

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МЕДИЧНИХ НАУК УКРАЇНИ  
ДУ “ІНСТИТУТ ФАРМАКОЛОГІЇ ТА ТОКСИКОЛОГІЇ НАМН УКРАЇНИ”

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Директор ДУ “Інститут фармакології  
та токсикології НАМН України”

д. біол. н. Ядловський О.Є.

“ *О.Є.* ”



**БІОСТАТИСТИКА.  
МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ В МЕДИКО-БІОЛОГІЧНИХ  
ДОСЛІДЖЕННЯХ**

**РОБОЧА ПРОГРАМА**

підготовки

**третій рівень – доктор філософії**  
(назва освітньо-кваліфікаційного рівня)

галузі знань

**09 Біологія**

спеціальностей


**091 Біологія**

2023 рік

**Розробник програми:**

**Жолос О.В.** – доктор біологічних наук, професор

Гарант освітньо-наукової програми  д. біол. н. Бондаренко Л. Б.

Завідувачка відділу науково-методичної,  
інформаційної та патентно-ліцензійної роботи  к. мед. н. Таніна С. С.

Обговорено та затверджено на засіданні Центральної методичної ради  
ДУ «Інститут фармакології та токсикології НАМН України»  
« 07 » вересня 2023, протокол № 3

## ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА .....	4
1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ ТА ЇЇ СТРУКТУРА .....	6
1.1. Опис освітньої компоненти.....	6
1.2. Тематика семінарських занять .....	7
1.3. Контрольні заходи та засоби діагностики .....	9
1.4. Критерії та шкала оцінювання .....	9
2. ПЛАН ТА ЗМІСТ СЕМІНАРСЬКИХ ЗАНЯТЬ .....	14
3. ІНДИВІДУАЛЬНА ТА САМОСТІЙНА РОБОТА.....	32
3.1. Індивідуальна робота .....	32
3.2. Перелік питань для самостійного опрацювання .....	32
3.3. Перелік питань для підготовки до іспиту .....	34
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА .....	39

## ПЕРЕДМОВА

Освітня компонента “Біостатистика. Математичні методи в біології” (обов’язковий компонент ОНП) для здобувачів освітньо-наукового ступеня доктора філософії у галузі біології спрямована на вивчення аспірантами теоретичних основ адекватного дизайну дослідження і наступного комплексного статистичного аналізу та графічного/табличного представлення даних, а також на отримання практичних навичок використання методів збору, зберігання, систематизації, порівняння та аналізу медико-біологічних даних залежно від їх типу і задач та гіпотез дослідження, що є основою коректної інтерпретації експериментальних даних та формування науково-обґрунтованих висновків дослідження.

Аспіранти при вивченні цієї дисципліни спочатку знайомляться з теорією ймовірностей і загальними принципами статистичного аналізу даних в залежності від їх типу. На цій основі вони переходять до вивчення більш складних питань, таких як кореляційний та регресійний аналіз біомедичних даних, мультиваріативний аналіз. Значна увага при викладанні цієї дисципліни приділяється питанням оптимального представлення результатів статистичного аналізу у вигляді графіків, таблиць, діаграм публікаційної якості, дизайну експериментального дослідження з врахуванням варіабельності змінних, і зокрема сучасним рекомендаціям щодо представлення і інтерпретації даних у галузі фармакології. Основні концепції і алгоритми статистичного аналізу ілюструються на біологічних прикладах, таких як квантовий характер вивільнення нейротрансмітерів, стохастична поведінка окремих біологічних макромолекул, аналіз виживаності у біологічних та медичних дослідженнях.

Глибоке розуміння понять, підходів і алгоритмів статистичного аналізу медико-біологічних даних, вибір адекватних статистичних тестів у їх логічній послідовності, отримання аспірантами практичних навичок використання відповідних програмних пакетів є основою для планування та

проведення ними самостійних наукових досліджень, критичної оцінки отриманих результатів, обґрунтування висновків дослідження, підготовки отриманих даних для публікацій у фахових журналах, що є основними елементами кожного наукового дослідження. Отримані знання аспіранти зможуть насамперед використати у процесі їх власного дисертаційного дослідження, а потім і у професійній діяльності.

# 1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ ТА ЇЇ СТРУКТУРА

## 1.1. Опис освітньої компоненти

**Мета освітньої компоненти “Біостатистика. Математичні методи в біології”:** здобуття аспірантами теоретичних знань, практичних навичок та вмінь, які необхідні при опрацюванні результатів сучасного експериментального дослідження у галузі біомедичних наук, а також при роботі з науковою літературою за обраною ними темою/спеціалізацією в галузі знань 09 «Біологія».

**Основні завдання освітньої компоненти полягають:**

- формуванні системи знань та професійних компетенцій дослідницько-інноваційної діяльності від дизайну дослідження до збору та аналізу даних;
- формування вміння та практичних навичок використання комп'ютерних технологій та спеціалізованих пакетів програм зі статистичної обробки даних;
- оволодіння математичними методами та критеріями встановлення причинно-наслідкових зв'язків в біомедичних дослідженнях, методичними основами та критеріями вибору адекватних методів аналізу для перевірки статистичних гіпотез;
- вміння оцінювати та аналізувати статистичні показники та параметри статистичних сукупностей;
- набуття практичних знань, умінь та навичок використання прикладних методів біостатистики та сучасних статистичних пакетів для аналізу біомедичної інформації, зокрема у галузі фармакологічних досліджень;
- оволодіння основами аналізу статистичних результатів та їх оцінки з метою формування науково обґрунтованих висновків;
- набуття умінь та навичок формування статистичних гіпотез, розуміння того, що правильно сформульована наукова гіпотеза є основою дизайну

*експериментів і вона має передувати проведенню експериментів та аналізу даних;*

*- оволодіння методичними основами та критеріями вибору адекватних методів аналізу для перевірки статистичних гіпотез;*

*- розвитку вміння застосовувати отримані знання у науково-дослідній та навчальній роботі;*

*- сприяння формуванню навичок коректної роботи з джерелами інформації, базами статистичних даних у процесі наукового дослідження;*

*- усвідомлення та розуміння принципів академічної доброчесності, академічної відповідальності за коректне представлення оригінальних типових та узагальнених даних, їх адекватного аналізу та ілюстрацію у наукових публікаціях.*

**У результаті вивчення освітньої компоненти здобувач освіти повинен:  
сформувати такі компетентності**

ЗК2. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел, до підвищення професійної кваліфікації.

ЗК4. Здатність розробляти та управляти проектами, планувати та управляти часом.

ЗК6. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконаних робіт.

СК3. Здатність обирати методи та кінцеві точки дослідження для ефективного вирішення конкретних науково-практичних задач у галузі біології.

СК4. Здатність формулювати дослідницьке питання, розробляти проєкт наукового дослідження

СК5. Володіння сучасними методами наукового дослідження.

СК6. Здатність інтерпретувати результати наукових досліджень, проводити їх коректний аналіз та узагальнення.

