

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ В.В. ДОКУЧАЄВА**

Кафедра інформаційних технологій, консалтингу і туризму



**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**«Моделювання технологічних процесів і систем»**

**Галузь знань – 20 Аграрні науки та продовольство**

**Спеціальність – 201 «Агрономія»**

**Освітньо-професійна програма - «Агрономія**

**Харків - 2020**

Робоча програма «**Моделювання технологічних процесів і систем**» для здобувачів галузі знань 20 Аграрні науки та продовольство, спеціальності – 201 «Агрономія» освітньо професійної програми

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 р. \_\_\_\_ с.

Розробник: **Сотников Юрій Олександрович** – кандидат економічних наук, доцент кафедри інформаційних технологій, консалтингу і туризму.

Робочу програму затверджено на засіданні кафедри інформаційних технологій, консалтингу і туризму.

Протокол від 26 серпня 2020р. № 1

Завідувач кафедри кафедри інформаційних технологій, консалтингу і туризму, канд. екон. наук, доцент

Т.А. Бутенко

Схвалено методичною комісією агрономічного факультету

Протокол від \_\_\_\_\_ серпня 2020 р. №1

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 р.

Голова

Романов О.В.

© ХНАУ

© Сотников Ю.О.

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		форма навчання	
		денна	заочна
Кількість кредитів – 3	Галузь знань – 20 Аграрні науки та продовольство	Нормативна	
Змістових модулів – 2	Спеціальність – 201 «Агрономія»	Рік підготовки	
Загальна кількість годин – 90		1	
		Семестр	
		1	2
		Лекції	
Тижневих годин навчання: аудиторних – 4	Рівень підготовки: магістратура	18год.	6
		Лабораторні	
		16 год.	8
		Самостійна робота	
		56	86
		Вид контролю:	
		Іспит	

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Метою** дисципліни є формування у здобувачів інформативно-комунікативної компетентності, пов'язаної з використанням методів математичного моделювання при дослідженні складних біологічних систем та аналізу даних, отриманих в результаті проведення польового експерименту.

**Завданням** дисципліни є формування у майбутніх фахівців з агрономії теоретичних засад та практичних навичок з побудови математичних моделей біологічних об'єктів та процесів, кваліфікованого аналізу та використання результатів моделювання в виробництві на основі використання сучасних комп'ютерних технологій.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен **знати**:

- теоретичні підвалини моделювання складних біологічних систем;
- можливості аналізу біологічних систем з застосуванням сучасного програмного забезпечення
- методи багатомірного статистичного моделювання біологічних систем;

- основи математичної теорії планування експерименту, побудови та аналізу математичних моделей;
- характеристики і можливості технічного і програмного забезпечення для проведення статистичного аналізу і моделювання.

Студент повинен **вміти**:

- застосовувати сучасні методи та підходи до багатовимірної аналізу даних;
- володіти комп'ютерним ПЗ для статистичного моделювання експериментальних даних;
- володіти навичками застосування комп'ютерного ПЗ для побудови та аналізу лінійних і нелінійних математичних моделей;
- складати матрицю планування експерименту;
- застосовувати методи побудови та аналізу математичних моделей за даними польового експерименту;
- приймати компетентні рішення на основі одержаних результатів.

### 3. Програма навчальної дисципліни

#### ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 1.

**Тема 1. Вступ до курсу.** Системні засади наукового дослідження. Мета, предмет і зміст дисципліни. Значення та місце дисципліни в системі підготовки фахівців з агрономічних спеціальностей. Моделювання систем (МС), як інструмент пізнання. Поняття системи. Властивості систем. Порядок розробки математичних моделей в аграрній сфері. Види моделей. Основні типи моделей. Методи комп'ютерного моделювання. Моделювання, як технологія розв'язання задач та етапи її розв'язання. Технології моделювання. Поняття систем. Типи систем. Відкриті та закриті системи. Співвідношення модель-система

**Тема 2. Системний підхід до побудови математичних моделей.** Схематизація моделювання. Вибір алгебраїчних моделей. Цілісність. Комуникативність. Ієрархічність. Сутність системного підходу. Принципи побудови моделей. Форма математичного запису моделей. Рівняння та нерівності. Математичні співвідношення та можливості їх тотожного перетворення.

