

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.

“ 08 ”



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

РОБОЧА ПРОГРАМА

підготовки

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

галузі знань

22 Медицина

спеціальностей


222 Медицина

2023 рік

Розробник програми:

Жолос О.В. – доктор біологічних наук, професор

Гарант освітньо-наукової програми  д. мед. н. Серединська Н.М.

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

ВСТУП

Робоча програма з підготовки здобувачів вищої освіти на III (освітньо-науковому) рівні докторів філософії в ДУ «Інститут фармакології та токсикології НАМН України» з дисципліни “Біостатистика. Математичні методи в біології” складена на основі Закону України “Про вищу освіту”, Постанови Кабінету Міністрів України від 23 березня 2016 р. № 261 “Про затвердження порядку підготовки здобувачів ступеня доктора філософії та доктора наук у вищих навчальних закладах (наукових установах)” та відповідно до освітньої програми третього (освітньо-наукового) рівня підготовки доктора філософії у галузі знань 22 “Медицина” за спеціальністю 222 “Медицина”.

Опис навчальної дисципліни. Дисципліна є складовою загальної програми підготовки докторів філософії різних спеціальностей, читається на другому курсі навчання й розрахована на 3 кредити ЄКТС (90 годин) – 10 год. лекцій, 24 год. семінарських занять і 56 год. самостійної роботи.

Однією з важливих умов проведення науково-дослідницької діяльності аспірантів є їх ґрунтовні знання теоретичних основ адекватного дизайну дослідження і наступного комплексного статистичного аналізу та графічного/табличного представлення даних, а також володіння навичками практичного використання методів збору, зберігання, систематизації, порівняння та аналізу медико-біологічних даних залежно від їх типу і задач дослідження, що є основою коректної інтерпретації даних та формування науково-обґрунтованих висновків дослідження.

Предметом вивчення навчальної дисципліни є формування у здобувачів наукового ступеня “доктор філософії” високих стандартів дизайну експериментів, статистичного аналізу і адекватного сучасним вимогам представлення отриманих ними наукових результатів в їх науково-дослідницькій діяльності.

Міждисциплінарність дисципліни “Біостатистика” має безпосередні зв'язки з іншими дисциплінами, що викладаються здобувачам освіти в ДУ “Інститут фармакології та токсикології НАМН України” на третьому освітньо-

кваліфікаційному рівні, зокрема: “Методологія та організація наукових досліджень”, “Усна та письмова презентація результатів дослідження”, “Належна лабораторна практика”, “Фармакологія. Пошук та розробка нових лікарських засобів”, “Належна лабораторна практика”, “Фармакокінетика, біоеквівалентність”.

І. ОПИС ДИСЦИПЛІНИ

Загальні характеристики дисципліни	Навчальне навантаження з дисципліни		Методи навчання і форми контролю
Галузь знань 09 Біологія	Кількість кредитів – 3		Методи навчання: словесні – лекція, пояснення, бесіда, дискусія; семінарські (практичні) – вивчення теоретичних питань і їх обговорення на семінарських заняттях, виконання практичних завдань, розв’язок задач зі статистики, презентації на задану тему; самостійне вивчення теоретичного матеріалу, опрацювання джерел та їх аналіз.
Спеціальність 091 Біологія	Загальна кількість годин – 90		
Освітній рівень (доктора філософії)	<i>Денна</i>	<i>Заочна (вечірня)</i>	
	Лекції:		
	10	10	
	Семінарські (практичні) заняття:		
	24	24	
<u>Нормативна</u> /вибіркова			
Рік вивчення дисципліни за навчальним планом - II	Індивідуальна робота:		Форми поточного контролю – усне опитування, виконання завдань, підготовка презентацій і есе, перевірка самостійної роботи. Модульний контроль – письмові модульні контрольні роботи.
Семестр III	Самостійна робота:		
	56	56	
Тижневе навантаження (год.) - аудиторне: 4 - самостійна робота 6			Форма підсумкового контролю: Залік
	Співвідношення аудиторних годин і годин СРС:		
Мова навчання – українська	34 год. (37,8%)	56 год. (62,2%)	

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни «Біостатистика. Математичні методи в біології» є 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 091 «Біологія».

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни “ Біостатистика. Математичні методи в біології” полягають у:

- 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;

- оволодіння основами аналізу статистичних результатів та їх оцінки з метою формування науково обґрунтованих висновків;

- набути умінь та навичок формування статистичних гіпотез;

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

1.3 Компетентності та результати навчання, формуванню яких сприяє дисципліна.

