pp. 2004-2015.
2. Hordyk A., Ono K., Sainsbury K., Loneragan N., and Prince J. Some explorations of the life history ratios to describe length composition, spawning per recruit, and the spawning potential ratio // *ICES Journal of Marine Science*, vol. 72 (1). – 2015. – pp. 204-216.
3. Methot R., Wetzel C. Stock synthesis: A biological and statistical framework for fish stock assessment and fishery management // *Fish. Res.*, vol. 142. – 2013. – pp. 86-99.
4. Nielsen, A., Berg, C. 2014. Estimation of time-varying selectivity in stock assessments using state-space models // *Fish. Res.*, vol. 158. – 96–101 pp.

Тема 2. Рівняння Шефера.

Питання для підготовки та обговорення:

4. Застосування продукційних моделей.
5. Основні гіпотези і співвідношення.
6. Класичні продукційні моделі.
7. Динамічні та статичні продукційні моделі.
8. Рівноважні продукційні моделі.

Контрольні питання:

7. Навести приклади продукційних моделей.
8. Сформулювати рівняння Шефера? На яких гіпотезах воно базується?
9. Чим відрізняються динамічні та статичні продукційні моделі?

10. Дати означення рівноважній продукційній моделі.

Література:

1. Математическое и компьютерное моделирование в биологии : учеб.-метод. пособие / С. Е. Дромашко. – 2009. – 65 с.
2. Methods of Mathematical Modelling / Thomas Witelski, Mark Bowen. – Springer New York. – 2015. Безкоштовне завантаження на сайті Springer: <http://link.springer.com/openurl?genre=book&isbn=978-3-319-23042-9>
3. Froese R., Demirel N., Coro G., Kleisner K., Winker H. Estimating fisheries reference points from catch and resilience // Fish and Fisheries, 18 (3). – 2017. – pp. 506-526.

Тема 3. Стохастичний метод обчислення Монте-Карло.

Питання для підготовки та обговорення:

1. Народження методу Монте-Карло в Лос-Аламосі.
2. Алгоритм Бюффона для визначення числа Π .
3. Загальна схема методу.
4. Подальший розвиток і сучасність.
5. Зв'язок стохастичних процесів і диференціальних рівнянь.

Контрольні питання:

1. Навести приклади моделювання методом Монте-Карло.
2. Як досягається точність обчислень?
3. Що означає використання вибірки за значимістю?
4. Сформулювати переваги та недоліки методу.

Література:

1. Математическое и компьютерное моделирование в биологии : учеб.-метод. пособие / С. Е. Дромашко. – 2009. – 65 с.
2. Froese R., Demirel N., Coro G., Kleisner K., Winker H. Estimating fisheries reference points from catch and resilience // Fish and Fisheries, 18 (3). – 2017. – pp. 506-526.

Тема 4. Оцінка коефіцієнтів, що характеризують популяцію.

Питання для підготовки та обговорення:

1. Коефіцієнти росту Бергаланфі.
2. Коефіцієнти співвідношення довжина-маса.
3. Коефіцієнти смертності.
4. Показник SPR.

Контрольні питання:

1. Дати означення коефіцієнтів росту Бергаланфі та навести метод їх розрахунку.
2. Дати означення коефіцієнтів співвідношення довжина-маса та навести метод їх розрахунку.
3. Дати означення коефіцієнтів смертності (загальна, природна, промислова) та навести метод їх розрахунку.

4. Дати означення показника SPR та навести його властивості.

Література:

1. Sparre P., Venema C. S. Introduction to tropical fish stock assessment. P. I: Manual. – Rome: FAO Fish. Tech. Pap. Rev. vol. 306/1, Rev. 2. – 1998. – 407 p.
2. Goodyear C. P. Spawning stock biomass per recruit in fisheries management: foundation and current use // Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci., vol. 120. – 1993. – pp. 67–82.

Тема 5. Продукційна модель CMSY.

Питання для підготовки та обговорення:

1. Основна схема моделі CMSY.
2. Структура ID файла CMSY.
3. Структура DAT файла CMSY.
4. Інтерпретація результатів обчислення CMSY.

Контрольні питання:

1. Навести усі параметри моделі CMSY та дати їх опис.
2. Що відображає AN графік моделі CMSY?
3. Що відображає MAN графік моделі CMSY?
4. Як вивести результати обчислення у pdf форматі?

Література:

1. R. Froese, N. Demirel, G. Coro and H. Winker. A Simple User Guide for CMSY and BSM. – 2019. – 11 с.
2. www.r-project.org
3. <https://rdr.io/github/datalimited/datalimited/src/R/cmsy.R>
4. www.fishbase.org
5. <http://www.fao.org/fishery/statistics/GFCM-capture-production/en>

Тема 6. Вдосконалена байєсівська продукційна модель BSM.

Питання для підготовки та обговорення:

1. Основна схема моделі BSM.
2. Структура ID файла BSM.
3. Структура DAT файла BSM.
4. Інтерпретація результатів обчислення BSM.

Контрольні питання:

1. У чому полягають відмінності моделей CMSY та BSM.
2. Навести усі параметри моделі BSM та дати їх опис.
3. Що відображає AN графік моделі BSM?
4. Що відображає MAN графік моделі BSM?

Література:

1. R. Froese, N. Demirel, G. Coro and H. Winker. A Simple User Guide for CMSY and BSM. – 2019. – 11 с.
2. www.fishbase.org
3. <http://www.fao.org/fishery/statistics/GFCM-capture-production/en>