**Тема 3. Підготовка даних.** Поняття ознакового простору. Створення таблиці «об'єкт-ознака». Використання комп'ютерного реліквію «зведені таблиці» в ET Excel. Ефективні прийоми роботи з ним. Типи даних, їх перетворення. Шкали та їх типи. Приклади перекодування даних, конкретні приклади створення та використання. Створення таблиці групових середніх. **Перевірка даних.** Запобігання створення помилок. Причини їх появи та пояснення. Прийоми перевірки введених даних. Використання закону нормального розподілу для пошуку артефактів. Комп'ютерні інструменти та графічні можливості їх пошуку.

**Тема 4. Визначення ключових показників.** Порівняння двох та декілька груп. Дисперсійний аналіз, як математична модель. Зміст: дисперсійного аналізу повного факторного експерименту (ПФЕ) Оцінка ступеня впливу лінійних ефектів факторів і їх взаємодій на модельований параметр Оцінка значущості відмінностей середніх значень параметра для різних рівнів факторів Одно- та багатомірне кореляційне дослідження. Структурне та лонгетюдне кореляційне дослідження. Сутність функціонального та кореляційного зв'язку. Коефіцієнт кореляції та його властивості. Сутність функціонального та кореляційного зв'язку. Оцінка значущості коефіцієнта кореляції Оцінка точності і надійності коефіцієнта кореляції.

## **ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 2.**

**Тема 5. Види та методи багатомірних статистичних моделей.** Багатофакторний дисперсійний аналіз. Багатовимірний регресійний аналіз. Аналіз головних компонент та факторний аналіз. Кластерний аналіз. Дискримінантний аналіз. Штучні нейронні мережі.

**Тема 6. Побудова прогнозних моделей.** Регресивна модель. Експотенціальні методи прогнозування. Криві життєвого циклу. Виробничі функції.

**Тема 7. Методи стиснення даних.** Автоматичне групування та аналіз даних (кластер аналіз). Постановка задачі та можливості використання. Методи інтелектуального аналізу даних. Множинність вирішуваних завдань на єдиному наборі знань. Методи кластерного аналізу. Метрики та алгоритми. Інтерпретація результатів. Факторний аналіз Можливості використання в агрономічній практиці. Інтерпретація результатів. Основні методи та алгоритми. Багатофакторний простір. Типи обертання. Інтерпретація результатів.

**Тема 8. Методи класифікації даних.** Використання дискримінантного аналізу в агрономічних дослідженнях. Сутність та умови застосування дискримінантного аналізу для вирішення задачі класифікації об'єктів. Етапи застосування дискримінантного аналізу Відбір інформативних симптомів для включення в моделі ЛКФ і КЛДФ Рішення діагностичної задачі по лінійним класифікаційними функцій (ЛКФ) Рішення діагностичної задачі по канонічним лінійним дискримінантної функції (КЛДФ) Застосування вирішальних правил діагностики Оцінка ефективності вирішальних правил діагностики.

#### 4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин							
	денна форма				заочна форма			
	усього	в т.ч.			усього	в т.ч.		
		л	лаб.	с.р.		л	лаб.	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Змістовний модуль 1. Основи моделювання систем</b>								
<b>Тема 1.</b> Системні засади наукового дослідження	6	4	2		24	1	2	21
<b>Тема 2.</b> Основи моделювання систем	14	2	2	10				
<b>Тема 3.</b> Підготовка даних	10	2	2	6				
<b>Тема 4.</b> Перевірка даних Визначення ключових показників	10	2	2	6	24	1	2	21
<b>Разом за змістовним модулем 1</b>	<b>40</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>22</b>	<b>48</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>42</b>
<b>Змістовний модуль 2. Побудова багатомірних статистичних моделей</b>								
<b>Тема 5.</b> Види та методи багатомірних статистичних моделей	10	2	2	6	24	2	2	14
<b>Тема 6.</b> Побудова прогнозних моделей	12	2	2	8				
<b>Тема 7.</b> Методи стиснення даних.	14	2	2	8	32	2	2	20
<b>Тема 8.</b> Методи класифікації даних	12	2	2	8				
<b>Разом за змістовним модулем 2</b>	<b>46</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>30</b>	<b>42</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>34</b>
<b>Усього годин</b>	<b>86</b>	<b>18</b>	<b>16</b>	<b>52</b>	<b>90</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>74</b>

