Міністерство освіти і науки України
Сумський національний аграрний університет
Факультет агротехнологій та природокористування

Кафедра екології та ботаніки

«Затверджую»
Декан факультету агротехнологій та природокористування
_____ І. М. Коваленко

СИЛАБУС ОСВІТНЬОГО КОМПОНЕНТА

15. Біометрія

обов'язковий

Реалізується в межах освітньої програми **Лісове господарство**
за спеціальністю **205 Лісове господарство**

на першому (бакалаврському) рівні вищої освіти
(денна та заочна форма навчання, 4 семестр)

Погоджено:
Гарант освітньо-професійної програми,
голова проекної групи ОПП _____ Т. І. Мельник

Суми – 2022

1. Опис навчальної дисципліни

<table>
<tr><td rowspan="2">Найменування показників</td><td rowspan="2">Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень</td><td colspan="2">Характеристика навчальної дисципліни</td></tr>
<tr><td>денна форма навчання</td><td>заочна форма навчання</td></tr>
<tr><td>Кількість кредитів – 4</td><td>Галузь знань:
20 Аграрні науки та продовольство
(шифр і назва)</td><td colspan="2">Обов'язкова</td></tr>
<tr><td>Модулів – 2</td><td rowspan="6">Спеціальність: 205 «Лісове господарство»</td><td colspan="2">Рік підготовки:</td></tr>
<tr><td>Змістових модулів: 4</td><td colspan="2">2023-2024 н.р.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Індивідуальне науково-дослідне завдання: ------ (назва)</td><td colspan="2">Курс</td></tr>
<tr><td>2-й</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Семестр</td></tr>
<tr><td>Загальна кількість годин - 120</td><td>4-й</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="8">Тижневих годин для денної форми навчання:

аудиторних – 4,0
самостійної роботи студента – 5,0</td><td rowspan="8">ОС:

бакалавр</td><td colspan="2">Лекції</td></tr>
<tr><td>30 год.</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Практичні, семінарські</td></tr>
<tr><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лабораторні</td></tr>
<tr><td colspan="2">30 год</td></tr>
<tr><td colspan="2">Самостійна робота</td></tr>
<tr><td>60 год</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Індивідуальні завдання:
РГЗ – 10 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Вид контролю:
іспит</td></tr>
</table>

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання - 45/55 (60/75)

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: Метою вивчення дисципліни є формування у студентів знань і навичок використання математичного апарату та комп'ютерної техніки в системі біологічних досліджень..

Завдання: вивчити основні теоретичні і практичні положення біометрії, різноманітність методів математичної обробки даних та застосування їх в біологічних дослідженнях; навчитися використовувати методи кількісної оцінки даних біологічних досліджень в практичній діяльності, в тому числі на основі використання сучасних комп'ютерних технологій

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

знати: рівень сучасних вимог до комп'ютерної обробки кількісних даних; сучасний ринок пакетів прикладних програм та можливість їх використання для комп'ютерної обробки кількісних біологічних даних; рівень можливостей пакету Statistica for Windows фірми StatSoft, як найбільш придатного для комп'ютерного опрацювання біологічних даних; сучасне розмаїття спеціальних прикладних програм, створених для обробки біологічних даних; теоретичні засади методів математичної статистики; правила використання методів математичної статистики для вирішення конкретних дослідницьких проблем.

вміти: користуватись спеціальними прикладними програмами; вміло і правильно обирати методи статистичної обробки кількісних даних у відповідності з завданнями своїх досліджень; реалізовувати ці методи за допомогою сучасних пакетів прикладних програм (насамперед пакету Statistica for Windows); пояснювати результати, отримані під час комп'ютерного опрацювання даних, і робити на їх основі професійно-змістовні висновки; оцінювати правила використання методів математичної статистики для вирішення конкретних дослідницьких проблем.

За результатами вивчення дисципліни студент має досягти наступних програмних компетентностей та результатів навчання:
Загальні компетентності:
ЗК9. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
ЗК12. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
Фахові компетентності:
ФК3. Здатність використовувати знання й практичні для аналізу біологічних явищ і процесів, біометричної обробки дослідних даних та їх математичного моделювання.
Програмні результати навчання
ПРН 3. Проводити літературний пошук українською та іноземними мовою і аналізувати отриману інформацію.
ПРН 9. Застосовувати лісівничі загальновідомі методи збору дослідного матеріалу та його статистичного опрацювання.
ПРН 11. Оцінювати значимість отриманих результатів досліджень дерев, деревостанів, насаджень, лісових масивів і стану довкілля, стану мисливських тварин та їх кормової бази і робити аргументовані висновки.