**знати та вміти (програмні результати навчання)**

РН4. Інтерпретувати та аналізувати інформацію з використанням новітніх інформаційних технологій.

PH7. Розробляти дизайн та план наукового дослідження.

PH9. Пояснювати принципи, специфічність та чутливість методів дослідження, інформативність обраних показників.

PH11. Аналізувати результати наукових досліджень, використовувати методи статистичного дослідження.

PH13. Презентувати результати наукових досліджень у формі презентації, постерних доповідей, публікацій.

## 1.2. Тематика семінарських занять

№	Назва теми	К-сть годин
1.	Тема 1. Основні поняття теорії ймовірностей.	2
2.	Тема 2. Ймовірність і випадкові змінні.	2
3.	Тема 3. Числові характеристики випадкових змінних.	3
4.	Тема 4. Основи статистичного аналізу даних. Генеральна і вибіркова сукупності.	2
5.	Тема 5. Статистичні гіпотези та критерії їх перевірки.	3
6.	Тема 6. Кореляційний та регресійний аналіз біомедичних даних.	3
7.	Тема 7. Мультиваріативний аналіз та основні підходи до його застосування.	2
8.	Тема 8. Методи аналізу виживаності у біологічних та медичних дослідженнях.	2
9.	Тема 9. Графічне представлення результатів статистичної обробки біомедичних даних.	3
10.	Тема 10. Дизайн експерименту: статистична потужність, визначення мінімально необхідного розміру вибірки.	2
	<b>Всього</b>	<b>24</b>



### **1.3. Контрольні заходи та засоби діагностики**

Поточний контроль знань здобувачів освіти з освітньої компоненти проводиться у формах:

- оцінювання роботи здобувачів освіти під час семінарських занять, зокрема зв'язків задач зі статистичних розрахунків та застосування математичних методів у біології;
- аргументована відповідь на проблемні питання;
- участь у обговоренні проблемних питань;
- оцінювання презентацій на задану тему;
- виконання підсумкового модульного контролю.

Види навчальної роботи здобувача освіти:

- практичні завдання;
- формування статистичних гіпотез;
- аналіз різних видів джерел, баз статистичних даних, ситуативні вправи;
- індивідуальна та групова робота із джерелами інформації, презентації;
- робота індивідуальна та в мінігрупах;
- робота із інтернет ресурсами (аналіз інформації розміщеної на різних веб-ресурсах) залежно від теми;
- отримання практичних навичок статистичних розрахунків з використанням відповідних програмних пакетів;
- кейс дослідження;
- презентація результатів виконання завдань;
- обґрунтування висновків статистичного аналізу даних.

### **1.4. Критерії та шкала оцінювання**

Критеріями перевірки формування вмінь та навичок у здобувачів вищої освіти постає перевірка набутих компетентностей. При цьому враховується :

- аргументованість при викладу матеріалу;

- дотримання принципів академічної доброчесності при виконанні всіх завдань, які передбачені в процесі вивчення освітньої компоненти;
- логічність та аргументованість відповідей;
- вміння застосовувати аналітичні здібності під час розв'язання ситуативних завдань;
- вміння працювати в команді під час виконання завдань.

Також, здобувач під керівництвом викладача самостійно оцінює свою роботу. Самоаналіз здобувачів вищої освіти є важливим для корегування результатів навчання.

Для досягнення цілей та завдань курсу здобувачам освіти потрібно вчасно виконати індивідуальні завдання (розв'язання практичних задач, підготовка презентації, тощо), брати участь у семінарських заняттях (доповіді, відповіді на запитання, участь у дискусіях, тощо); задовільно виконати підсумковий модульний контроль знань. Для оцінювання поточної навчальної діяльності встановлюється єдина шкала, яка визначає фіксовані значення для максимально можливої та мінімально необхідної кількості балів. При цьому враховуються усі види робіт, що передбачені методичною розробкою для запланованої теми.

### **Оцінювання усної відповіді**

“5” аспірант правильно, повно та аргументовано розкрив теоретичне питання, продемонстрував вміння самостійно аналізувати матеріал, продемонстрував розуміння термінів і викладає матеріал чітко і логічно;

“4” аспірант достатньо повно розкрив суть питання, володіє відповідною термінологією, але назвав не всі риси, ознаки або види явища, процесу, теорії, проблеми, категорії, не до кінця розуміє зміст понять, припустився низки неточностей, які не вплинули на правильне розуміння;

“3” отримує аспірант, який частково розкрив зміст питання, не повністю визначив істотні аспекти питання, припустився деяких помилок принципового характеру.

Оцінювання здобувачів вищої освіти:

- 6 – 10 балів (5: 10 балів, 4: 56 – 70 балів, 3: 50 – 55 балів) під час поточного оцінювання (за одне семінарського заняття);
- 50 – 80 балів (5: 71 – 80 балів, 4: 71 – 80 балів, 3: 6 – 7 балів) під час підсумкового модульного контролю знань;
- 10 балів за виконання індивідуальної роботи (написання тез та їх апробація на конференції).

**Оцінювання дисципліни в цілому** здійснюється з врахуванням суми балів поточного та підсумкового модульного оцінювання (за всі форми навчальної діяльності), отриманої аспірантом при засвоєнні курсу. Максимальна кількість балів, яку аспірант може набрати при вивченні цієї дисципліни, становить 200, в тому числі за поточну навчальну діяльність – 120 балів. Підсумкова модульна контрольна робота (ПМК) здійснюється по завершенню вивчення всіх тем дисципліни на останньому контрольному занятті. Форми проведення є стандартизованими і включають контроль теоретичної та практичної підготовки. Максимальна кількість балів, яку може набрати аспірант при складанні ПМК, становить 80. ПМК вважається зарахованим, якщо аспірант набрав не менше 50 балів. До ПМК допускаються аспіранти, які відвідали усі передбачені навчальною програмою з дисципліни аудиторні заняття та при вивченні модуля набрали кількість балів, не меншу за мінімальну. Програма заліку включає обов'язкову і варіативну частини.

Обов'язкова частина охоплює:

- теоретичне завдання, яке передбачає письмову відповідь на питання, що дає можливість оцінити теоретичний рівень підготовки;
- аналітичне завдання, яке передбачає реалізацію набутих практичних навичок проведення статистичних розрахунків і розв'язання ситуаційних задач.

Варіативна частина передбачає розробку заходів із моделювання власної наукової діяльності у відповідності до біоетичних аспектів діяльності науковця.