#### 5. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Інструктаж по техніці безпеки. Ознайомлення з ПО, що буде використовуватися в курсі МС.	2
2.	Створення понятійного шаблону моделювання систем згідно з обраною темою	2
3	Створення ознакового простору засобами ET. Шкалювання та перетворення даних.	2
4.	Перевірка даних на відповідність закону нормального розподілу. Пошук та видалення артефактів	2
<b>Разом за змістовним модулем 1</b>		<b>8</b>
5.	Визначення ключових ознак шляхом аналізу кореляційної матриці. Проведення дисперсійний аналізу комп'ютерними засобами.	2

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
6.	Побудова прогнозної ARIMA моделі прогнозування врожайності	2
7.	Проведення процедури стиснення даних методами кластерного та факторного аналізу.	2
8.	Використання інструментів «дискримінантний аналіз», ШНМ, «дерев класифікації» та багатомірного шкалювання	2
<b>Разом за змістовним модулем 2</b>		<b>8</b>
<b>Усього годин</b>		<b>16</b>

## 6. Самостійна робота

№ теми	Назва теми	Кількість годин
<b>Змістовний модуль 1. Основи математичного моделювання</b>		
2.	Пошук та ознайомлення з основними алгебраїчними перетвореннями, можливістю їх використання при МС. Приклади та можливості використання шкал в наукових дослідженнях	10
3	Ознайомлення та освоєння реманенту «зведені таблиці» для створення таблиці «об'єкт-ознака». Можливості використання логічних функцій при перекодуванні даних	6
4	Використання фільтрів та проміжних підсумків для створення таблиці групових середніх	6
<b>Разом за модулем 1</b>		<b>22</b>
<b>Змістовний модуль 2. Побудова багатомірних статистичних моделей</b>		
6	Ознайомлення з пакетом Statgraphics	8
7	Пошук інформації щодо методу К-середніх. Можливості реалізації цього методу в різних ПО	10
8	Пошук інформації щодо ШНМ. Можливості реалізації цього методу в різних ПО	8
10	Підготовка звіту засобами Statgraphics	8
<b>Разом за модулем 2</b>		<b>34</b>
<b>Всього годин</b>		<b>56</b>

## 7.Індивідуальні завдання

### Реферат на одну з обраних тем

1. Суть системного аналізу
2. Методи моделювання систем
3. Синтез технологічних систем
4. Способи використання результатів математичного моделювання
5. Зв'язок системного аналізу і моделювання.
6. Мета моделювання, гіпотеза дослідження, ціль існування системи
7. Етапи моделювання систем
8. Загальне поняття моделі і загальне означення моделі.
9. Модель системи керування у просторі станів. Реалізація у просторі станів. Канонічні нормальні форми у просторі станів.
10. Планування модельних експериментів. Основні поняття теорії планування: факторний простір, рівні, центр плану, проміжок варіювання, спостері-

гаєма, дисперсія відтворюваності.

11. Стратегічне і тактичне планування експериментів. Засоби побудови стратегічного планування.
12. Повний факторний експеримент. Рандомізовані плани.
13. Факторні експерименти: дробовий, зі зміною факторів по одному, випадковий. Функція відгуку та адекватність планів.
14. Латинський план, його характеристична властивість. Сільськогосподарський експеримент.
15. Формалізація основних визначень динамічної системи.
16. Основні етапи розробки динамічних моделей.
17. Біфуркаційні процеси в нелінійних економічних системах
18. Модель «чорний ящик»
19. Модель «сірий ящик»
20. Модель «білий ящик»
21. Багаторівневе математичне забезпечення моделювання систем
22. Топологічний рівень опису структури системи.
23. Матричний рівень опису структури системи.
24. Алгебраїчний рівень опису структури системи.
25. Метод декомпозиції
26. Рівень логічних рівнянь.
27. Рівень диференціальних рівнянь.
28. Рівень операцій відношення.
29. Постановка задачі моделювання

## 8. Методи навчання

**Лекція** – логічно вивершений, науково обґрунтований і систематизований виклад певного наукового або науково-методичного питання, ілюстрований, за необхідності, засобами наочності та демонстрацією дослідів. Лекція є однією з основних організаційних форм навчальних занять і, водночас, методів навчання.

