

**Міністерство освіти і науки України
Харківський національний педагогічний університет
ім. Г.С. Сковороди**

Кафедра географії

Методичні рекомендації

**до курсу “ Реінжиніринг та моделювання й прогнозування стану довкілля ”
для студентів спеціальностей
014 Середня освіта (Історія) всіх форм навчання**

Харків – 2016

**Міністерство освіти і науки України
Харківський національний педагогічний університет
ім. Г.С. Сковороди**

Кафедра географії

До друку та в світ
дозволяю

Директор інституту інформатизації
освіти проф. А.І. Прокопенко

Методичні рекомендації

**до курсу “ Реінжиніринг та моделювання й прогнозування
стану довкілля ”
для студентів спеціальностей
014 Середня освіта (Історія) всіх форм навчання**

Затверджено редакційно-видавничою
радою Харківського національного
педагогічного університету
імені Г.С.Сковороди
протокол № від 2016

Харків – 2016

Ю.І. Муромцева, доцент, кандидат економічних наук, доцент кафедри географії Харківського національного педагогічного університету ім. Г.С. Сковороди

Рецензенти:

Бірюков О.В. – кандидат географічних наук, директор Харківського гідрометеорологічного технікуму Одеського державного екологічного університету;

П’ятак Т.В. – кандидат технічних наук, доцент кафедри менеджменту зовнішньоекономічної діяльності і фінансів Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут».

Затверджено редакційно-видавничою радою Харківського національного педагогічного університету імені Г.С.Сковороди
протокол № від . .16

Муромцева Ю.І. Методичні рекомендації до курсу “ Реінжиніринг та моделювання й прогнозування стану довкілля ” для студентів спеціальностей 014 Середня освіта (Історія) всіх форм навчання. Методичні рекомендації.- Харків, ХНПУ ім. Г.С. Сковороди.- 2016. – 27 с.

Анотація.

Методичні рекомендації курсу призначені для студентів, які навчаються на історичному факультеті в групах географічної спеціалізації. Текстовий матеріал відповідає програмному матеріалу з реінжинірингу, моделюванню і прогнозуванню стану довкілля – курсу, який вивчають на історичному факультеті. У посібнику висвітлено основні теми дисципліни й рекомендації до їх вивчення, а саме – поняття реінжинірингу довкілля, моделювання, прогнозування; методи збору й обробки даних для моделей і прогнозів; моделювання зв’язків між явищами та динаміки розвитку, методи перевірки адекватності моделей.

Видано за рахунок автора

© Харківський національний педагогічний
університет імені Г.С.Сковороди
© Муромцева Ю.І.

Харків 2016

ЗМІСТ

1. Мета та завдання навчальної дисципліни	5
2. Зміст навчальної дисципліни за модулями та темами	6
3. Структура навчальної дисципліни	8
4. Теми практичних і семінарських занять	10
5. Самостійна робота	19
6. Індивідуальні завдання	20
7. Методи навчання й оцінка знань	21
8. Рекомендована література	22
9. Інформаційні ресурси	24
10. Глосарій	24

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

Протягом останнього десятиріччя в рамках концепції сталого соціально-економічного розвитку все більше виявляється необхідність екологізації усіх сторін суспільної діяльності. У відповідності до цієї концепції у процесі екологізації економіки особливе місце належить процесам реформування виробничо-господарської діяльності підприємств на засадах реінжинірингу.

Оцінка стану довкілля обумовлює необхідність моделювання відповідного об'єму літосферного простору. При цьому точність та адекватність моделі досліджуваного об'єкту навколишнього природного середовища прямо залежить від кількості інформації її якості масштабу моделі, мети моделювання тощо. Особливу роль грає процес моделювання при екологічних дослідженнях. В рамках цих досліджень власне і передбачається розглянути процедуру моделювання з одного боку це інформаційно-картографічна система, яка дозволяє оцінити процеси, які проходять в межах наколишнього природного середовища, з іншого в рамках моделі виконується безпосередня оцінка елементів навколишнього природного середовища, їх стану, стійкості тощо. Процедура прогнозування основана на науковому передбаченні відповідних процесів, які відбуваються в навколишньому природному середовищі, прямо чи побічно впливають на його стан, та контролюють екологічну ситуацію довкілля. Вивчення проблем сталого розвитку людства. Визначення глобальних екологічних проблем в морально-етичній та політичній сферах, винайдення шляхів їх подолання в плані суворого погодження з законами розвитку біосфери.

Предмет вивчення навчальної дисципліни – це комплекс процедур, який передбачає розробку нових процесів у підприємстві, регіоні, оточуючому середовищі шляхом радикального перепроєктування (реінжинірингу) існуючих процесів, зазвичай на основі інтенсивного використання у інновацій. Побудова математичних моделей та здійснення на їх основі надійних прогнозів. В рамках курсу розглянуто основні наукові та методичні підходи до прогнозування оцінки стану довкілля на основі попередньо побудованих моделей. Розглянуто методи статистичного моделювання на основі обробки конкретних фактографічних та картографічних баз даних.

Міждисциплінарні зв'язки – вивчення предмету щільно пов'язане із дисциплінами статистика, математика, економіка природокористування, екологія, використання природних ресурсів.

Мета: набуття студентами теоретичних знань і практичних навичок, необхідних для наукового передбачення розвитку географічних процесів, управління регіональним розвитком.; формування знань, умінь та навиків створення моделей, розв'язання рівнянь, що визначають модель, аналіз та прогнозування процесів у екологічних системах.

Завдання - розкрити базовий поняттєво-термінологічний апарат географічного моделювання; визначити об'єкти географічного моделювання; розкрити методичні основи географічного моделювання; розкрити методіку різних видів географічного моделювання. розкрити поняттєво-термінологічний апарат географічної прогностики; розкрити методологічні основи географічного прогнозування регіонального розвитку. На основі пізнання минулого розвитку людства винайдення шляхів управління життєвим циклом у відношенні конкретних процесів, елементів, речовин продуктів та супроводжуючих ризиків на основі використання та рециркуляції.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні **знати:** фундаментальні фізичні явища, що лежать в основі екологічних процесів; форми оцінки якості довкілля й ступеню його забруднення; існуючі методики, які застосовуються у задачах екологічного нормування антропогенного навантаження, .