Згідно з вимогами стандарту дисципліна забезпечує набуття аспірантами наступних програмних *компетентностей*:

Класифікація компетентності за НРК	Знання	Уміння	Комунікація	Автономність та відповідальність
Інтегральна компетентність				
Здатність розв'язувати комплексні проблеми в галузі професійної діяльності, проводити оригінальне наукове дослідження, здійснювати інноваційну й дослідницьку діяльність в галузі охорони здоров'я та біології на основі аналізу існуючих та створення нових фундаментальних, теоретичних або практичних знань та/або професійної практики				
Загальні компетентності				
ЗК2. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел, до підвищення професійної кваліфікації.	Знати: <ul style="list-style-type: none"> • Основи пошуку літературних джерел • Перелік наукометричних баз та їх значущість • Провідні інформаційні ресурси для пошуку інформації з медичних наук • Сучасні інформаційні технології 	Вміти: <ul style="list-style-type: none"> • Використовувати сучасні інформаційні технології для пошуку та обробки інформації • Проводити інформаційний пошук • Аналізувати інтерпретувати дані з англомовних джерел інформації 	Використовувати інформаційні та комунікаційні технології для пошуку та обробки інформації	Здатність до повного та різностороннього пошуку інформації, Відповідальність за адекватну оцінку та трактування отриманих у результаті пошуку даних.
ЗК4. Здатність розробляти та управляти проектами, планувати та управляти часом.	Знати: <ul style="list-style-type: none"> • Системи освітніх та наукових грантів на національному та міжнародному рівні • Технологію підготовки та розробки заявки на грант 	Вміти: <ul style="list-style-type: none"> • Проводити пошук грантових програм • Підготувати проект відповідно до форми заявки • Підготувати заявку до участі у конкурсі на отримання фінансової підтримки відповідно до власного наукового пошуку 	Володіння термінологією, використання письмових мовних компетенцій рідною та іноземною мовою для обґрунтування проекту та оформлення заявки на грант	Самостійний пошук, систематизація даних.
ЗК6. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконаних робіт.	Знати: <ul style="list-style-type: none"> • критерії оцінки якості • форми і методи оцінки результатів освітньої та наукової діяльності 	Вміти: <ul style="list-style-type: none"> • проводити моніторинг освітнього та наукового процесу, • застосовувати ефективні методи оцінки когнітивної сфери 	Взаємодія, співробітництво з колегами та керівництвом, здобувачами вищої освіти.	Покращення результатів власної діяльності і результатів діяльності інших. Індивідуальна відповідальність за результати

		<ul style="list-style-type: none"> розробляти пропозиції щодо його удосконалення 		виконання завдань. Добросесність, довіра та відповідальність за власні дії.
Спеціальні (фахові) компетенції				
СК3. Здатність обирати методи та кінцеві точки дослідження для ефективного вирішення конкретних науково-практичних задач у галузі біології.	<p>Знати:</p> <ul style="list-style-type: none"> Методологію наукових досліджень Принципи генерування статистичних та наукових гіпотез Технологію формулювання дослідницького питання Види систематичних помилок, способи їх запобігання 	<p>Вміти:</p> <ul style="list-style-type: none"> Формулювати дослідницьке питання та гіпотези Визначати дизайн дослідження Розробляти план та задачі дослідження 	<p>Аргументація та доказ переваг розробленого проекту. Ведення дискусій щодо мети та завдань наукового проекту. Використовувати знання та вміння з методології наукових досліджень для пошуку партнерів</p>	<p>Ініціативність, самостійність, відповідальність, Запобігання систематичних помилок при виконанні наукового дослідження</p>
СК4. Здатність формулювати дослідницьке питання, розробляти проект наукового дослідження	<p>Знати:</p> <ul style="list-style-type: none"> Сучасні методи дослідження Критерії та маркери ефективності потенційних лікарських засобів в біоетичному та біомедичному контекстах Інформативні критерії оцінки процесів, функцій, явищ 	<p>Вміти:</p> <ul style="list-style-type: none"> Обирати методи дослідження, адекватні для досягнення мети та завдань наукового проекту Інтерпретувати результати різних методів досліджень 	<p>Аргументація переваг обраних методів дослідження Обговорювати інформативність методів дослідження з науковою спільнотою, можливість їх вдосконалення та комбінування</p>	<p>Самостійний вибір адекватних методів дослідження та статистичного аналізу отриманих даних</p>
СК5. Володіння сучасними методами наукового дослідження.	<p>Знати</p> <ul style="list-style-type: none"> Специфічність та чутливість різних методів дослідження Методики досліджень за тематикою наукового проекту, їх можливості та обмеження 	<p>Вміти:</p> <ul style="list-style-type: none"> Використовувати сучасні методи дослідження Використовувати методики дослідження Модифікувати та поліпшувати методики дослідження 	<p>Навчатися методам та методикам дослідження, обмінюватися інформацією та передавати знання колегам.</p>	<p>Самостійне виконання наукового дослідження. Точність та відтворюваність результатів дослідження</p>
СК6. Здатність інтерпретувати результати наукових досліджень, проводити їх коректний аналіз та узагальнення.	<p>Знати:</p> <ul style="list-style-type: none"> Основи біостатистики Методи статистичного аналізу Представлення результатів статистичної обробки даних 	<p>Вміти:</p> <ul style="list-style-type: none"> Обґрунтовувати розмір вибірки Формулювати статистичні гіпотези Адекватно використовувати методи статистичного аналізу 	<p>Обґрунтування обраних методів аналізу та обговорення отриманих даних</p>	<p>Відповідальність за проведення аналізу даних Отримання достовірних та відтворюваних результатів Запобігання шахрайства при обробці даних</p>