**Лабораторні заняття** – форма навчального заняття, на якому викладач організує детальний розгляд магістрантами окремих теоретичних положень навчальної дисципліни та формує вміння та навички їх практичного застосування шляхом індивідуального виконання магістром відповідно до сформульованих завдань.

**Індивідуальне заняття** - форма навчального заняття, що проводиться з окремими магістрантами з метою підвищення рівня їх підготовки та розкриття індивідуальних творчих здібностей.

**Консультація** – форма навчального заняття, при якій магістрант отримує відповіді від викладача на конкретні запитання або пояснення певних теоретичних положень чи аспектів їх практичного застосування (проводяться протягом семестру – поточні консультації, семестрові та екзаменаційні).





## Шкала оцінювання: національна та ECTS (для іспиту)

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90 – 100	<b>A</b>	відмінно
82-89	<b>B</b>	добре
75-81	<b>C</b>	
66-74	<b>D</b>	
60-65	<b>E</b>	задовільно
35-59	<b>FX</b>	незадовільно з можливістю повторного складання
0-34	<b>F</b>	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

### 11.Методичне забезпечення

9. Сотников ЮО. Основи систематології та системного моделювання. – Харків. – 2020 – 146 с.
10. *Лебідь М. Т.* Багаторівневі схеми реалізації загальногалузових задач / М.Т. Лебідь, С.І. Шулуйко / Харк. нац. аграр. ун-т ім. В.В.Докучаєва. – - Харків, 2008.
11. *Оптимізаційні методи та моделі. Лінійне програмування: конспект лекцій / В. М. Дьоміна / Харк. нац. аграр. ун-т ім. В. В. Докучаєва. – Х.: ХНАУ, 2015. – 75 с.*
12. *Оптимізаційні методи та моделі. Моделювання систем масового обслуговування: конспект лекцій / В. М. Дьоміна / Харк. нац. аграр. ун-т ім. В. В. Докучаєва. – Х.: ХНАУ, 2015. – 42 с.*
13. *Синявіна Ю.В.* Математичне програмування: навч.-метод. Посіб./ Ю.В. Синявіна, М.Т. Лебідь / Харк. держ. аграр. ун-т ім. В.В. Докучаєва. Х., 2007. – 72 с.
14. *Сотников Ю.О., Новосад К.Б.* Моделювання експериментальних досліджень в агрономії. Підготовка даних. Методичні рекомендації. – Харків: вид-во ХНАУ, 2016.- 32 с.
15. *Сотников Ю.О., Сирий В.М.* Підготовка даних агрономічних досліджень засобами електронних таблиць. Науково-методичний коментар– Харків: вид-во ХНАУ, 2016.- 22 с.
16. *Ульянченко О.В.* Дослідження операцій в економіці: Підручник / О.В. Ульянченко // Суми: Видавництво «Довкілля», 2010. – 594 с. (з грифом Міністерства освіти і науки України).
17. *Ульянченко О. В.* Методи оптимізацій в економіці: Навч. посібник / Харк.

держ. аграр. ун-т ім. В. В. Докучаєва. – Харків, 2001. – 139 с.

18. *Ульянченко О.В.* Математичне програмування: Навч. посіб. / О.В. Ульянченко, М.Т. Лебідь, Г.Г. Хлівняк, В.О.Бабенко / Харк. нац. аграр. ун-т ім. В.В. Докучаєва. – Харків, 2002. – 296 с.