Вміти:

- орієнтуватися у сукупності статистичних і математичних теорій і методів, призначених для розв'язання задач моделювання та прогнозування стану навколишнього природного середовища, які використовуються у системі охорони та управління станом довкілля; на підставі методів математичної статистики та визначення природних, соціально-економічних умов, що зумовлюють захворюваність людини, визначити вплив довкілля на людину у різних умовах функціонування національного господарства та зробити висновки з наданням рекомендацій виконувати конкретні; розрахунки основних параметрів забруднення навколишнього середовища за допомогою чисельно-аналітичних та статистичних методів;

здійснювати статистичний аналіз динамічних рядів; розробляти декомпозиційні, трендові, кореляційно-регресійні, економетричні моделі, застосовувати факторний, кластерний та дискримінантний аналіз для цілей прогнозування розвитку регіонів;

- розробляти теоретичні основи еколого-економічного реінжинірингу виробничих процесів техногенно небезпечних підприємств; проводити аналіз техногенно небезпечних виробничих процесів підприємств на території регіону;

- сформувати методичний підхід до проведення дореінжинірингової діагностики техногенно небезпечних підприємств шляхом використання системи еколого-економічних показників та розрахунку інтегрального показника рівня техногенної безпеки;

- узагальнити існуючі підходи до реінжинірингу та запропонувати управлінську технологію еколого-економічного реінжинірингу виробничих процесів техногенно небезпечних районів чи підприємств;

- розробляти моделі лінійного та нелінійного програмування, балансові, математико-картографічні моделі регіонального розвитку; оцінювати рівень узгодженості думок експертів, визначати кількісні параметри експертних прогнозів регіонального розвитку; розробляти прогнози розвитку екологічних процесів у регіонах.

2. Зміст навчальної дисципліни за модулями та темами

Змістовий модуль 1. Реінжиніринг довкілля та сталий розвиток людства

Тема 1. *Розвиток людської цивілізації та необхідність реінжинірингу довкілля.*

Мета, завдання та структура курсу. Поняттєво-термінологічний апарат. Різні аспекти людської природи. Руйнівні дії людини проти природи. Наука, наукові закони, методи пізнання і гіпотези. Наука й технологія, історія їх розвитку. Експлуатація природи з метою виробництва. Сільськогосподарська і промислова революція. Поява сучасної науки і технології. Сучасна цивілізація. Релігія і філософія, інформаційне суспільство.

Руйнування сучасного навколишнього середовища. Глобальні проблеми людства (озоновий шар і клімат, демографічний вибух, расові конфлікти, поширення ядерної зброї, загроза СНІДу, сучасні енергетичні проблеми).

Поняття реінжинірингу довкілля. Плани створення сталого розвитку суспільства, стабільності людства. Запобігання скороченню лісів. Виробництво вторинної переробки. Контроль зростання чисельності населення. Енергоресурси майбутнього. Технологія замкненого типу.

Тема 2. *Поняттєво-термінологічний апарат географічного моделювання і прогнозування.* Прогнозування і моделювання довкілля як синтетична конструктивно-прикладна дисципліна. Місце моделювання та прогностики в структурі географічних наук. Зв'язок з іншими дисциплінами. Основні підходи до визначення об'єктів географічних досліджень: геосферний, ландшафтний, екологічний, геокомплексний, геосистемний, розміщенський.

Значення моделювання й прогнозування. Прогнози як інформаційно-аналітична база обґрунтування заходів регіональної політики. Місце регіонального прогнозування в структурі управління розвитком регіону. Прогнозування як функція держави. Закон України „Про державне прогнозування та розроблення програм соціально-економічного розвитку”.

Експертне моделювання в географії. Математико-статистичне моделювання в географії. Оптимізаційне моделювання в географії. Новітні методи географічного моделювання. Поняття моделі. Логіка прикладного статистичного моделювання. Основні етапи процесу моделювання. Класифікація статистико-математичних моделей. Статистична база моделей довкілля. Змінні та рівняння в моделях. Макро- і мікроекономічні сукупності даних. Комп'ютерні технології статистичного моделювання.

Передбачення: наукове і ненаукове. Прогноз як наукове передбачення. Прогноз, прогнозування, прогностика. Відмінності у поняттях прогноз, план, програма, проект. Період (глибина) ретроспекції, тренд, прогнозний горизонт. Довірчий інтервал прогнозу. Прогностичний фон. Географічний прогноз і прогнозування. Принципи прогнозування регіонального розвитку. Загальнонаукові принципи: системності, холістичності, самоорганізації, еволюційності (поступальності), поліінформативності. Географічні принципи: територіальної цілісності, просторово-часової єдності, територіальної ієрархічності, регіонального типологізму. Методичні принципи: історичності, цільової спрямованості, варіантності, аналогій, внутрішньої несперечливості.

Змістовий модуль 2. Методи географічного моделювання та прогнозування довкілля.

Тема 3. Збір і попередня оцінка первинної інформації про стан довкілля.

Типи інформації про стан довкілля. Шкали вимірювань: номінальна, порядкова, інтервальна і шкала відношень. Сукупності даних в науках про Землю: гіпотетична, існуюча, опробувана. Точність і надійність результатів опробування. Точкові та інтервальні статистичні оцінки. Довірча ймовірність, або надійність. Границі довірчого інтервалу. Середнє квадратичне відхилення ряду результатів опробування. Середня квадратична похибка. Методи побудови довірчих інтервалів. Випадкові величини і типи їх розподілу. Нормальний розподіл. Його характеристики і важливість перевірки вибірки стосовно відповідності нормальному розподілу в процесі обробки екологічної та геологічної інформації. Правила 2-х і 3-х стандартних відхилень. Розподіл Гаусса. Розподіл Ст'юдента та ін. Важливість встановлення типу розподілу в задачах моделювання і прогнозування стану довкілля.

Принципи встановлення об'єму необхідного для коректної оцінки генеральної сукупності. Оформлення результатів досліджень. Розробка практичних рекомендацій на основі результатів прикладних досліджень.

Тема 4. Прогнозування стану довкілля методом регресійного аналізу. Основні засади моделювання динаміки. Загальний вигляд лінійної регресійної моделі, її структура та етапи побудови. Специфікація моделі. Передумова застосування методу найменших квадратів (МНК) Властивості оцінок, їх характеристика. Коректність побудови моделі та перевірка значущості оцінок параметрів і моделі в цілому. Статистичні критерії перевірки значущості. Стандартні похибки та надійність прогнозу. Довірчі інтервали функції регресій. Стандартизована лінійна модель. Поняття коефіцієнтів, їх визначення й застосування в регресійному аналізі.