### Шкала оцінювання:

Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS	
		Оцінка	Пояснення
170-200	Відмінно	A	Відмінно (відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок)
155-169	Добре	B	Дуже добре (вище середнього рівня з кількома помилками)
140-154		C	Добре (в цілому правильне виконання з певною кількістю суттєвих помилок)
125-139	Задовільно	D	Задовільно (непогано, але зі значною кількістю недоліків)
111-124		E	Достатньо (виконання задовольняє мінімальним критеріям)
60-110	Незадовільно	FX	Незадовільно (з можливістю повторного складання)
1-59		F	Незадовільно (з обов'язковим повторним вивченням дисципліни)

## 2. ПЛАН ТА ЗМІСТ СЕМІНАРСЬКИХ ЗАНЯТЬ

### МОДУЛЬ 1. ТЕОРІЯ ЙМОВІРНОСТЕЙ.

#### ТЕМА 1. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ТЕОРІЇ ЙМОВІРНОСТЕЙ (2 год.)

##### План семінарського заняття № 1.

1. Основні теореми теорії ймовірностей.
2. Розрахунки з додаванням та множенням ймовірностей.
3. Приклади розрахунків із застосуванням формули Байєса з використанням 3-х варіантів такого аналізу: (i) закону великих чисел, (ii) діаграм та (iii) теореми умовної ймовірності (теореми гіпотез).
4. Обговорення прикладів отримання хибно позитивних і хибно негативних результатів.
5. Практичні розрахунки на прикладі аналізу стохастичної поведінки окремих іонних каналів у термінах теорії ймовірностей.

##### Питання для самостійної роботи:

1. Ймовірність випадкової події.
2. Умовна ймовірність.
3. Повна ймовірність як результат множення і додавання ймовірностей випадкових подій.
4. Біноміальний розподіл.
5. Операції над множинами.
6. Логічні оператори І (AND), АБО (OR), НІ (NOT).
7. Діаграма Венна–Ейлера для відображення ймовірності випадкової події.
8. Основні формули комбінаторики до визначення ймовірності випадкових подій: перестановки, розміщення, сполучення, правило суми, правило добутку.

**Основні поняття:** теорія ймовірностей, випробування (експеримент), подія, простір елементарних подій, випадкова подія, сприятлива подія, неможлива подія, вірогідна подія, протилежна подія, сумісні і несумісні події, групи подій, наслідки події, ймовірність випадкової події (класичне і статистичне визначення), ймовірність випадкової події, умовна ймовірність, логічні оператори, комбінаторика, діаграма Венна–Ейлера.

### Література:

1. Жолос О.В. Сучасні інформаційні технології у біології. Навчальний посібник. - Київ, 2022. – 197 с. <https://shorturl.at/hABDG>.
2. Статистичні методи в біології: підруч. для студентів ВНЗ / Прилуцький Ю.І., Ільченко О.В., Цимбалюк О.В., Костерін С.О., ред. Серебрякова Н.А. – Київ: Наукова думка, 2017. – 216 с. <https://shorturl.at/agiW9>.
3. Statistics for the Life Sciences, 5<sup>th</sup> Edition. Samuels M.L., Witmer J.A., Schaffner A.A. - Pearson Education, 2016 - 649 pp.
4. Mathematics for Neuroscientists / Gabbiani F., Cox S.J. – Elsevier, 2010. – 486 pp. <https://www.sciencedirect.com/book/9780123748829/mathematics-for-neuroscientists>.
5. Introductory Biological Statistics: Fourth Edition / Havel J.E., Hampton R.E., Meiners S.J. - WavelandPress, 2019. - 252 pp.
6. Biostatistics for the health sciences / Blair R.C., Taylor R.A. - UpperSaddleRiver, N.J.: PearsonPrenticeHall, 2008. – 538 pp.
7. Principles and practice of biostatistics / Antonisamy B., Premkumar P.S., Chrostopher S. – McGraw-Hill Education, 2010. – 349 pp.
8. Brody T. (2012). Biostatistics. In ClinicalTrials (pp. 165–190). Elsevier. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123919113000098>.
9. Drummond GB & Tom BDM (2011). Statistics, probability, significance, likelihood: Words mean what we define them to mean. British Journal of Pharmacology 164, 1573–1576. <https://bpspubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1476-5381.2011.01577.x>.

10. Drummond GB & Tom BDM (2011). How can we tell if rogs jump further?  
British Journal of Pharmacology 164, 209–212.  
<https://bpspubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1476-5381.2011.01493.x>.

## **ТЕМА 2. ЙМОВІРНІСТЬ І ВИПАДКОВІ ЗМІННІ (2 год.)**

### **План семінарського заняття № 2.**

1. Типи випадкових величин: дискретні та неперервні дані.
2. Простір елементарних подій.
3. Розгляд прикладів повторних незалежних випробувань.
4. Графічна ілюстрація основних законів розподілу випадкових величин.
5. Обговорення цих положень на прикладі моделі Пуассона квантового вивільнення нейромедіаторів у синапсах.

### **Питання для самостійної роботи:**

1. Дискретний та безперервний розподіл ймовірностей.
2. Кумулятивна функція розподілу.
3. Нормальний розподіл (розподіл Гауса).
4. Біноміальний розподіл. Розподіл Пуассона.
5. Розподіл Бернуллі.
6. Геометричний розподіл.
7. Показниковий (експоненційний) розподіл.
8. Логарифмічний розподіл.

**Основні поняття:** дискретні та неперервні дані, простір елементарних подій, дискретний та безперервний розподіл ймовірностей, кумулятивна функція розподілу, нормальний розподіл (розподіл Гауса), біноміальний розподіл, розподіл Пуассона, розподіл Бернуллі, геометричний розподіл, логарифмічний розподіл.



## Література:

1. Статистичні методи в біології: підруч. для студентів ВНЗ / Прилуцький Ю.І., Ільченко О.В., Цимбалюк О.В., Костерін С.О., ред. Серебрякова Н.А. – Київ: Наукова думка, 2017. – 216 с. <https://shorturl.at/agiW9>.
2. StatisticsfortheLifeSciences, 5<sup>th</sup> Edition. Samuels M.L., Witmer J.A., Schaffner A.A. - Pearson Education, 2016 - 649 pp.
3. MathematicsforNeuroscientists / Gabbiani F., Cox S.J. – Elsevier, 2010. – 486 pp. <https://www.sciencedirect.com/book/9780123748829/mathematics-for-neuroscientists>.
4. IntroductoryBiologicalStatistics: Fourth Edition / Havel J.E., Hampton R.E., Meiners S.J. – Wavel and Press, 2019. - 252 pp.
5. Principles and practice of biostatistics / Antonisamy B., Premkumar P.S., Chrostopher S. – McGraw-Hill Education, 2010. – 349 pp.
6. Introductory Biostatistics / Le C.T. – Wiley Interscience, 2003. – 536 pp.
7. Drummond GB & Tom BDM (2011). Statistics, probability, significance, likelihood: Words mean what we define them to mean. British Journal of Pharmacology 164, 1573–1576. <https://bpspubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1476-5381.2011.01577.x>.
8. OriginLab Statistics <https://www.originlab.com/index.aspx?go=Products/Origin/Statistics>.

## ТЕМА 3. ЧИСЛОВІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВИПАДКОВИХ ЗМІННИХ

(3 год.)

### План семінарського заняття 3.

1. Ілюстрація закон великих чисел.
2. Описова статистика. Середнє, медіана, мода, квантиль і перцентиль.
3. Розрахунки основних кількісних характеристик нормально розподілених даних на прикладі концентрації гемоглобіну в крові.