3. **Програма навчальної дисципліни**

Модуль 1. ***Рівень сучасних вимог до комп'ютерної обробки кількісних даних. Сучасний ринок пакетів прикладних програм.***

Змістовий модуль 1. ***Особливості використання математичної статистики в біологічних дослідженнях.***

Вступ. *Я*кісні та кількісні дані в агрономії. Значення обчислювальної техніки. Планування та організація наукових досліджень в агрономії. Програмування. Символи і терміни. Закони і моделі.

Тема 1. Математична статистика як інструмент аналізу даних в агрономії Історія розвитку ідей математичної статистики. Сучасний стан математичної статистики. Основні поняття теорії імовірності. Математична статистика та різноманітність вирішуваних нею завдань.

Статистичне оцінювання. Концепція рандомізації. Репрезентативність вихідного матеріалу. Поняття про помилки. Систематичні та випадкові помилки. Прийняття рішення.

Тема 2. Сучасні статистичні пакети. Операційні системи. Статистичні пакети: Statgraphics под DOS, Statgraphics под Windows, Sigma Stat, SPSS.

Інтерфейс. Табличні процесори. Бази даних. Різноманітність статистичних методів. Графіка. Імпорт і експорт файлів. Роздрукування результатів**.** Механізм OLE.

Пакети наукової графіки: SigmaPlot, Harvard Graphics, Stanford Graphics, TableCurve, Equation Graphics. Оформлення графіків і їх роздрукування. Презентації. Слайди. Залучення графіків до текстових звітів.

Тема 3. ***Ознаки в біології*** Поняття про ознаки. Ознаки та властивості об'єктів. Кількісні та якісні ознаки. Ранги та ранжування. Кодування якісних ознак. Особливості збирання інформації про ознаки, які характеризують стан агрономічних об'єктів. Сезонність. Мінливість ознак з часом. Методи раціонального планування експериментів та польових дослідів. Таблиці випадкових чисел. Генерування випадкових чисел ЕОМ. Представлення вихідного матеріалу у формі таблиць. Побудова таблиць та їх роздрукування. Можливості текстового редактора Win Word 7.0.

Змістовий модуль 2. ***Ряди розподілу та основні статистичні параметри.***

Тема 4. Ряди розподілу та їх статистичне оцінювання. Поняття про статистичні ряди. Гістограми. Перевірка на відповідність нормальному статистичному розподілу. Нормальний імовірнісний графік. Коефіцієнти асиметрії та ексцесу. Робастність в статистиці. Виявлення та вибраковування "вискакуючих" значень. Трансформація статистичних рядів. Поняття про генеральну сукупність. Поняття про вибірку. Теорія вибірок. Великі й малі вибірки. Визначення статистично достатнього обсягу вибірок.

Тема 5. Основні статистичні параметри. Теорія оцінювання. Метод максимальної правдоподібності і метод найменших квадратів. Середнє та його види: середнє арифметичне, медіана, мода. Їх властивості. Математичне очікування як характеристика центру розподілу. Показники розсіювання. Розмах. Стандартне відхилення. Дисперсія. Похибка середнього арифметичного. Мінливість. Коефіцієнт варіації та коефіцієнт Джині. Точкове оцінювання та його застосування в агрономії. Інтервальне оцінювання. Поняття про довірчі рівні та їх границі. Коефіцієнт Ст'юдента. "Ящик з вусами". Оцінка часток. Графічне представлення результатів.

Модуль 2. ***Теоретичні засади методів математичної статистики*****.**

Змістовий модуль 3. ***Основні методи статистичної оцінки даних*****.**

Тема 6. Перевірка статистичних гіпотез. Порівняння середніх арифметичних при рівних та нерівних дисперсіях. Нульова гіпотеза H_o. Помилки першого та другого роду. Критерії значущості. Сенс критеріїв значущості. Форми представлення рівнів статистичної достовірності в сучасних статистичних пакетах. Метод хі-квадрат. Точний критерій Фішера. Параметричні та непараметричні критерії при перевірці статистичних гіпотез.