Математичні основи регресійного аналізу. Особливості застосування регресійного аналізу в прогнозуванні стану довкілля. Нелінійні моделі. Експоненційна регресійна модель. Нормальна регресійна модель. Логнормальна регресійна модель.

Поняття про ряди динаміки, їх види. Умови дотримання зіставності даних при побудові та аналізі рядів динаміки. Основні аналітичні показники рядів динаміки: абсолютний приріст, темп зростання, темп приросту, абсолютне значення 1% приросту.

Середній рівень ряду динаміки. Середній абсолютний приріст, середній темп зростання, середній темп приросту. Ланцюгова і базисна методика аналізу рядів динаміки. Поняття про тенденцію (тренд) , їх види. Обробка динамічних рядів з метою виявлення закономірностей розвитку. Екстраполяція та інтерполяція. Аналітичне вирівнювання рядів динаміки на основі лінійного тренду. Вивчення і вимірювання сезонних коливань у рядах динаміки. Типи трендових моделей. Природа й наслідки автокореляції. Методи визначення автокореляції. Автокореляційні функції (корелограми). Авторегресійні моделі. Методи оцінки параметрів: Ейткена, перетворення вхідної інформації, Дарбіна - Уотсона. Багатофакторні лінійні моделі динаміки та особливості їх побудови.

3. Структура навчальної дисципліни

На вивчення навчальної дисципліни відводиться ____ 4 ____ кредитів ЄКТС
____ 120 ____ годин.

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		Аудиторні	Лекції	Практичні заняття	Лабораторні	Самостійна робота		Аудиторні	Лекції	Практичні заняття	Лабораторні	Самостійна
Модуль 1												
Змістовий модуль 1. Реінжиніринг довілля та сталий розвиток людства												
Тема 1. Розвиток людської цивілізації та необхідність реінжинірингу довілля.	38	10	6	4		28	38	4	4			34
Тема 2. Поняттєво- термінологічний апарат географічного моделювання	22	6	4	2		16	22	2	2			20
Модуль 2												
Змістовий модуль 2. Методи географічного моделювання та прогнозування довілля.												
Тема 3. Збір і попе- редня оцінка первинної інформації про стан довілля	24	8	4	4		16	24	6	4	2		18
Тема 4. Прогнозування стану довілля методом регресійного аналізу. Основні засади моделювання динаміки	36	16	6	10		20	36	8	4	4		32
Усього годин	120	40	20	20		80	120	20	14	6		100

4. Теми практичних і семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Технології різних культур та сучасності. Промислова цивілізація.	2
2	Глобальні проблеми довкілля. Плани створення стабільного суспільства. Технологія замкненого типу	2
3	Моделі й прогнози. Гіпотези. Метод експертних оцінок	2
4	Розвідувальний аналіз даних.	2
5	Розрахунок коефіцієнтів кореляції для лінійної моделі системи показників стану довкілля.	2
6	Розрахунок множинних та нелінійних моделей стану довкілля	2
7	Побудова моделей довкілля, оцінка їх адекватності. Прогнози	4
8	Моделі динаміки стану довкілля. Прогнозування.	4

Семінарське заняття №1. Технології різних культур та сучасності. Промислова цивілізація.

1. Людина: різні аспекти сутності й існування.
2. Наука. Методи пізнання й гіпотези
3. Сучасна наука. Західна та східна наука
4. Експлуатація природних умов і ресурсів. Руйнівні дії людини проти природи
5. Технологія, її поява та історія розвитку
6. Аграрна революція
7. Індустріальна революція

Методичні рекомендації:

Для підготовки до семінару рекомендуються літературні джерела № 18 та літературні джерела №№ 5,8, 20 допоміжної літератури.

Запитання для самоперевірки:

Які є потреби у людини?

Завдяки яким здібностям людина задовольняє свої потреби, що відрізняє її від тварин?

Що таке культура, цивілізація?

Що таке технологія?

Що таке наука, які методи вона використовує?

Що таке експлуатація природи?

У чому зміст аграрної та індустріальної революцій?

Семінарське заняття № 2. Глобальні проблеми довкілля. Плани створення стабільного суспільства. Технологія замкненого типу

1. Втрата рециркуляційних здібностей на певних етапах розвитку суспільства
2. Глобальні проблеми людства, їх сутність
3. Проблема деградації земель. Озонові діри та парниковий ефект
4. Енергетична криза, проблема безпеки АЕС
5. Демографічні проблеми: перенаселення, здоров'я населення та ін.
6. Глобальні економічні проблеми.
7. Сталій розвиток, нові моделі економічного розвитку
8. Реінжиніринг довкілля

Методичні рекомендації:

Для підготовки до семінару рекомендуються літературні джерела № 18 та літературні джерела №№ 5,8, 20 допоміжної літератури.

Запитання для самоперевірки:

На яких етапах історичного розвитку людина почала завдавати значної шкоди природі?

В чому полягають глобальні проблеми, їх види?

Шляхи вирішення глобальних проблем – екологічних, економічних, демографічних та ін.

Що таке сталий розвиток?

Які основні шляхи розвитку науки і технології?

Семінарське заняття № 3. Моделі й прогнози. Гіпотези. Метод експертних оцінок

1. Моделювання і його сутність
2. Алгоритм моделювання
3. Наукове передбачення, прогнози
4. Гіпотези та варіанти прогнозів
5. Формалізовані методи моделювання й прогнозування
6. Евристичні методи прогнозування. Метод експертних оцінок
7. Глобальні прогнози людства

Методичні рекомендації:

Для підготовки до семінару рекомендуються літературні джерела № 7,8,11, 13 та літературні джерела №№ 7 – 9, 14 -17 допоміжної літератури.

Запитання для самоперевірки:

Що являє собою модель явища?

Що таке прогноз?

Що таке гіпотеза?

Для чого роблять декілька варіантів прогнозу?

Які є методи моделювання й прогнозування?

Коли застосовують формальні/статистичні методи прогнозування?

Коли ефективне евристичне прогнозування?

Практичне заняття №1. Розвідувальний аналіз даних.

Задача 1.

За даними Державного комітету статистики України проаналізувати інформацію за допомогою статистичних показників. Обрахувати відносні величини структури, порівняння, координації, динаміки. Результати представити графічно.