4. Розв'язок задач з використанням  $Z$ -показників нормально розподілених даних.
5. Розрахунки кінетики переходів між різними конформаційними станами іонних каналів у термінах функції щільності ймовірності.

#### **Питання для самостійної роботи:**

1. Графічне представлення різних типів розподілу даних.
2. Перетворення даних.
3. Довірчий інтервал.
4. Математичне сподівання.
5. Індивідуальні завдання на статистичні розрахунки числових характеристик випадкових величин.

**Основні поняття:** закон великих чисел, описова статистика, математичне сподівання, середнє, медіана, мода, квантиль, перцентиль,  $Z$ -показник нормально розподілених даних, довірчий інтервал

#### **Література:**

1. Жолос О.В. Сучасні інформаційні технології у біології. Навчальний посібник. - Київ, 2022. – 197 с. <https://shorturl.at/hABDG>.
2. Статистичні методи в біології: підруч. для студентів ВНЗ / Прилуцький Ю.І., Ільченко О.В., Цимбалюк О.В., Костерін С.О., ред. Серебрякова Н.А. – Київ: Наукова думка, 2017. – 216 с. <https://shorturl.at/agiW9>.
3. Statistics for the Life Sciences, 5<sup>th</sup> Edition. Samuels M.L., Witmer J.A., Schaffner A.A. - Pearson Education, 2016 - 649 pp.
4. Mathematics for Neuroscientists / Gabbiani F., Cox S.J. – Elsevier, 2010. – 486 pp. <https://www.sciencedirect.com/book/9780123748829/mathematics-for-neuroscientists>.
5. Introductory Biological Statistics: Fourth Edition / Havel J.E., Hampton R.E., Meiners S.J. - WavelandPress, 2019. - 252 pp.

6. Biostatistics for the health sciences / Blair R.C., Taylor R.A. - UpperSaddleRiver, N.J.: PearsonPrenticeHall, 2008. – 538 pp.
7. Principles and practice of biostatistics / Antonisamy B., Premkumar P.S., Chrostopher S. – McGraw-Hill Education, 2010. – 349 pp.
8. Introductory Biostatistics / Le C.T. – Wiley Interscience, 2003. – 536 pp.
9. GraphPadPrism. <https://www.graphpad.com>.
10. The R Project forStatisticalComputing. <https://www.r-project.org>.
11. OriginLab Statistics<https://www.originlab.com/index.aspx?go=Products/Origin/Statistics>.
12. OriginLab StatsAdvisor. <https://www.originlab.com/doc/App/Stats-Advisor>.
13. Статистичний аналіз даних в Excel (AnalysisToolpak). Використання надбудови "Пакет аналізу" для виконання аналізу складних даних. <https://shorturl.at/jvLP0>.
14. Відеокурси з Excel <https://support.microsoft.com/uk-ua/office>.

## **МОДУЛЬ 2. ОСНОВИ СТАТИСТИЧНОГО АНАЛІЗУ.**

### **ТЕМА 4. ОСНОВИ СТАТИСТИЧНОГО АНАЛІЗУ ДАНИХ. ГЕНЕРАЛЬНА І ВИБІРКОВА СУКУПНОСТІ (2 год.).**

#### **План семінарського заняття 4.**

1. Типи даних.
2. Аналогові і цифрові дані в експериментальних дослідженнях.
3. Відношення сигнал-шум і методи його оптимізації в електрофізіологічному експерименті.
4. Генеральна і вибіркова сукупності.
5. Теорема Найквіста.
6. Підмножина генеральної сукупності.
7. Формування вибірок із застосуванням різних методів.

#### **Питання для самостійної роботи:**

1. Шум при цифровому перетворенні сигналу.
2. Фільтрування та згладжування даних, їх переваги, недоліки і можливе спотворення даних.
3. Помилка квантування даних.
4. Принципи академічної доброчесності при роботі з даними різних типів.

**Основні поняття:** аналогові дані, цифрові дані, генеральна сукупність, вибіркова сукупність, підмножина даних, методи формування вибірки даних, відношення сигнал-шум, оцифровка даних.

#### **Література:**

1. Жолос О.В. Сучасні інформаційні технології у біології. Навчальний посібник. - Київ, 2022. – 197 с. <https://shorturl.at/hABDG>.
2. Статистичні методи в біології: підруч. для студентів ВНЗ / Прилуцький Ю.І., Ільченко О.В., Цимбалюк О.В., Костерін С.О., ред. Серебрякова Н.А. – Київ: Наукова думка, 2017. – 216 с. <https://shorturl.at/agiW9>.
3. StatisticsfortheLifeSciences, 5<sup>th</sup> Edition. Samuels M.L., Witmer J.A., Schaffner A.A. - Pearson Education, 2016 - 649 pp.
4. MathematicsforNeuroscientists / Gabbiani F., Cox S.J. – Elsevier, 2010. – 486 pp. <https://www.sciencedirect.com/book/9780123748829/mathematics-for-neuroscientists>.
5. Principles and practice of biostatistics / Antonisamy B., Premkumar P.S., Chrostopher S. – McGraw-Hill Education, 2010. – 349 pp.
6. Biostatistics: A methodology for the health sciences / Van Belle G., Fisher L.D., Heagerty P.J., Lumley T. – WileyInterscience, 2004. – 871 pp.
7. Introductory Biostatistics / Le C.T. - WileyInterscience, 2003. – 536 pp.
8. Barua A., Deb P.K., Maheshwari R., Tekade, R.K. (2018). Statistical Techniques in Pharmaceutical Product Development. In Dosage Form Design Parameters (Vol. 2, pp. 339–362). Elsevier. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128144213000105>.
9. Curtis MJ etal. (2015). Experimentaldesign and analysis and theirreporting: Newguidanceforpublication in BJP. British Journal of Pharmacology 172, 3461–3471. <https://bpspubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/bph.12856>.
10. Curtis MJ etal. (2018). Experimental design and analysis and theirreporting II: updated and simplified guidance for authors and peer reviewers. British Journal of Pharmacology 175, 987–993.
11. Curtis MJ etal. (2022). Planning experiments: Updated guidance on experimental design and analysis and theirreporting III. British Journal of Pharmacology 179, 3907–3913. <https://bpspubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/bph.15868>.
12. Lew MJ (2012). Bad statistical practice in pharmacology (and other basic biomedical disciplines): You probably don't know P. British Journal of

<https://bpspubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1476-5381.2012.01931.x>.

13. Motulsky HJ (2015). Common misconceptions about data analysis and statistics. *British Journal of Pharmacology* 172, 2126–2132. <https://bpspubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/bph.12884>.
14. The R Project for Statistical Computing. <https://www.r-project.org>.
15. Origin Lab Statistics <https://www.originlab.com/index.aspx?go=Products/Origin/Statistics>.
16. OriginLab Stats Advisor. <https://www.originlab.com/doc/App/Stats-Advisor>.
17. Статистичний аналіз даних в Excel (Analysis Tool pak). Використання надбудови "Пакет аналізу" для виконання аналізу складних даних. <https://shorturl.at/jvLP0>.