Тема 7. Кореляційний аналіз. Типи залежності між ознаками. Коефіцієнт лінійної кореляції. Статистична достовірність кореляцій. Кореляційні матриці. Біологічне та агрономічне значення кореляцій. Особливості використання кореляційного аналізу в селекції. Табличне та графічне представлення результатів кореляційного аналізу.

Тема 8. Дисперсійний аналіз. Завдання та можливості дисперсійного аналізу. Основні моделі дисперсійного аналізу. Критерій Фішера. Найменша істотна різниця. Порівняння варіантів в моделях дисперсійного аналізу. Перевірка однорідності дисперсій. Метод латинського квадрату. Поняття про варіанти та повторення в польових дослідах. Блочний метод та його недоліки.
Однофакторний дисперсійний аналіз - ANOVA. Двофакторний та багатофакторний дисперсійний аналіз - MANOVA. Взаємодія між факторами.

Тема ***9. Регресійний аналіз.*** Основні ідеї регресійного аналізу. Парний регресійний аналіз. Коефіцієнти та вільні члени регресійних рівнянь. Графічне представлення результатів регресійного аналізу. Множинний регресійний аналіз. Покрокова регресія. Площина регресії**.** Регресійний аналіз як засіб прогнозування явищ та процесів.

Тема ***10. Багатовимірний статистичний аналіз***

Концепція "згортки" інформації. Багатоознакові системи в агрономії. Метрики схожості та відстаней в багатовимірному просторі. Класифікація багатовимірних спостережень. Неоднозначність багатовимірних статистичних рішень. Багатовимірний аналіз як засіб побудови наукових гіпотез в агрономії.

Кластерний аналіз. Матриця вихідних даних. Проблема вибору ознак. Інформаційний шум. Метрики схожості і відстаней у кластерному аналізі. Q- та R-техніки у кластерному аналізі: аналіз об'єктів та аналіз ознак. Графічне представлення результатів кластерного аналізу. Факторний аналіз. Матриця вихідних даних. Проблема вибору ознак. Інформаційний шум. Метрики схожості і відстаней у факторному аналізі. Q- та R-техніки у факторному аналізі: аналіз об'єктів та аналіз ознак. Графічне представлення результатів факторного аналізу. Полярна вісконсинська ординація. Матриця вихідних даних. Особливості метода. Представлення результатів. Віталітетний аналіз в агрономії. Ознаки життєздатності рослин в посівах. Реалізація метода на ЕОМ. Представлення і інтерпритація результатів.

Змістовий модуль 4. ***Прогнозування в біології та його комп'ютерне забезпечення.***

Тема 11. Прогнозування в сільському господарстві. Теоретичні основи прогнозування. Типи моделей. Інтерполяція та її границі. Метод ковзаючої середньої. Аналіз рядів динаміки. Компоненти ряду динаміки. Стаціонарність. Сезонність. Виявлення тренду. Графічне представлення та інтерпритація результатів тренд-аналізу. Теорія епідемій. Детерміністські та стохастичні моделі. Комп'ютерна діагностика у фітопатології.

Тема 12 Спеціальні комп'ютерні програми. Мета створення таких програм. Їх розмаїття. Сфери застосування.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	Усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модуль 1. ***Рівень сучасних вимог до комп'ютерної обробки кількісних даних. Сучасний ринок пакетів прикладних програм.***												
Змістовий модуль 1. ***Особливості використання математичної статистики в біологічних дослідженнях.***												
Тема 1. Вступ. Математична статистика як інструмент аналізу даних в біології.	12			2		10	26	2		4		20