Викиди окремих забруднюючих речовин та діоксиду вуглецю в атмосферне повітря у 2015 та 2014 роках

	Обсяги викидів у 2015 році			у 2014р.
	усього	у тому числі		
		стаціонарними джерелами	пересувними джерелами	

Викиди забруднюючих речовин - усього. тис.т	4521.3	2857.4	1663.9	5344.3
у тому числі				
метали та їх сполуки	13.8	13.8	–	28.6
метан	519.4	514.1	5.3	586.9
неметанові леткі органічні сполуки	225.8	47.3	178.5	270.1
оксид вуглецю	1971.9	764.1	1207.8	2282.3
діоксид та інші сполуки сірки	928.8	905.1	23.7	1165.4
сполуки азоту	483	262.4	220.6	83.8
з них оксид азоту	10.1	8.7	1.4	12.3
речовини у вигляді твердих суспендованих частинок	377.4	349.6	27.8	434.3
інші	1.2	1	0.2	408.9
Крім того. діоксид вуглецю. млн.т	162	138.9	23.1	194.7

Задача 2.

Внесення фосфатних добрив на одиницю площі сільськогосподарських земель різними господарствами кг P₂O₅ / га:

11.9 2.4 1.0 1.4 1.5 1.7 2.4 2.8 3.5 4.6 4.8 3.7
4.3 5.4 6.1 6.5 5.4 4.6 6.6.

Провести розвідувальний аналіз даних за допомогою статистичних показників: розмаху варіації, моди, медіани, середньої, середньоквадратичного відхилення, коефіцієнту варіації, коефіцієнту асиметрії та ексцесу. Дані представити у вигляді полігону.

Згрупувати дані у 3 групи та розрахувати вище перераховані показники за згрупованими даними, побудувати гістограму розподілу. Зробити висновки про сукупність, закон розподілу. Пояснити розбіжності між показниками, обрахованими за згрупованими та не згрупованими.

Методичні рекомендації:

Для підготовки до семінару рекомендуються літературні джерела № 7,8,11, 13 та літературні джерела №№ 7 – 9, 14 -17 допоміжної літератури.

Розмах варіації знаходять як різницю між максимальним і мінімальним значенням ознаки:

$$R = x_{\max} - x_{\min} \quad (1)$$

Розрахунок середньої величини ведеться за формулами середньої арифметичної простої (2) для не згрупованих даних, та за формулою (3) - середньої арифметичної зваженої для згрупованих даних.

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \quad (2) \quad ,$$

$$\bar{x} = \frac{\sum xf}{\sum f} \quad (3) \quad \text{де}$$

x - значення варіанти,
f - частота,
n - число варіант.

Мода у ряді розподілу - це значення варіанти, якій відповідає найбільша частота. В інтервальному ряді моду розраховують за формулою (4):

$$M_o = x_0 + i \frac{(f_2 - f_1)}{(f_2 - f_1) + (f_2 - f_3)} \quad (4)$$

x_0 - це нижня межа модального інтервалу.

i - величина інтервалу.

f_2 - частота модального інтервалу,

f_1 - частота передмодального інтервалу (того, що передує модальному)

f_3 - частота позамодального інтервалу (того, що йде після модального інтервалу)

Для знаходження медіани необхідно зробити ранжирування ряду у порядку збільшення або зменшення ознаки:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19- ранги
1 1.4 1.5 1.7 2.4 2.4 2.8 3.5 3.7 4.3 4.6 4.6 4.8 5.4 5.4 6.1 6.5 6.6 11.9 - значення
варіант.

Значення медіани у непарному ряді розподілу відповідає центральній варіанті, а у парному ряді розподілу його розраховують як середню арифметичну із двох центральних варіант.

В інтервальному ряді медіану розраховують за формулою (5):

$$M_e = x_0 + i \frac{\frac{\sum f}{2} - S_{m-1}}{f_m} \quad (5)$$

x_0 - це нижня межа медіального інтервалу.

i - величина інтервалу.

S_{m-1} - сума накопичених частот до медіанного інтервалу.

f_m - частота медіанного інтервалу.

Середньоквадратичне відхилення, асиметрію та ексцес знаходять за формулами 6 - 8:

$$\begin{aligned} (6) \quad \sigma &= \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2 f_i}{\sum f_i}}; & (7) \quad A &= \frac{M_3}{\sigma^3}; & (8) \quad E &= \frac{M_4}{\sigma^4}; \end{aligned}$$

де M - момент розподілу k -го ступеня, розрахований за формулою:

$$M_k = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^k f}{\sum f} \quad (9)$$

Розрахунок за формулами 6 - 9 раціонально здійснити за допомогою наступної таблиці:

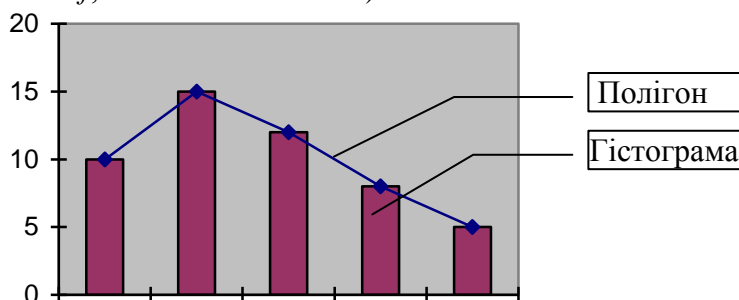
x_i	f	$(x_i - \bar{x})f$	$(x_i - \bar{x})^2 f$	$(x_i - \bar{x})^3 f$	$(x_i - \bar{x})^4 f$
1	1				
1.4	1				

1.5	1				
11.9	1				
Разом	19	0			

Тепер розраховуємо коефіцієнт варіації як відношення середньоквадратичного відхилення до середньої величини:

$$V = \frac{\sigma}{\bar{x}} \times 100\% \quad (10).$$

Графічно ряди розподілу зображують у вигляді гістограми або полігону (де вісь ОУ – частота f , вісь ОХ – ознака x):



Запитання для самоперевірки:

Чим відрізняються шкали вимірювань: номінальна, порядкова, інтервальна і шкала відношень?

Які бувають різновиди статистичних показників (відносних і абсолютних величин)?

Що таке середня, мода, медіана, середнє квадратичне відхилення ряду розподілу?

Середня квадратична похибка. Що таке точкові та інтервальні статистичні оцінки?

Довірча ймовірність, або надійність. Границі довірчого інтервалу.