Програмні результати навчання

PH4. 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

II. ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОБСЯГ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ.

Тема 1. Основні поняття теорії ймовірностей. Основні теореми теорії ймовірностей: додавання та множення ймовірностей, теорема гіпотез (формула Байєса). Біноміальний розподіл. Аналіз стохастичної поведінки окремих іонних каналів у термінах теорії ймовірностей.

Тема 2. Ймовірність і випадкові змінні. Типи випадкових величин – дискретні та неперервні дані. Простір елементарних подій. Повторні незалежні випробування. Закони розподілу випадкових величин – дискретний та безперервний розподіл ймовірностей, кумулятивна функція розподілу, нормальний розподіл (розподіл Гауса), біноміальний розподіл, розподіл Пуассона, розподіл Бернуллі, геометричний розподіл, логарифмічний розподіл. Модель Пуассона квантового вивільнення нейромедіаторів у синапсах.

Тема 3. Числові характеристики випадкових змінних. Закон великих чисел. Кількісні характеристики нормального розподілу даних. Z-показник. Довірчий інтервал. Математичне сподівання. Описова статистика. Середнє, медіана, мода, квантиль і перцентиль. Графічне представлення різних типів розподілу даних. Перетворення даних. Аналіз кінетики переходів між різними конформаційними станами іонних каналів у термінах функції щільності ймовірності.

Тема 4. Основи статистичного аналізу даних. Типи даних. Аналогові і цифрові дані в експериментальних дослідженнях. Генеральна і вибіркова сукупності. Шум при цифровому перетворенні сигналу. Помилка квантування даних. Теорема Найквіста. Підмножина генеральної сукупності. Методи формування вибірок.

Тема 5. Статистичні гіпотези та критерії їх перевірки. Описова (дескриптивна) статистика. Формалізація гіпотез. Нульова та альтернативна гіпотези. Помилки першого і другого типів. P-значення та його інтерпретація. Систематизація даних. Параметричні і непараметричні тести. Односторонні та двосторонні тести. Порівняння двох та більше груп даних. Коректний вибір статистичного тесту в залежності від типу даних.

Тема 6. Кореляційний та регресійний аналіз біомедичних даних. Тести на асоціацію між змінними для числових та категоріальних даних. Основні алгоритми і методи кореляційного та регресійного аналізу даних. Коефіцієнт

кореляції та його інтерпретація. рангова кореляція Спірмена. Проста та множинна лінійна регресія. Прогнозування залежної змінної.

Тема 7. Мультиваріативний аналіз та основні підходи до його застосування. Метод головних компонент, кластерний аналіз (ієрархічні та неієрархічні алгоритми), дискримінантний аналіз.

Тема 8. Методи аналізу виживаності у біологічних та медичних дослідженнях. Непараметрична оцінка функції виживання Каплана-Майєра (КМ), модель пропорційної небезпеки Кокса, фітування розподілу Вейбула.

Тема 9. Графічне представлення результатів статистичної обробки біомедичних даних. Поширені типи 2D та 3D графіків на прикладах кейс-стаді (case studies OriginLab).