## 12.Список інформаційних джерел

### Основні:

19. *Богобоящий В.В., Курбанов К.Р., Палій П.Б., Шмандій В.М.* Принципи моделювання та прогнозування в екології: Підручник. - Київ: Центр навчальної літератури, 2004. - 216 с
20. *Большаков А.А., Каримов Р.Н.* Методы обработки многомерных данных и временных рядов: Учеб. пособ. для вузов. – М.: Горячая линия-Телеком. 2007. – 522 с.
21. *Вергунова І. М.* Основи математичного моделювання для аналізу та прогнозу агрономічних процесів.— К.: Нора-прінт, 2001. – 146 с.
22. *Динамическое моделирование процессов трансформации органического вещества почв. Имитационная модель ROMUL: Учебно- метод. пособ. / Автор сост.: О. Г.Чертов, А. С. Комаров, М. А. Надпорожская, А. В. Михайлов, С. С. Быховец, С. Л. Зудин, Е. В. Зубкова; Науч. ред. Б. Ф. Апарин. -СПб., 2007. - 96 с.*
23. *Дмитриев, Е. А., Благовещенский Ю. Н.* Математическая статистика в почвоведении. — М.: Либроком, 2009. — 328 с.
24. *Дубров А.М., Мхитарян В.С., Трошин Л.И.* Многомерные статистические методы: Учебник.- М.: Финансы и статистика, 2002 – 360 с.
25. *Єріна А.М.* Статистичне моделювання та прогнозування: Навч. посібник. – К.: КНЕУ.- 2001.- 170 с.
26. *Капутин Ю.Е., Ежов А.И., Хенли С.* Геостатистика в горно-геологической практике. – Апатиты: Изд-во РАН. Кольский научный центр. Горный институт. – 1995. – 165 с.
27. *Крючков А.Г.* Основы математического моделирования на сельскохозяйственном поле. – Оренбург. – 2012. – 162 с.
28. *Мешалкина Ю. Л., Самсонова В. П.* Математическая статистика в почвоведении: практикум, - М.: МАКС Пресс.- 2008. – 84 с.
29. *Мешалкина, Ю. Л.* Рабочая тетрадь по курсу "Математическая статистика в почвоведении". – М.: Дашков. - 2011- .92 с.
30. *Міхеєв Є.К.* Інформаційні системи в землеробстві. Ч.I Системи підтримки прийняття технологічних рішень на рівні проектування і планування.

Херсон:, ХДУ, 2005. – 280 с.

31. *Міхеєв Є.К.* —Інформаційні системи в землеробстві. Ч.ІІ Системи підтримки прийняття технологічних рішень на рівні оперативного планування і управління. Херсон: , ХДУ, 2006. - 354 с.
32. *Можжаєв Н., Серикпаєв П., Стыбаєв Г.* Программирование урожаев сельскохозяйственных культур: Учебное пособие. - Астана: Фолиант, 2013. - 160 с.
33. *Полуэктов Р.А., Смоляр Э.И., Терлеев В.В., Топаж А.Г.* Модели продукционного процесса сельскохозяйственных культур. – СПб.: Изд-во С.-Петербург. Ун-та, 2006. – 396 с.
34. *Прокопенко А.И., Вайнер, В.Г., Галкин В.Л.* Эколого-экономическое моделирование. Харьков, 1997- 146 с..
35. *Сазонець О.М.* Інформатизація світогосподарського розвитку: Навч. пос.- К.: Центр учбової літератури, 2008.-220 с.
36. *Світличний О.О.* Основи геоінформатики: [навч. посібник]/Світличний О.О., Плотницький С.В.- Суми: Університетська книга, 2006.-208 с.
37. *Скурта Б.К.* Використання персональних комп'ютерів в організації польових робіт.-К.: Урожай, 1993. – 218 с.
38. *Смиряев А.В., Исачкин А.В., Панкина Л.К.* Моделирование в биологии и сельском хозяйстве: уч. пособ./ Смиряев А.В., Исачкин А.В., Панкина Л.К. – М.: Издательство РГАУ-МСХА, 2015. – 153 с.
39. *Форман Джон.* Много цифр: Анализ больших данных при помощи Excel М.: Альпина Паблишер, 2016. — 461 с.
40. *Ханс-Петер Пифо.* Статистика для бакалавров по специальностям: Агробиология (АБ), Аграрные науки (АН) и Возобновляемые природные ресурсы (ВПР) в Университете Хоэнхайм. 1. семестр (АБ, АН, ВПР), 3. Семестр (ВПР). – М.: Изд. ВНИИА, 2011. – 288 с.
41. *Эддоус М., Стэнсфилд Р.* Методы принятия решений-М.:Аудит, Юнити, 1997. – 687 с.
42. *Юнкеров В.И., Григорьев С.Г* Многомерные методы статистического анализа категоризованных данных медицинских исследований.- СПб.:ВмедА, 2008. -207 с.
43. *Юнкеров В.И., Григорьев С.Г.* Математико-статистическая обработка данных медицинских исследований.- СПб.:ВмедА, 2001. -126 с.
44. *DOCUMENT TGP/8 “USE OF STATISTICAL PROCEDURES IN DISTINCTNESS, UNIFORMITY AND STABILITY TESTING”* /Associated Document to the General Introduction to the Examination of Distinctness, Uniformity and Stability and the Development of Harmonized Descriptions of New Varieties of Plants (document TG/1/3).- INTERNATIONAL UNION FOR THE PROTECTION OF NEW