Випадкові величини і типи і форми їх розподілу. Нормальний розподіл.

Що таке полігон, гістограма?

Практичне заняття №2. Розрахунок коефіцієнтів кореляції для лінійної моделі системи показників стану довкілля.

Встановити зв'язок між факторами місячною нормою годівлі тварини, кг (X) та вагою тварини, кг (Y) за вибіркою обсягом $n=12$, результати якої наведено у таблиці, побудувати рівняння лінійної регресії, провести його статистичний аналіз.

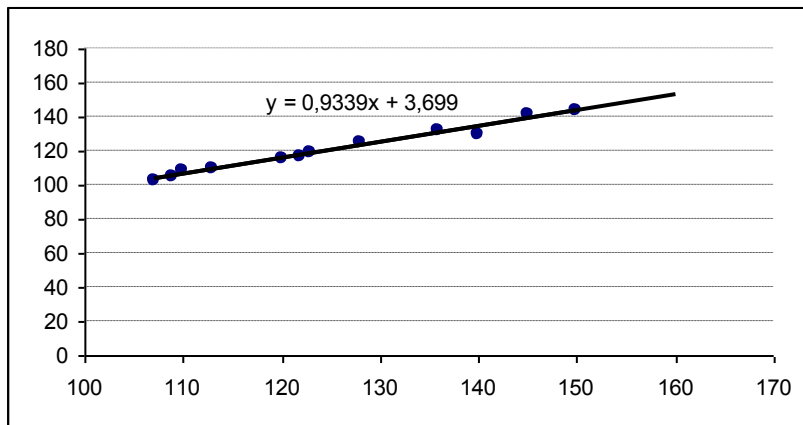
Визначити вид залежності, оцінити параметри рівняння регресії, оцінити силу лінійної залежності між X та Y, а також спрогнозувати вагу тварини при її годівлі 160 кг/місяць.

i	x_i	y_i	x_i^2	$x_i y_i$	y_i^2	\hat{y}_i	u_i	u_i^2
1	107	102	11449	10914	10404	103,626	-1,63	2,64
2	109	105	11881	11445	11025	105,494	-0,49	0,24
3	110	108	12100	11880	11664	106,428	1,57	2,47
4	113	110	12769	12430	12100	109,23	0,77	0,59
5	120	115	14400	13800	13225	115,767	-0,77	0,59
6	122	117	14884	14274	13689	117,635	-0,63	0,40
7	123	119	15129	14637	14161	118,569	0,43	0,19
8	128	125	16384	16000	15625	123,238	1,76	3,10
9	136	132	18496	17952	17424	130,709	1,29	1,67
10	140	130	19600	18200	16900	134,445	-4,44	19,76
11	145	141	21025	20445	19881	139,115	1,89	3,56
12	150	144	22500	21600	20736	143,784	0,22	0,05
Разом	1503	1448	190617	183577	176834	-----	0,00	35,26
Середнє	125,25	120,667	15884,8	15298,1	14736,2			
						0,99161	коефіцієнт кореляції	

Методичні рекомендації:

Для підготовки до семінару рекомендуються літературні джерела № 7,8,11, 13 та літературні джерела №№ 7 – 9, 14 -17 допоміжної літератури.

Для розв'язку задачі спочатку побудуємо кореляційне поле:



За розміщенням точок на кореляційному полі бачимо, що залежність між X та Y пряма,

тісна та лінійна, що описують рівнянням: $\hat{Y} = \hat{a}_1 X + \hat{a}_0$.

Знайдемо оцінки невідомих параметрів моделі:

$$\begin{cases} \hat{a}_1 = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\overline{x^2} - \bar{x}^2} = \frac{15298,1 - 125,25 \cdot 120,67}{15884,75 - (125,25)^2} = 0,9339 \\ \hat{a}_0 = \bar{y} - \hat{a}_1 \bar{x} = 120,67 - 0,9339 \cdot 125,25 = 3,699 \end{cases}$$

Отже рівняння парної лінійної регресії: $\hat{Y} = 3,699 + 0,9339X$. За наведеним рівнянням

розрахуємо \hat{y}_i , а також $u_i = y_i - \hat{y}_i$.

Для аналізу сили лінійної залежності обчислимо коефіцієнт кореляції:

$$r_{xy} = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\sqrt{\overline{x^2} - \bar{x}^2} \cdot \sqrt{\overline{y^2} - \bar{y}^2}} = \frac{184,1625}{14,04 \cdot 13,23} = 0,9914$$

Отримане значення коефіцієнта кореляції дає змогу зробити висновок про сильну (пряму) лінійну залежність між X та Y.

Прогнозована вага тварини при годівлі $X=160$ за допомогою моделі становитиме

$$\hat{y}(160) = 3,399 + 0,9339 \cdot 160 = 153,12$$

Коефіцієнт \hat{a}_1 показує на яку величину зміниться вага тварини, якщо місячна годівля збільшиться на одиницю (кг). Він також визначає тангенс кута нахилу прямої регресії

відносно додатного напрямку осі абсцис. Вільний член \hat{a}_0 визначає прогнозоване значення \hat{Y} при величині місячної годівлі X , що дорівнює нулю.

Запитання для самоперевірки:

Що таке кореляційне поле?
 Що таке коефіцієнти регресії?
 Який графік матиме пряма лінійна залежність та обернена?
 Що показує коефіцієнт кореляції?
 Що таке шкала Чеддока?

Практичне заняття № 3. Розрахунок множинних та нелінійних моделей стану довкілля.

Нехай чисельність популяції морських бактерій визначається трьома факторами : температурою, солоністю і часом культивування. Використовуючи отримані експериментальні значення, знайдіть рівняння регресії і виконайте його статистичний аналіз.

Кількість бактерій у Тихому океані		
Число бактерій на 1 куб. см	Солоність моря, ‰	Температура води, °C
160	38	25
16	38	18
17	35	10
1	35	5
0	32	3

Результати розв'язку запишіть у наступну таблицю:

Рівняння регресії	
Значення R-квадрат	
Фактичне і критичні значення t-критерію Стьюдента	
Фактичне і критичне значення F-критерію Фішера	
Висновок про адекватність моделі	
Прогноз кількості бактерій за умови температури 12 градусів і глибини 1000м	
Прогноз кількості бактерій за умови температури 27 градусів і глибини 100м	

Методичні рекомендації:

Для підготовки до заняття рекомендуються літературні джерела № 7,8,11, 13 та літературні джерела №№ 7 – 9, 14 -17 допоміжної літератури.