Тема 2. Сучасні статистичні пакети.	**14**	**2**		**2**		**10**	**19**	**4**		**2**		**13**
Тема 3. Ознаки в біології.	**4**	**2**		**2**			**21**	**4**		**4**		**13**
Разом за змістовим модулем 1	**30**	**4**		**6**		**20**	**66**	**10**		**10**		**46**
Змістовий модуль 2. ***Ряди розподілу та основні статистичні параметри.***												
Тема 4. Ряди розподілу та їх статистичне оцінювання.	**4**	**2**		**2**			**10**					**10**
Тема 5. Основні статистичні параметри.	**8**	**4**		**4**			**10**					**10**
Разом за змістовим модулем 2	**12**	**6**		**6**			**20**					**20**
Модуль 2. ***Теоретичні засади методів математичної статистики*****.**												
Змістовий модуль 3. ***Основні методи статистичної оцінки даних.***												
Тема 6. Перевірка статистичних гіпотез.	**4**	**2**		**2**			**10**					**10**
Тема 7. Кореляційний аналіз.	**16**	**2**		**4**		**10**	**10**					**10**
Тема 8. Дисперсійний аналіз.	**20**	**4**		**6**		**10**	**10**					**10**
Тема 9. Регресійний аналіз.	**6**	**2**		**4**			**9**					**9**
Тема 10. Багатовимірний статистичний аналіз.	**14**	**2**		**2**		**10**						
Разом за змістовим модулем 3	**60**	**12**		**18**		**30**	**39**					**39**
Змістовий модуль 4. ***Прогнозування в біології та його комп'ютерне забезпечення.***												
Тема 11. Прогнозування в біології.	**14**	**4**				**10**						

Тема 12. Спеціальні комп'ютерні програми.	**9**	**4**				**5**						
Індивідуальне завдання – РГЗ	**10**				**10**							
Разом за змістовим модулем 4	**33**	**8**			**10**	**15**	**39**					**35**
Усього годин	**135**	**26**		**26**	**10**	**83**	**135**	**10**		**10**		**115**

5. Теми та план лекційних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна	Заочна
1	**Лекція1.*Використанняматематичної статистики в біологічних дослідженнях*.** 1. Роль математичної статистики в біологічних дослідженнях 2. Визначення «біометрії» та історія формування цієї науки 3. Різноманітність пакетів прикладних програм, придатних для використання в біологічних дослідженнях	2	2
2	**Лекція 2. *Ознаки в біології.*** 1. Поняття про ознаки. 2. Кількісні та якісні ознаки. Ранги та ранжування. Кодування якісних ознак 3. Методологічні основи статистики 4. Нормальний статистичний розподіл	4	2
3	**Лекція 3. Ряди розподілу та їх статистичне оцінювання** 1. Основні правила отримання вибірок 2. Різноманітність вибірок 3. Трансформація статистичних рядів	2	2
4	**Лекція 4. *Основні статистичні параметри*.** 1. Основні точкові параметри та їх характеристика 2. Властивості середнього арифметичного 3. Інтервальне оцінювання та його сутність	4	2
5	**Лекція 5 . *Перевірка статистичних гіпотез*. Метод парних порівнянь** 1. Критерій Стьюдента. 2. Порівняння «залежних» та «незалежних»	2	2

	данних. 3. Найменша істотна різниця		
6	**Лекція 6.** ***Кореляційний аналіз*****.** 1. Сутність кореляційного аналізу. 2. Коефіцієнт лінійної кореляції. 3. Статистична достовірність кореляцій	2	
7	**Лекція 7.** ***Дисперсійний аналіз*****.** 1. Завдання та можливості дисперсійного аналізу. 2. Основні моделі дисперсійного аналізу. 3. Дисперсійний комплекс. 4. Математична сутність однофакторного дисперсійного аналізу. 5. Форма подачі результатів однофакторного дисперсійного аналізу. 6. Математична сутність двофакторного дисперсійного аналізу. 7. Форма подачі результатів двофакторного дисперсійного аналізу.	6	
8	**Лекція 8.** ***Регресійний аналіз.*** 1. Сутність регресійного аналізу 2. Апроксимація при лінійному регресійному аналізі 3. Рівняння регресії 4. Загальні вимоги щодо використання регресійного аналізу	4	
9	**Лекція 9.** ***Багатовимірний статистичний аналіз.*** 1. Кластерний аналіз: його сутність та значення. 2. Розрахункова процедура кластерного аналізу 3. Графічне представлення результатів кластерного аналізу.	2	
10	**Лекція 10.** ***Прогнозування в біології.*** 1. Аналіз рядів динаміки. Компоненти ряду динаміки. 2. Стаціонарність. Сезонність. Виявлення тренду. 3. Графічне представлення та інтерпритація результатів тренд-аналізу.	2	
	Разом	**26**	**10**

8. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин

		Денна	Заочна
1	Математична статистика як інструмент аналізу даних в біології. Сучасні статистичні пакети	4	2
2	Ознаки в біології	2	2
3	Ряди розподілу та їх статистичне оцінювання	2	2
4	Основні статистичні параметри. Точкове та інтервальне оцінювання	4	2
5	Перевірка статистичних гіпотез	2	2
6	Кореляційний аналіз	4	-
7	Дисперсійний аналіз	6	-
8	Регресійний аналіз	4	-
9	Багатовимірний статистичний аналіз	2	-
	Разом	26	10

9. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна	Заочна
1	**Математична статистика як інструмент аналізу даних в біології.** Переваги застосування математичної статистики. Перешкоди на шляху комп'ютеризації.	10	20
2	**Сучасні статистичні пакети.** Пакети математичної статистики. Переваги і недоліки комп'ютерних програм Statgraphics for DOS і Statgraphics for Windows.	10	20
3	**Кореляційний аналіз.** Коефіцієнти кореляційного аналізу. Переваги і недоліки їх використання.	10	20
4	**Дисперсійний аналіз.** Основні моделі (типи) дисперсійного аналізу. Особливості проведення дисперсійного аналізу.	10	20
5	**Багатовимірний статистичний аналіз.** Особливості проведення кластерного аналізу. Агломеративний спосіб кластерного аналізу. Розділювальний спосіб кластерного аналізу.	10	10
6	**Прогнозування в біології.** Що лежить в основі комп'ютерного прогнозування. Процеси, які можна прогнозувати, і які не можна.	10	10
7	**Спеціальні комп'ютерні програми.** Програма ANONS. Програма VITAL. Програма ASS.	5	15
	Разом	65	115

11. Методи навчання

1. Методи навчання за джерелом знань:

1.1. ***Словесні***: розповідь, пояснення, бесіда (евристична і репродуктивна), лекція, робота з книгою.

1.2. ***Наочні***: демонстрація, ілюстрація.

1.3. ***Практичні***: практична робота.

2. Методи навчання за характером логіки пізнання.

2.1. ***Аналітичний***

2.2. ***Методи синтезу***

2.3. ***Індуктивний метод***.

3. Методи навчання за характером та рівнем самостійної розумової діяльності студентів.

3.1. ***Частково-пошуковий (евристичний)***

3.2. ***Репродуктивний***

3.3. ***Пояснювально-демонстративний***

4. Активні методи навчання - використання технічних засобів навчання, самооцінка знань, імітаційні методи навчання (побудовані на імітації майбутньої професійної діяльності), використання навчальних та контролюючих тестів, використання конспектів лекцій .

12. Методи контролю

1. Рейтинговий контроль за 100-бальною шкалою оцінювання ЄКТС

2. Проведення проміжного контролю протягом семестру (проміжна атестація)

3. Полікритеріальна оцінка поточної роботи студентів:

- рівень знань, продемонстрований на практичних заняттях;
- активність під час обговорення питань, що винесені на заняття;
- результати виконання та захисту практичних робіт;
- експрес-контроль під час аудиторних занять;
- самостійне опрацювання теми в цілому чи окремих питань;
- результати тестування;
- письмові завдання при проведенні контрольних робіт.

Політика оцінювання

Політика щодо дедлайнів та перескладання:	Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання модулів відбувається із дозволу лектора
Політика щодо академічної доброчесності:	Списування під час написання модуля та екзамену заборонені (в т.ч. із використанням мобільних девайсів).
Політика щодо відвідування:	Відвідування занять є обов'язковим. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування, працевлаштування за фахом) навчання може відбуватись

13. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота												СРС		Атестація	Підсумко	Сума
Модуль 1 – 20 балів					Модуль 2 – 20 балів											
Змістовий модуль 1			Змістовий модуль 2		Змістовий модуль 3					Змістовий модуль 4						
Т1	Т2	Т3	Т4	Т5	Т6	Т7	Т8	Т9	Т 10	Т 11	Т 12	15	55 (**40+15**)	15	30	100
4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	2					

Розподіл балів системи ЄКТС за результатами навчання і семестровій (підсумковій) атестації у формі заліку:

на денній формі навчання

до 70 балів – за результатами модульного контролю протягом семестру;

до 15 балів – за результатами проміжної атестації;

до 15 балів – за виконання самостійної роботи (згідно тем);

на заочній формі навчання

до 70 балів – за результатами модульного контролю протягом семестру; до 30 балів – за виконання самостійної роботи.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	**A**	відмінно	зараховано
82-89	**B**	добре	
75-81	**C**		
69-74	**D**	задовільно	
60-68	**E**		
35-59	**FX**	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	**F**	незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов’язковим повторним вивченням дисципліни