## **ТЕМА 5. СТАТИСТИЧНІ ГІПОТЕЗИ ТА КРИТЕРІЇ ЇХ ПЕРЕВІРКИ**

(3 год.)

### **План семінарського заняття № 5.**

1. Описова (дескриптивна) статистика.
2. Нульова та альтернативна гіпотези. Приклади формалізації статистичних гіпотез.
3. Розгляд прикладів помилок першого і другого типів у статистичному аналізі.
4. Виконання параметричних і непараметричних тестів на прикладі даних, які мають різні розподіли.
5. Односторонні та двосторонні тести, приклади їх застосування.

### **Питання для самостійної роботи:**

1. Методи порівняння двох та більше груп даних.

2. Коректний вибір статистичного тесту в залежності від типу даних.
3. Систематизація даних.
4. Р-значення та його інтерпретація.

**Основні поняття:** статистична гіпотеза, помилки першого типу, помилки другого типу, параметричний тест, непараметричний тест, одно- та двосторонній тест, Р-значення.

#### Література:

1. Жолос О.В. Сучасні інформаційні технології у біології. Навчальний посібник. - Київ, 2022. – 197 с. <https://shorturl.at/hABDG>.
2. Статистичні методи в біології: підруч. для студентів ВНЗ / Прилуцький Ю.І., Ільченко О.В., Цимбалюк О.В., Костерін С.О., ред. Серебрякова Н.А. – Київ: Наукова думка, 2017. – 216 с. <https://shorturl.at/agiW9>.
3. Statistics for the Life Sciences, 5<sup>th</sup> Edition. Samuels M.L., Witmer J.A., Schaffner A.A. - Pearson Education, 2016 - 649 pp.
4. Introductory Biological Statistics: Fourth Edition / Havel J.E., Hampton R.E., Meiners S.J. - WavelandPress, 2019. - 252 pp.
5. Biostatistics for the health sciences / Blair R.C., Taylor R.A. – Upper Saddle River, N.J.: Pearson Prentice Hall, 2008. – 538 pp.
6. Principles and practice of biostatistics / Antonisamy B., Premkumar P.S., Chrostopher S. – McGraw-Hill Education, 2010. – 349 pp.
7. Introductory Biostatistics / Le C.T. – Wiley Interscience, 2003. – 536 pp.
8. Lew MJ (2012). Badstatistical practice in pharmacology (and other basic biomedical disciplines): You probably don't know P. British Journal of Pharmacology 166, 1559–1567.  
<https://bpspubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1476-5381.2012.01931.x>.
9. Motulsky HJ (2015). Common misconceptions about data analysis and statistics. British Journal of Pharmacology 172, 2126–2132.  
<https://bpspubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/bph.12884>.

10. OriginLab Statistics

<https://www.originlab.com/index.aspx?go=Products/Origin/Statistics>.

11. Origin Lab Stats Advisor. <https://www.originlab.com/doc/App/Stats-Advisor>.

## **ТЕМА 6. КОРЕЛЯЦІЙНИЙ ТА РЕГРЕСІЙНИЙ АНАЛІЗ БІОМЕДИЧНИХ ДАНИХ (3 год.)**

### **План семінарського заняття № 6.**

1. Тести на асоціацію між змінними для числових та категоріальних даних на конкретних прикладах.
2. Застосування основних алгоритмів і методів кореляційного та регресійного аналізу даних.
3. Коефіцієнт кореляції та його інтерпретація.
4. Рангова кореляція Спірмена.
5. Теорія нелінійної апроксимації даних математичними рівняннями.

### **Питання для самостійної роботи:**

1. Проста та множинна лінійна регресія.
2. Прогнозування залежної змінної.
3. Алгоритми апроксимації експериментальних даних математичними рівняннями. Лінійна і поліноміальна регресія. Метод найменших квадратів.
4. Визначення статистично обґрунтованої мінімально необхідної кількості параметрів для фітування даних складними математичними рівняннями.
5. Діапазони впевненості та прогнозування.

**Основні поняття:** асоціація між змінними, кореляційний аналіз, регресійний аналіз, коефіцієнт кореляції, рангова кореляція Спірмена,



проста лінійна регресія, множинна лінійна регресія, нелінійна апроксимація даних.

### Література:

1. Жолос О.В. Сучасні інформаційні технології у біології. Навчальний посібник. - Київ, 2022. – 197 с. <https://shorturl.at/hABDG>.
2. Статистичні методи в біології: підруч. для студентів ВНЗ / Прилуцький Ю.І., Ільченко О.В., Цимбалюк О.В., Костерін С.О., ред. Серебрякова Н.А. – Київ: Наукова думка, 2017. – 216 с. <https://shorturl.at/agiW9>.
3. Statistics for the Life Sciences, 5<sup>th</sup> Edition. Samuels M.L., Witmer J.A., Schaffner A.A. - Pearson Education, 2016 - 649 pp.
4. Principles and practice of biostatistics / Antonisamy B., Premkumar P.S., Chrostopher S. – McGraw-Hill Education, 2010. – 349 pp.
5. Biostatistics: A methodology for the health sciences / Van Belle G., Fisher L.D., Heagerty P.J., Lumley T. – Wiley Interscience, 2004. – 871 pp.
6. Introductory Biostatistics / Le C.T. – Wiley Interscience, 2003. – 536 pp.
7. OriginLab – Correlation. <https://www.originlab.com/doc/Origin-Help/Correlation>.
8. OriginLab - Regression and Curve Fitting. <https://www.originlab.com/doc/Origin-Help/Regression-Curve-Fitting>.

## ТЕМА 7. МУЛЬТИВАРІАТИВНИЙ АНАЛІЗ ТА ОСНОВНІ ПІДХОДИ ДО ЙОГО ЗАСТОСУВАННЯ (2 год.)

### План семінарського заняття 7.

1. Метод головних компонент.
2. Кластерний аналіз (ієрархічні та неієрархічні алгоритми).
3. Побудова дендрограм.
4. Кластеризація К-середніх.

## 5. Дискримінантний аналіз.

### Питання для самостійної роботи:

1. Категоризація даних на пов'язані кластери.
2. 2D та 3D кореляційний аналіз.
3. Дискримінантний аналіз категорійних змінних.
4. Ознайомлення зі спеціалізованими пакетами програмного забезпечення для мультиваріативного аналізу даних.

**Основні поняття:** мультиваріативний аналіз даних, метод головних компонент, кластерний аналіз, дендрограма, категоризація даних, ієрархічна кластеризація даних, неієрархічний кластерний аналіз, дискримінантний аналіз.