Запитання для самоперевірки:

Що таке множинна регресія?
 Що таке нелінійна модель?
 Які екологічні процеси можна описати нелінійними моделями?
 Чим відрізняється перевірка адекватності множинної моделі порівняно з парною регресією?

Практичне заняття № 4-5. Побудова моделей довкілля, оцінка їх адекватності. Прогнози.

Задача 1. Нехай чисельність популяції морських бактерій визначається трьома факторами : температурою, солоністю і часом культивування. Використовуючи отримані експериментальні значення за схемою повного факторного експерименту 2^3 , знайдіть рівняння регресії і виконайте його статистичний аналіз.

Методичні рекомендації:

Для підготовки до заняття рекомендуються літературні джерела № 7,8,11, 13 та літературні джерела №№ 7 – 9, 14 -17 допоміжної літератури.

Розв'язок задачі: Маємо набір 8-ми експериментальних значень y_i . Наприклад : 2, 6, 4, 8, 10, 18, 8, 12,

і трьох додаткових дослідів у центрі плану : 8, 9, 8,8.

Число можливих експериментів $n=2^3=8$. Складена матриця планування задовольняє всім умовам ортогональності. У результаті 8-ми проведених експериментів були отримані дані, занесені в графу «У». У цьому випадку трьохфакторне лінійне рівняння регресії має вигляд :

$$y=b_0+b_1x_1+b_2x_2+b_3x_3+b_{12}x_1x_2+b_{13}x_1x_3+b_{23}x_2x_3+b_{123}x_1x_2x_3+...$$

Розрахуємо коефіцієнти регресії B_i за формулою :

$$B_j = \sum_{i=1}^n \frac{x_{ij}y_i}{n},$$

де j – номер фактора (0,1,2,...,к)

Отримаємо $B_0=8.5$; $B_1=2.5$; $B_2=-0.5$; $B_3=3.5$; $B_{12}=-0.5$; $B_{13}=-0.5$; $B_{23}=-1.5$; $B_{123}=-0.5$; Для перебування дисперсії відтворюваності скористаємося даними трьох додаткових дослідів у центрі плану :

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^{n_0} y_i^0}{n_0} = 8,6, \quad f_0 = n_0 - 1 - \text{число ступенів свободи.} \quad \sigma_y^2(y) = 0,28.$$

$$\text{Середньоквадратична помилка } S_{bi} = \sqrt{\frac{0,28}{8}} \approx 0,2$$

Для оцінки значимості коефіцієнтів регресії складаємо критерій, що представляє собою наступне відношення :

$$t_i = \frac{|b_i|}{S_{bi}}, \text{ отримаємо } t_0 = 42,5; t_1 = 12,5; t_2 = 2,5; t_3 = 17,5; t_{12} = 2,5; t_{13} = 2,5; t_{23} = 7,5; t_{123} = 2,5;$$

Порівняємо його з $t_{кр}$ – розподіл Ст'юдента (задається таблично) $t_{кр}(\alpha, f_1)$; α - рівень значущості ($\alpha=0,05>95\%$), f_1 – число ступенів свободи при визначенні дисперсії відтворюваності. За таблицею знаходимо критичне значення критерію Ст'юдента. $t_{кр}(0,05;2)=4,3$.

Порівнюючи t з $t_{кр}$, ми бачимо, що : $t_2, t_{12}, t_{13}, t_{123} < t_{кр}$,

Тобто, коефіцієнти B_2 , B_{12} , B_{13} , B_{123} – статистично незначущі. У такий спосіб шукана теоретична залежність має вигляд :

$$y^T = 8,5 + 2,5 \cdot X_1 + 3,5 \cdot X_3 - 1,5 \cdot X_2 \cdot X_3;$$

Перевірка адекватності .

Перевіримо за допомогою критерія Фішера. Він оцінюється відношенням залишкової дисперсії і дисперсії відтворюваності :

$$\sigma_{\text{зал}}^2 = \frac{\sum_{j=1}^n (y_j^T - y_j^3)^2}{n-1} = 2.0, \quad F = \frac{\sigma_{\text{зал}}^2}{\sigma_{\text{відт}}^2} = 7.1,$$

Де n – число дослідів; l – число значимих коефіцієнтів. $f_{\text{ост}} = n-l = 8-4 = 4$.

Критерій Фішера являє собою : $F(\alpha; f_{\text{ост}}; f_2) \Rightarrow F_{\text{кр}}(0,05; 4; 2) = 19,25$. Тобто, $F < F_{\text{кр}}$, отже, рівняння регресії адекватно експериментальним даним. Нульова гіпотеза вірна.

Рівняння можна застосувати для прогнозування поведінки даної популяції.

Варіанти робіт для контрольного (самостійного) завдання

№	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆	Y ₇	Y ₈	Y ₀₁	Y ₀₂	Y ₀₃
1	8	11	9	13	15	23	13	17	13.1	14	13.7
2	13	16	14	18	20	28	18	22	18	18.9	18.8
3	17	21	19	23	25	33	23	27	23	24	24.7
4	22	26	24	28	30	38	28	32	28	29	28.8
5	28	31	29	33	35	43	33	37	33.2	34	33.5
6	32	36	34	38	40	48	38	42	38	39	38.8
7	37	41	39	43	45	53	43	47	43.1	44	43.7
8	42	46	44	48	50	58	48	52	48	49	48.8
9	47	51	49	53	55	63	53	57	53	52.5	54
10	53	56	54	58	60	68	58	62	58	59	58.8
11	58	61	59	63	65	73	63	67	63	64	64.7
12	62	66	64	68	70	78	68	72	68	69	69.6
13	67	71	69	73	75	83	73	77	73	74	73.7
14	72	76	74	78	80	88	78	82	78.1	79	78.5
15	77	81	79	83	85	93	83	87	83	84	83.7
16	83	86	84	88	90	98	88	92	88.2	89	88.4
17	4	10	8	12	14	22	12	16	12	13	12.8
18	9	15	13	17	19	27	17	21	16	16.8	17

Запитання для самоперевірки:

Що таке адекватність моделі?

За яких умов $R^2=0$; $R^2=1$?

Що показує критерій Фішера?

Що показує критерій Стюдента?

Практичне заняття № 6-7. Моделі динаміки стану довкілля. Прогнозування.