15. Рекомендована література

Базова

1. Скляр В.Г., Клименко Г.О., Шерстюк М.Ю. Біометрія. Методичні вказівки для проведення лабораторних робіт для студентів 2 курсу факультету агротехнологій та природокористування, спеціальностей: «Лісове господарство», «Садово-паркове господарство», ОС «Бакалавр», денної та заочної форми навчання – Суми: Сумський національний аграрний університет, 2018. – 77 с.
2. Скляр В.Г., Клименко Г.О. Біометрія. Конспект лекцій для студентів денної та заочної форм навчання спеціальностей «Лісове господарство», «Садово-паркове господарство» ОС «Бакалавр». – Суми: Сумський національний аграрний університет, 2018. – 68 с.
3. Скляр В.Г., Клименко Г.О. Біометрія. Методичні вказівки із самостійної роботи для студентів денної та заочної форм навчання спеціальностей «Лісове господарство», «Садово-паркове господарство», ОС «Бакалавр». – Суми: Сумський національний аграрний університет, 2020. – 37 с.
4. Царенко О.М., Злобін Ю.А., Скляр В.Г., Панченко С.М. Комп'ютерні методи в сільському господарстві та біології: Електронний ресурс. - Суми, 2000. - 201с.
5. Буджак В.В. Біометрія: навчальний посібник. – Чернівці: Чернівецький національний університет, 2016. – 272 с.
6. Bruce Mc Cune, James B. Grace. Analysis of Ecological Communities. - GlenedenBeach. Oregon,. – 2017. – 304 p.

Допоміжна

1. Калінін М.І., Єлісєєв В.В. Біометрія: Підручник для студентів вузів біологічних і екологічних напрямків. - Миколаїв: Вид-во МФ НаУКМА, 2000. - 204 с.
2. Любищев А.А. Дисперсионный анализ в биологии. - М.: МГУ, 1986.
Григорьев С.Г. и др. Statgraphics на персональном компьютере. - С.-Пб., 1992.
2. Дюк В. Обработка данных на ПК в примерах. - С.-Пб.: Питер,1997.
3. Кендэл М. Временные ряды.- М.: Финансы и статистика, 1990.
4. Гмурман В. Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике : учеб. пособие для прикладного бакалавриата / В. Е. Гмурман. – 11-е изд., перераб. и доп. – М. : Юрайт, 2016. – 404 с.
5. Kovalenko Ihor, Skliar Iurii, Klymenko Hanna, Kovalenko Nataliia Vitality Structure of the Populations of Vegetative Motile Plants of Forest Ecosystems of the North-East of Ukraine / The Open Agriculture Journal, 2019, 13, 125-132.
6. Klymenko, H., & Sherstiuk, M. (2019). Rare Plants of the Mykhailivs'ka Tsilyna Nature Reserve. Lesya Ukrainka Eastern European National University Scientific Bulletin. Series: Biological Sciences, 4(388).
7. Skliar, V., Kyrylchuk, K., Tykhonova, O., Bondarieva, L., Zhatova, H., Klymenko, A., Bashtovyi, M. and Zubtsova, I. 2020. Ontogenetic structure of populations of forest-forming species of the Left-Bank Polissia of Ukraine. Baltic Forestry 26(1).

8. Злобин Ю.А., Скляр В.Г., Клименко А.А. Популяции редких видов растений: теоретические основы и методика изучения. Сумы: Унив. книга, 2013. 439 с.
9. Атраментова, Л. А. Проще некуда. Планирование исследования. Анализ данных. Представление результатов / Л. А. Атраментова. - Харьков : ФОП Мезіна В. В., 2018. - 260 с.

16. Інформаційні ресурси

http://lib.chdu.edu.ua/index.php?m=1&b=3 – електронний варіант підручника «Біометрія» (автори Калінін М.І., Єлісєєв В.В.) http://do.gendocs.ru/docs/index-250481.html – електронний варіант навчального посібника «Введение в биометрию» (автори А. М. Мубараков, Н. Э. Пфейфер,Н. Е. Тарасовская, Химич Г. З., Хлущевская О. А.) http://posibnyky.vntu.edu.ua/met/zmist.htm (Комп'ютерні методи дослідження
та аналіз даних)