VARIETIES OF PLANTS.- Geneva. – 2003. - 212 p

45. *Rao G. Nageswara*. Statistics for Agricultural Sciences . 2nd ed. — BS Publications, 2007. — 466 p.
46. *Vohnout K.D*. Mathematical Modeling for System Analysis in Agricultural Research. - Elsevier Science B.V., 2003. — 452 p.

### Додаткові

47. *Джелен Билл, Александер Майкл*. Сводные таблицы в Microsoft Excel 2013. - М.: ООО "И.Д. Вильямс", 2013. –448 с.
48. *Динамическое моделирование процессов трансформации органического вещества почв. Имитационная модель ROMUL: Учебно- метод. пособ. / Автор сост.: О. Г.Чертов, А. С. Комаров, М. А. Надпорожская, А. В. Михайлов, С. С. Быховец, С. Л. Зудин, Е. В. Зубкова; Науч. ред. Б. Ф. Апарин. -СПб., 2007. -96 с.*
49. *Ивантер Э.В., Коросов А.В.* Введение в количественную биологию. – Учеб. пособ. - Петрозаводск: Петрозаводский гос. ун-т, 2010. - 302 с.
50. *Климчук В.О.* Математичні методи у психології. Навч. посібн. для студентів психологічних спеціальностей. – К.: Освіта України. – 2009. -288 с.
51. *Крамер Д.* Математическая обработка данных в социальных науках: современные методы: учеб. пособ.для студ. высш. учеб. заведений. – М.: Изд. центр «Академия» - 2007- 288 с.
52. *Рыжова И.М.* Математическое моделирование почвенных процессов. – М.: Изд-во МГУ, 1987.- 82 с.
53. *Тарасова В.В.* Екологічна статистика (з блочно-модульною формою контролю знань). Підручник. – К.: Центр учбової літератури, 2008. – 392 с.
54. *Шильников И.А., Сычѳв В.Г., Зеленов Н.А., Аканова Н.И., Федотова Л.С.* Известкование как фактор урожайности и почвенного плодородия, - М.: ВНИИА, 2008. - 340 с.

### Мерережеві ресурси

55. *Безкоштовний пакет з статистичного моделювання, аналог SPSS*  
<http://www.gnu.org/software/pspp/>
56. *Linear Program Solver (LiPS)* Безкоштовний пакет з математичного моделювання-<http://lipside.sourceforge.net>
57. *Lpsolver.* Безкоштовний пакет з математичного моделювання  
<http://lipside.sourceforge.net>
58. *Trial версії ППП Statgraphics* <http://www.statgraphics.com/downloads.htm>
59. *TRIAL* версії програм з статистичної обробки даних JMP SAS.

[http://jmp.com/uk/landing/jmp\\_trial.shtml](http://jmp.com/uk/landing/jmp_trial.shtml)

- 60.** *Навчальні* відеоматеріали по використанню цих ППП  
<http://www.youtube.com/watch?v=Dq0I2dXYXsE> Навчальний сайт «Інформаційні системи та технології»: [http://informatic-10.at.ua/index/informacijni\\_sistemi\\_ta\\_tekhnologiji/0-29/](http://informatic-10.at.ua/index/informacijni_sistemi_ta_tekhnologiji/0-29/)