Задача1. Визначити за період з 2003 по 2015 рік середньорічну кількість викидів забруднюючих речовин в атмосферу, якщо відомо:

Викиди млн. т:

З 2003 по 2006 рр. – 621; 2007- 2010 рр. – 84; 2011 -2012 рр. - 23,3; 2013 - 2015 рр. – 43,7.

Методичні рекомендації:

Маємо інтервальний ряд динаміки з нерівними відрізками часу, отже, для знаходження середнього рівня ряду застосовуємо формулу середньої арифметичної зваженої:

$$y = \frac{\sum y_t}{\sum t}, \text{ де}$$

y – рівень ряду динаміки;
 t – інтервал часу.

$$Y = (621 \cdot 4 + 84 \cdot 4 + 23,3 \cdot 2 + 43,7 \cdot 3) / 13 = 2997,7 / 13 = 230,6 \text{ млн. тон.}$$

Задача 2. Є дані про вміст вологи, мг у пробах ґрунту на дати 2015 року:

01.01.15	01.05.15	01.06.15	01.09.15	01.01.16
215	218	245	250	231

Визначити середньорічний вміст вологи у ґрунті.

Методичні рекомендації:

Маємо моментний ряд динаміки з нерівними відрізками часу, отже, для знаходження середнього рівня ряду застосовуємо формулу середньої хронологічної зваженої:

$$\bar{y} = \frac{\sum y_i^* t_i}{\sum t_i}, \text{ де}$$

$$y_i^* = \frac{y_i + y_{i+1}}{2}$$

Тепер знаходимо середньорічний вміст вологи у ґрунті:

$$\bar{y} = \frac{\frac{215 + 218}{2} \cdot 4 + \frac{218 + 245}{2} \cdot 1 + \frac{245 + 250}{2} \cdot 3 + \frac{250 + 231}{2} \cdot 4}{4 + 1 + 3 + 4} = 234 \text{ мг.}$$

Задача 3. Динаміка популяції тварин за 2006 – 2015 роки, тис. голів.

Роки	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Вироб- ництво молока, млн. т	22,4	19,1	18,4	18,1	17,3	15,8	13,8	13,8	13,4	12,7

З метою виявлення характеристики основної тенденції динаміки

- 1) провести аналітичне вирівнювання рядів динаміки за допомогою лінійного тренду, побудувати графіки емпіричних і вирівняних даних; 2) зробити прогноз популяції тварин на 2019 рік;
- 3) написати висновки про тенденції.

Методичні рекомендації:

Для лінійного тренду $Y_t = a + bt$ параметри a і b встановлюють, розв'язуючи систему нормальних рівнянь:

$$an + b \sum t = \sum y$$

$$a \sum t + b \sum t^2 = \sum ty$$

Якщо провести кодування часу, щоб $\sum t = 0$, знаходження параметрів a і b спрощується:

$$a = \frac{\sum y}{n}; \quad b = \frac{\sum ty}{\sum t^2}.$$

Розрахунки ефективно проводити у вигляді таблиці:

Роки	y	t	t ²	ty
2006	22,4	-9	81	-201,6

2007	19,1	-7	49	-133,7
2008	18,4	-5	25	-92,0
2009	18,1	-3	9	-54,3
2010	17,3	-1	1	-17,3
2011	15,8	1	1	15,8
2012	13,8	3	9	41,4
2013	13,8	5	25	69
2014	13,4	7	49	93,8
2015	12,7	9	81	114,3
Σ	164,8	0	330	- 164,6

Далі підставляємо одержані суми у формули:

$$a = 164,8 / 10 = 16,48$$

$$b = (-164,6)/330 = -0,499$$

Таким чином рівняння одержує вигляд: $U = 16,48 - 0,499t$.

Тепер за допомогою рівняння можна зробити прогноз на 2019 рік. Якщо продовжити кодування часу з 2015-го року по 2019 –й, то 2000 року відповідав код „5”, а у 2004 році буде відповідно – „9”. Значить у рівняння замість параметра t підставимо „9”:
 $U_{2019} = 16,48 - 0,499 \cdot 9 = 11,99$ тис. голів.

Проаналізувавши тенденцію популяції тварин, можна зробити висновок про її рівномірне зниження.

Задача 3. Побудувати графік динаміки та підібрати найбільш адекватну функцію, що описує тренд.

місяці	Кількість опадів, мм	місяці	Кількість опадів, мм
1	1600	7	2240
2	1820	8	2220
3	1870	9	2120
4	1895	10	1100
5	1950	11	940
6	2220	12	800

Задача 4. Побудувати графік динаміки та підібрати найбільш адекватну функцію, що описує тренд.

роки	Обсяги викидів забруднюючих речовин пересувними джерелами, тис.т	роки	Обсяги викидів забруднюючих речовин пересувними джерелами, тис.т
2000	1949,2	2006	2205,4
2001	1994,7	2007	2566,7
2002	2026,9	2008	2685,4
2003	2103,5	2009	2514,8
2004	2174,0	2010	2546,4
2005	2151,5	2011	2502,7

Запитання для самоперевірки:

Правила формування рядів динаміки?

Який проводиться попередній аналіз динамічних показників?

Як визначають середній рівень моментного ряду? Інтервального?

Якою функцією описують сезонні коливання?

Який період прогнозування буде найточнішим?

5. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Руйнівні дії людини проти природи	6
2	Втрата рециркуляційних здібностей на певних етапах розвитку суспільства	4
3	Розширення людських функцій. Автоматичні машини.	4
4	Органічне та промислове людське господарство	4
5	Шляхи розвитку науки і технології	4
6	Запобігання руйнування довкілля та виробництво вторинної переробки Енергоресурси майбутнього	6
7	Теоретичні засади моделювання та прогнозування довкілля.	4
8	Гіпотези. Варіанти прогнозів. Мета моделі	4
9	Експертні оцінки	4
10	Графічні методи у прогнозуванні й моделюванні	4
11	Шкали вимірювання	4
12	Ряди розподілу. Середні величини	6
13	Види розподілу. Вибірка	6
14	Парна лінійна регресія	6
15	Множинна лінійна регресія. Нелінійні моделі	6
16	Моделювання динаміки екологічних процесів	8

6. Індивідуальні завдання

Студенти виконують контрольну роботу, яка складається з 3х завдань - розв'язання 2-х задач та реферату. Обрахунок задач треба проводити за допомогою комп'ютерного забезпечення EXCEL, або інших спеціальних програм (SPSS, Statistica, NCSS-PASS та ін)