### Література:

1. Жолос О.В. Сучасні інформаційні технології у біології. Навчальний посібник. - Київ, 2022. – 197 с. <https://shorturl.at/hABDG>.
2. Statistics for the Life Sciences, 5<sup>th</sup> Edition. Samuels M.L., Witmer J.A., Schaffner A.A. - Pearson Education, 2016 - 649 pp.
3. Mathematics for Neuroscientists / Gabbiani F., Cox S.J. – Elsevier, 2010. – 486 pp. <https://www.sciencedirect.com/book/9780123748829/mathematics-for-neuroscientists>.
4. OriginLab Statistics <https://www.originlab.com/index.aspx?go=Products/Origin/Statistics>.
5. OriginLab StatsAdvisor. <https://www.originlab.com/doc/App/Stats-Advisor>.
6. OriginLab MultivariateAnalysis <https://www.originlab.com/doc/Origin-Help/Multivariate-Analysis>.

## МОДУЛЬ 3. ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ БІОСТАТИСТИКИ.

### ТЕМА 8. МЕТОДИ АНАЛІЗУ ВИЖИВАНOSTІ У БІОЛОГІЧНИХ ТА МЕДИЧНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ (2 год.)

#### План семінарського заняття № 8.

1. Непараметрична оцінка функції виживання Каплана-Майєра (КМ).
2. Модель пропорційної небезпеки Кокса.
3. Фітування розподілу Вейбула.

#### Питання для самостійної роботи:

1. Значення аналізу виживаності експериментальних тварин у фармакологічних дослідженнях.
2. Функція виживаності як інтегральна функцією розподілу часу відмови.
3. Цензурування даних в аналізі виживаності.

**Основні поняття:** функція виживання Каплана-Майєра, модель Кокса, функція ризику розподілу Вейбулла, цензурування даних.

#### Література:

1. Жолос О.В. Сучасні інформаційні технології у біології. Навчальний посібник. - Київ, 2022. – 197 с. <https://shorturl.at/hABDG>.
2. MathematicsforNeuroscientists / Gabbiani F., Cox S.J. – Elsevier, 2010. – 486 pp. <https://www.sciencedirect.com/book/9780123748829/mathematics-for-neuroscientists>.
3. Introductory BiologicalStatistics: Fourth Edition / Havel J.E., Hampton R.E., Meiners S.J. - WavelandPress, 2019. - 252 pp.

4. Biostatisticsforthehealthsciences / Blair R.C., Taylor R.A. - UpperSaddleRiver, N.J.: PearsonPrenticeHall, 2008. – 538 pp.
5. OriginLab SurvivalAnalysis<https://www.originlab.com/doc/Origin-Help/Survival-Analysis>.

## **ТЕМА 9. ГРАФІЧНЕ ПРЕДСТАВЛЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ СТАТИСТИЧНОЇ ОБРОБКИ БІОМЕДИЧНИХ ДАНИХ (3 год.)**

### **План семінарського заняття 9.**

1. Ознайомлення з поширеними у науковій літературі типами 2D та 3D графіків.
2. Методи кількісного аналізу зображень.
3. Розгляд кейс-стаді (casestudies OriginLab) та обговорення варіантів адекватного графічного представлення даних в залежності від їх типу.

### **Питання для самостійної роботи:**

1. Основні типи графіків, що використовуються у наукових публікаціях.
2. Графічна ілюстрація результатів статистичної обробки даних.

**Основні поняття:** 2D графіки, 3D графіки, аналіз зображень.

### **Література:**

1. Жолос О.В. Сучасні інформаційні технології у біології. Навчальний посібник. - Київ, 2022. – 197 с. <https://shorturl.at/hABDG>.
2. IntroductoryBiologicalStatistics: Fourth Edition / Havel J.E., Hampton R.E., Meiners S.J. - WavelandPress, 2019. - 252 pp.
3. Biostatisticsforthehealthsciences / Blair R.C., Taylor R.A. - UpperSaddleRiver, N.J.: PearsonPrenticeHall, 2008. – 538 pp.

4. Principles and practice of biostatistics / Antonisamy B., Premkumar P.S., Chrostopher S. – McGraw-Hill Education, 2010. – 349 pp.
5. OriginLab  
GraphGallery <https://www.originlab.com/www/products/graphgallery.aspx>.

**ТЕМА 10. ДИЗАЙН ЕКСПЕРИМЕНТУ: СТАТИСТИЧНА ПОТУЖНІСТЬ,  
ВИЗНАЧЕННЯ МІНІМАЛЬНО НЕОБХІДНОГО РОЗМІРУ ВИБІРКИ  
(2 год.)**

**План семінарського заняття № 10.**

1. Розрахунки статистичної потужності.
2. Визначення мінімально необхідного розміру вибірки для заданого значення потужності.
3. Планування експериментів та інтерактивний статистичний аналіз даних за допомогою StatsAdvisor (OriginLab).

**Питання для самостійної роботи:**

1. Ознайомлення з рекомендаціями British Journal Pharmacology стосовно дизайну експериментів, аналізу і представлення даних у галузі фармакології.
2. Ознайомлення із сучасними трендами у галузі статистичного аналізу даних (штучний інтелект, машинне навчання та ін.).

**Основні поняття:** планування експерименту, дизайн експериментального дослідження, статистична потужність, мінімальна необхідна вибірка.

## Література:

1. Жолос О.В. Сучасні інформаційні технології у біології. Навчальний посібник. - Київ, 2022. – 197 с. <https://shorturl.at/hABDG>.
2. Principles and practice of biostatistics / Antonisamy B., Premkumar P.S., Chrostopher S. – McGraw-Hill Education, 2010. – 349 pp.
3. Biostatistics: A methodologyforthehealthsciences / Van Belle G., Fisher L.D., Heagerty P.J., Lumley T. – WileyInterscience, 2004. – 871 pp.
4. IntroductoryBiostatistics / Le C.T. - WileyInterscience, 2003. – 536 pp.
5. Principles of Translational Science in Medicine: FromBenchtoBedside: Second Edition / Wehling M. – Elsevier, 2015. <https://shorturl.at/mEKX0>.
6. Curtis MJ etal. (2015). Experimentaldesign and analysis and theirreporting: Newguidanceforpublication in BJP. British Journal of Pharmacology 172, 3461–3471. <https://bpspubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/bph.12856>.
7. Curtis MJ etal. (2018). Experimentaldesign and analysis and theirreporting II: updated and simplifiedguidanceforauthors and peerreviewers. British Journal of Pharmacology 175, 987–993.
8. Curtis MJ etal. (2022). Planningexperiments: Updatedguidanceonexperimentaldesign and analysis and theirreporting III. British Journal of Pharmacology 179, 3907–3913. <https://bpspubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/bph.15868>.
9. Drummond GB &Tom BDM (2011). Statistics, probability, significance, likelihood: Wordsmeanwhatwedefinethemtomean. British Journal of Pharmacology 164, 1573–1576. <https://bpspubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1476-5381.2011.01577.x>.
10. Drummond GB &Tom BDM (2011). Howcanwetelliffrogsjumpfurther? British Journal of Pharmacology 164, 209–212. <https://bpspubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1476-5381.2011.01493.x>.
11. Lew MJ (2012). Badstatisticalpractice in pharmacology (and otherbasicbiomedicaldisciplines): Youprobablydon'tknow P. British Journal of

<https://bpspubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1476-5381.2012.01931.x>.