Тема 10. Дизайн експерименту. Статистична потужність, визначення мінімально необхідного розміру вибірки. Планування експериментів та інтерактивний статистичний аналіз даних за допомогою Stats Advisor (OriginLab). Рекомендації British Journal Pharmacology стосовно дизайну експериментів, аналізу і представлення даних у галузі фармакології.

III. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви модулів і тем	Кількість годин							
	денна форма				заочна форма			
	усього	у тому числі			усього	у тому числі		
л		сем	с. р.	л		сем	с. р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
МОДУЛЬ 1. Теорія ймовірностей.								
Тема 1. Основні поняття теорії ймовірностей.	9	1	2	6	9	1	2	6
Тема 2. Ймовірність і випадкові змінні.	9	1	2	6	9	1	2	6
Тема 3. Числові характеристики випадкових змінних.	10	1	3	6	10	1	3	6
МОДУЛЬ 2. Основи статистичного аналізу.								
Тема 4. Основи статистичного аналізу даних. Генеральна і вибіркова сукупності.	9	1	2	6	9	1	2	6
Тема 5. Статистичні гіпотези та критерії їх перевірки.	10	1	3	6	10	1	3	6
Тема 6. Кореляційний та регресійний аналіз біомедичних даних.	8	1	3	4	8	1	3	4
Тема 7. Мультиваріативний аналіз та основні підходи до його застосування.	9	1	2	6	9	1	2	6
МОДУЛЬ 3. Практичні аспекти біостатистики.								
Тема 8. Методи аналізу виживаності у біологічних та медичних дослідженнях.	9	1	2	6	9	1	2	6
Тема 9. Графічне представлення	10	1	3	6	10	1	3	6

результатів статистичної обробки біомедичних даних.								
Тема 10. Дизайн експерименту: статистична потужність, визначення мінімально необхідного розміру вибірки. ЗАЛІК.	7	1	2	4	7	1	2	4
Разом	90	10	24	56	90	10	24	56

ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

• Підготовка рефератів, презентацій на задану тему або обрану відповідно до теми дисертаційного дослідження, представлення результатів статистичного аналізу власних даних, розв’язування задач для самостійної роботи, аналітичне завдання, яке передбачає реалізацію набутих навичок роботи з науковими даними і розв’язання ситуаційних задач.

МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Формами навчальних занять з дисципліни “Біостатистика. Математичні методи в біології” є: лекції, семінарські заняття, самостійна робота, індивідуальна робота здобувачів, аспірантів.

МЕТОДИ КОНТРОЛЮ УСПІШНОСТІ НАВЧАННЯ

Форми контролю (поточні – тестові завдання, ситуаційні задачі, презентації на обрану тему, усний та письмовий контроль теоретичних знань, участь у дискусії, підсумковий модульний контроль): залік.

Оцінювання знань проводять за відповідною шкалою:

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)

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/buEVO>.
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. 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. - Waveland Press, 2019. - 252 pp.
6. Biostatistics for the health sciences / Blair R.C., Taylor R.A. - Upper Saddle River, N.J.: Pearson Prentice Hall, 2008. – 538 pp.
7. Principles and practice of biostatistics / Antonisamy B., Premkumar P.S., Chrostopher S. – McGraw-Hill Education, 2010. – 349 pp.
8. Biostatistics: A methodology for the health sciences / Van Belle G., Fisher L.D., Heagerty P.J., Lumley T. – Wiley Interscience, 2004. – 871 pp.
9. Introductory Biostatistics / Le C.T. - Wiley Interscience, 2003. – 536 pp.
10. Principles of Translational Science in Medicine: From Bench to Bedside: Second Edition / Wehling M. – Elsevier, 2015. <https://shorturl.at/mEKX0>.
11. 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 frogs 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. GraphPad Prism. <https://www.graphpad.com>.
13. The R Project for Statistical Computing. <https://www.r-project.org>.
14. Origin Lab Statistics. <https://www.originlab.com/index.aspx?go=Products/Origin/Statistics>.
15. OriginLab Stats Advisor. <https://www.originlab.com/doc/App/Stats-Advisor>.
16. Статистичний аналіз даних в Excel (Analysis Toolpak). Використання надбудови "Пакет аналізу" для виконання аналізу складних даних. <https://shorturl.at/jvLP0>.
17. Відеокурси з Excel <https://support.microsoft.com/uk-ua/office>.