12. Motulsky HJ (2015). Common misconceptions about data analysis and statistics. *British Journal of Pharmacology* 172, 2126–2132. <https://bpspubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/bph.12884>.
13. McGrath JC, McLachlan EM & Zeller R (2015). Transparency in Research involving Animals: The Basel Declaration and new principles for reporting research in BJP manuscripts. *British Journal of Pharmacology* 172, 2427–2432. <https://bpspubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/bph.12956>.
14. OriginLab Power and Sample Size <https://www.originlab.com/doc/Tutorials/Power-SampleSize>.

## **3.ІНДИВІДУАЛЬНА ТА САМОСТІЙНА РОБОТА**

### **3.1. Індивідуальна робота**

Індивідуальна робота включає розв'язок задач на статистичні розрахунки, підготовку презентацій на задану тему або тему власного дисертаційного дослідження, представлення результатів статистичного аналізу власних даних, виконання завдань для самостійної роботи по кожній темі, аналітичні завдання, які передбачають реалізацію набутих навичок роботи з науковими даними і розв'язання ситуаційних задач.

### **3.2. Перелік питань для самостійного опрацювання**

1. Ймовірність випадкової події.
2. Умовна ймовірність.
3. Повна ймовірність як результат множення і додавання ймовірностей випадкових подій.
4. Біноміальний розподіл даних.
5. Основні операції над множинами. Застосування логічних операторів І (AND), АБО (OR), НІ (NOT).
6. Діаграма Вєнна–Ейлера для відображення ймовірності випадкової події.
7. Основні формули комбінаторики до визначення ймовірності випадкових подій: перестановки, розміщення, сполучення, правило суми, правило добутку.
8. Дискретний та безперервний розподіл ймовірностей.
9. Кумулятивна функція розподілу.
10. Нормальний розподіл (розподіл Гауса).
11. Біноміальний розподіл. Розподіл Пуассона.
12. Розподіл Бернуллі.
13. Геометричний розподіл.
14. Показниковий (експоненційний) розподіл.
15. Логарифмічний розподіл.



16. Довірчий інтервал.
17. Математичне сподівання.
18. Фільтрування та згладжування даних, їх переваги, недоліки і можливе спотворення даних.
19. Помилка квантування даних.
20. Методи порівняння двох та більше груп даних.
21. Коректний вибір статистичного тесту в залежності від типу даних.
22. Систематизація даних.
23. Р-значення та його інтерпретація.
24. Проста та множинна лінійна регресія.
25. Прогнозування залежної змінної.
26. Алгоритми апроксимації експериментальних даних математичними рівняннями. Лінійна і поліноміальна регресія. Метод найменших квадратів.
27. Визначення статистично обґрунтованої мінімально необхідної кількості параметрів для фітування даних складними математичними рівняннями.
28. Діапазони впевненості та прогнозування.
29. Методи категоризації даних на пов'язані кластери.
30. 2D та 3D кореляційний аналіз.
31. Дискримінантний аналіз категорійних змінних.
32. Спеціалізовані пакети програмного забезпечення для мультиваріативного аналізу даних.
33. Значення аналізу виживаності експериментальних тварин у фармакологічних дослідженнях.
34. Функція виживаності як інтегральна функцією розподілу часу відмови.
35. Цензурування даних в аналізі виживаності.
36. Основні типи графіків, що використовуються у наукових публікаціях.
37. Графічна ілюстрація результатів статистичної обробки даних.
38. Основні рекомендації British Journal Pharmacology стосовно дизайну експериментів, аналізу і представлення даних у галузі фармакології.

39. Сучасні тренди у галузі статистичного аналізу даних ( штучний інтелект, машинне навчання та ін.).

### 3.3. Перелік питань для підготовки до заліку

1. Дайте визначення основних понять теорії ймовірностей.
2. Основні теореми теорії ймовірностей.
3. Наведіть приклад застосування формули Байєса.
4. Яким чином при статистичному аналізі можна отримати хибно позитивні і хибно негативні результати?
5. Як можна розрахувати ймовірність випадкової події?
6. Що таке простір елементарних подій?
7. Які елементарні події вважаються сприятливими або несприятливими для появи випадкової події?
8. Сумісна несумісна події. Проілюструйте їх за допомогою діаграм Венна–Ейлера.
9. Формули комбінаторики для обчислення ймовірності подій.
10. Умовна ймовірність, її визначення.
11. Поясніть, чим відрізняється умовна ймовірність від безумовної.
12. Теорема множення ймовірностей. Наведіть приклад.
13. Теорема додавання ймовірностей для двох та більше подій. Наведіть приклади.
14. Формула повної ймовірності.
15. Типи випадкових величин: дискретні та неперервні дані.
16. Простір елементарних подій.
17. Наведіть приклад повторних незалежних випробувань.
18. Наведіть графічну ілюстрацію основних законів розподілу випадкових величин.
19. Що таке закон великих чисел?
20. Описова статистика. Дайте визначення - середнє, медіана, мода, квантиль і перцентиль.

21. Підмножина генеральної сукупності.
22. Методи формування вибірок.
23. Нульова та альтернативна гіпотези. Наведіть приклади формалізації статистичних гіпотез.
24. Помилки першого і другого типів у статистичному аналізі.
25. Параметричні і непараметричні тести на прикладі даних, які мають різні розподіли.
26. Односторонні та двосторонні тести, приклади їх застосування.
27. Тести на асоціацію між змінними для числових та категоріальних даних на конкретних прикладах.
28. Основні алгоритми і методи кореляційного та регресійного аналізу даних.
29. Коефіцієнт кореляції та його інтерпретація.
30. Рангова кореляція Спірмена.
31. Алгоритми нелінійної апроксимації даних математичними рівняннями.
32. Кластерний аналіз. Метод головних компонент.
33. Кластерний аналіз. Ієрархічні та неієрархічні алгоритми.
34. Кластеризація K-середніх.
35. Дискримінантний аналіз.
36. Непараметрична оцінка функції виживання Каплана-Майєра (КМ).
37. Модель пропорційної небезпеки Кокса.
38. Фітування розподілу Вейбула.
39. Кількісний аналіз зображень.
40. Яким чином визначається мінімально необхідний розмір вибірки для заданого значення потужності?

### **Приклади тестових питань:**

1. Оберіть правильне пропущене слово. Сукупність усіх можливих результатів випробувань (експериментів) створює простір \_\_\_\_\_ подій.

- а) окремих
- б) елементарних

- в) випадкових
- г) довільних
- д) глобальних

2. Якщо поява однієї випадкової події впливає на ймовірність появи іншої випадкової події на множині  $\Omega$ , то такі події називаються

- а) залежними
- б) незалежними
- в) випадковими
- г) безумовними
- д) умовними

3. Якщо при проведенні випробувань існують певні додаткові умови, то в цьому випадку ймовірність випадкової події називається умовною:

- а) так
- б) ні

4. Для незалежної події її умовна ймовірність дорівнює її безумовній імовірності

- а) так
- б) ні

5. Якщо поява однієї події виключає появу іншої події, то такі події є

- а) сумісними
- б) несумісними
- в) достовірними
- г) вірогідними
- д) неможливими

6. Об'єднання множин  $A$  і  $B$  позначається

- а)  $A \cup B$
- б)  $A \cap B$
- в)  $\{A, B\}$
- г)  $A \subseteq B$
- д)  $A \in B$

7. При біноміальному розподілі ймовірності появи подій визначаються за формулою:

- а) Пуассона
- б) Бернуллі
- в) Гауса
- г) Лапласа
- д) Байєса

8. Чому дорівнюють медіана і мода (моди) набору даних: 1, 6, 9, 4, 5, 8, 5, 6, 2, 6, 5, 6, 6, 3, 5?

- а) медіана – 6, мода - 5
- б) медіана – 5, мода - 6
- в) медіана – 4, мода - 6
- г) медіана – 5, мода - 5
- д) медіана – 6, мода – 6

9. Дані є нормально розподіленими із середнім значенням 5,8 та стандартним відхиленням 1,5. Чому дорівнює медіана цього розподілу?

- а) 3,5
- б) 4,3
- в) 5,8
- г) 6,8
- д) 7,3

10. Яким чином вираховується ймовірність здійснення двох незалежних подій разом?

а) шляхом додавання їхніх ймовірностей

б) шляхом множення їхніх ймовірностей

в) шляхом ділення однієї ймовірності на іншу

г) шляхом вибору середньої ймовірності

д) шляхом підрахунку кількості сприятливих результатів

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### Основна:

1. Жолос О.В. Сучасні інформаційні технології у біології. Навчальний посібник. - Київ, 2022. – 197 с. <https://shorturl.at/hABDG>.
2. Жолос О.В., Мороз О.Ф., Артеменко О.Ю., Богуцька К.І., Нурищенко Н.Є., Оглобля О.В. Медична інформатика та основи статистики: методичні рекомендації для виконання практичних робіт. - Київ, 2023. – 125 с. <https://shorturl.at/buEV0>.
3. Статистичні методи в біології: підруч. для студентів ВНЗ / Прилуцький Ю.І., Ільченко О.В., Цимбалюк О.В., Костерін С.О., ред. Серебрякова Н.А. – Київ: Наукова думка, 2017. – 216 с. <https://shorturl.at/agiW9>.
4. Statistics for the Life Sciences, 5th Edition. Samuels M.L., Witmer J.A., Schaffner A.A. - Pearson Education, 2016 - 649 pp.
5. Mathematics for Neuroscientists / Gabbiani F., Cox S.J. – Elsevier, 2010. – 486 pp. <https://www.sciencedirect.com/book/9780123748829/mathematics-for-neuroscientists>.
6. Introductory Biological Statistics: Fourth Edition / Havel J.E., Hampton R.E., Meiners S.J. - WavelandPress, 2019. - 252 pp.
7. Biostatistics for the health sciences / Blair R.C., Taylor R.A. - UpperSaddleRiver, N.J.: PearsonPrenticeHall, 2008. – 538 pp.
8. Principles and practice of biostatistics / Antonisamy B., Premkumar P.S., Chrostopher S. – McGraw-Hill Education, 2010. – 349 pp.
9. Biostatistics: A methodology for the healthsciences / Van Belle G., Fisher L.D., Heagerty P.J., Lumley T. – WileyInterscience, 2004. – 871 pp.
10. Introductory Biostatistics / Le C.T. - WileyInterscience, 2003. – 536 pp.
11. Principles of Translational Science in Medicine: From Bench to Bedside: Second Edition / Wehling M. – Elsevier, 2015. <https://shorturl.at/mEKX0>.

12. Leaverton P.E., Vaughn F.L., Zhu, Y. (2016). Biostatistics. In International Encyclopedia of Public Health (pp. 223–232). <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128036785000345>.

#### Додаткова:

1. Iuliano A., Franzese, M. (2018). Introduction to biostatistics. In Encyclopedia of Bioinformatics and Computational Biology: ABC of Bioinformatics (Vols. 1–3, pp. 648–671). Elsevier. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128096338203531>.
2. Brody T. (2012). Biostatistics. In Clinical Trials (pp. 165–190). Elsevier. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123919113000098>.
3. Barua A., Deb P.K., Maheshwari R., Tekade, R.K. (2018). Statistical Techniques in Pharmaceutical Product Development. In Dosage Form Design Parameters (Vol. 2, pp. 339–362). Elsevier. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128144213000105>.
4. Curtis MJ et al. (2015). Experimental design and analysis and their reporting: New guidance for publication in BJP. British Journal of Pharmacology 172, 3461–3471. <https://bpspubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/bph.12856>.
5. Curtis MJ et al. (2018). Experimental design and analysis and their reporting II: updated and simplified guidance for authors and peer reviewers. British Journal of Pharmacology 175, 987–993.
6. Curtis MJ et al. (2022). Planning experiments: Updated guidance on experimental design and analysis and their reporting III. British Journal of Pharmacology 179, 3907–3913. <https://bpspubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/bph.15868>.
7. Drummond GB & Tom BDM (2011). Statistics, probability, significance, likelihood: Words mean what we define them to mean. British Journal of Pharmacology 164, 1573–1576. <https://bpspubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1476-5381.2011.01577.x>.



8. Drummond GB & Tom BDM (2011). How can we tell if rogs jump further? British Journal of Pharmacology 164, 209–212.  
<https://bpspubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1476-5381.2011.01493.x>.
9. Lew MJ (2012). Bad statistical practice in pharmacology (and other basic biomedical disciplines): You probably don't know P. British Journal of Pharmacology 166, 1559–1567.  
<https://bpspubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1476-5381.2012.01931.x>.
10. Motulsky HJ (2015). Common misconceptions about data analysis and statistics. British Journal of Pharmacology 172, 2126–2132.  
<https://bpspubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/bph.12884>.
11. McGrath JC, McLachlan EM & Zeller R (2015). Transparency in Research involving Animals: The Basel Declaration and new principles for reporting research in BJP manuscripts. British Journal of Pharmacology 172, 2427–2432.  
<https://bpspubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/bph.12956>.
12. Graph Pad Prism. <https://www.graphpad.com>.
13. The R Project for Statistical Computing. <https://www.r-project.org>.
14. OriginLab Statistics.  
<https://www.originlab.com/index.aspx?go=Products/Origin/Statistics>.
15. Origin Lab Stats Advisor. <https://www.originlab.com/doc/App/Stats-Advisor>.
16. Статистичний аналіз даних в Excel (AnalysisToolpak). Використання надбудови "Пакет аналізу" для виконання аналізу складних даних.  
<https://shorturl.at/jvLPO>.
17. Відеокурси з Excel <https://support.microsoft.com/uk-ua/office>.