1. Побудувати лінійну багатофакторну (2-х і більше факторів) лінійну модель зв'язку між явищами, для цього:

- ❖ побудувати графіки залежності фактичних даних; знайти коефіцієнти рівняння регресії методом найменшого квадрату та розрахувати теоретичні значення результативного фактору;
- ❖ оцінити адекватність моделі розрахувавши коефіцієнт детермінації та індекс кореляції, частинні коефіцієнти кореляції,
- ❖ побудувати графік емпіричних (фактичних) даних та теоретичних, графік залишків (помилки);
- ❖ за знайденим рівнянням регресії провести прогнозні розрахунки: знайти значення результативного фактору, якщо середнє значення 1-го фактору зменшиться на 10%, а середнє значення 2-го фактору збільшиться на 20%.
- ❖

Кількість бактерій у Тихому океані		
Солоність моря, ‰	Число бактерій на 1 куб. см	Глибина, м
38	160	50
38	16	400
35	17	800
35	1	1 200
32	0	1 500

2. Побудувати модель динаміки, для цього:

- ❖ побудувати графік фактичних даних; провести аналітичне вирівнювання ряду

динаміки за допомогою щонайменше 4-х функцій (лінійної та іншої), знайти коефіцієнти рівняння регресії методом найменшого квадрату та розрахувати теоретичні значення результативного фактору;

- ❖ оцінити адекватність моделей розраховавши коефіцієнт детермінації та індекс кореляції,
- ❖ побудувати графік емпіричних (фактичних) даних та теоретичних (вирівняних);
- ❖ за знайденим рівнянням регресії провести прогнозні розрахунки: знайти значення результативного фактору через 2 періоди часу

	Обсяги викидів забруднюючих речовин в Україні		
	усього, тис. т	у тому числі	
		стаціонарними джерелами	пересувними джерелами
2000	7483,5	5687,0	1796,5
2001	6342,3	4763,8	1578,5
2002	5966,2	4533,2	1433,0
2003	6040,8	4156,3	1884,5
2004	5853,4	4106,4	1747,0
2005	5908,6	3959,4	1949,2
2006	6049,5	4054,8	1994,7
2007	6101,9	4075,0	2026,9
2008	6191,3	4087,8	2103,5
2009	6325,9	4151,9	2174,0
2010	6615,6	4464,1	2151,5
2011	7027,6	4822,2	2205,4
2012	7380,0	4813,3	2566,7
2013	7210,3	4524,9	2685,4
2014	6442,9	3928,1	2514,8
2015	6678,0	4131,6	2546,4

Теми для рефератів

1. Руйнівні дії людини проти природи.
2. Сучасна наука, її методи, гіпотези
3. Експлуатація природи з метою виробництва
4. Технологія і майстерність
5. Історія науки і технології
6. Антична цивілізація
7. Ісламська наука і технологія
8. Сили, що призвели до сучасної цивілізації
9. Сільськогосподарська і промислова революція
10. Поява сучасної науки і технології
11. Релігія і філософія у світі
12. Людське відчуження в інформаційному суспільстві
13. Руйнування сучасної навколишнього середовища
14. Проблеми лісу, озонового шару і клімату
15. Демографічний вибух у світі
16. Проблема голоду у світі
17. Расові конфлікти на півночі

18. Ядерна війна і поширення ядерної зброї
19. Енергетична криза і масове енергоспоживання
20. Плани створення стабільного товариства
21. Виробництво вторинної переробки: розуміння в суспільстві необхідності його розвитку
22. Контроль зростання чисельності населення
23. Енергоресурси майбутнього
24. Технологія замкненого типу

7. Методи навчання й оцінювання

Лекційна форма навчання: словесні методи (пояснення, бесіда, лекція), наочні методи (ілюстрація, демонстрація), індуктивний, дедуктивний методи;

Практична форма навчання: репродуктивні (відповідь, дискусія), проблемно-пошукові (евристичний), дослідницькі, проведення моделювання та прогнозних розрахунків у комп'ютерному класі засобами EXEL.

7.1. Форми та методи контролю

усне опитування, перевірка практичних робіт, тестові завдання; екзамен;

7.2. Критерії оцінювання знань студентів

Контроль знань студентів відбувається на практичних заняттях кожного з двох модулів, яке проводиться у формі контрольної роботи, а також на іспиті. Для оцінювання знань студентів на звичайних практичних заняттях використовуються тести та при необхідності вибірково надаються короткі питання за темою практичного (семінарського) завдання. На звичайних практичних заняттях студенти ознайомлюються з алгоритмами вирішення задач, представляють свої індивідуальні завдання (у формі файлів EXEL, доповіді, рефератів). Бали нараховуються студентами як відсоток до загального обсягу необхідних до виконання робіт для одержання 100 балів, з урахуванням типу і складності цих робіт. На практичних заняттях також враховується системність, послідовність і своєчасність виконання окремих етапів практичного завдання.

7.3. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота				Сума
Змістовий модуль №1				
T1	T2	T3	T4	100
25	25	25	25	

T1, T2 ... T4 – теми змістових модулів.

7.4. Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за національною шкалою	
	для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	відмінно	зараховано
74-89	добре	
60-73	задовільно	
35-59	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання

1-34	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни
------	------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------

8. Рекомендована література

Базова

1. Бараннік В.О. Моделювання і прогнозування стану довкілля: Навч. посібник. - Харків: ХНАМГ, 2007. – 85 с.
2. Богобоящий В.В. та ін. Принципи моделювання та прогнозування в екології: Підручник. - Київ: Центр навчальної літератури, 2004.-216 с.
3. Бойчук Ю.Д., Солошенко Е.М. Екологія і охорона навколишнього середовища. К., "Знання", 2001
4. Боровиков В.П., Ивченко Р.И. Прогнозирование в системе STATISTICA в среде Windows. Основы теории и интенсивной практики на компьютере: Учебн. пособ. – М.: Финансы и статистика, 2000. – 384 с.
5. Дончева А.В. Экологическое проектирование и экспертиза. Практика-М., Аспект-Пресс, 2002
6. Дьяконов К.Н. Экологическое проектирование и экспертиза. Учебник М., Аспект-Пресс, 2002
7. Єріна А.М. Статистичне моделювання та прогнозування: Навч. посіб. – К.: КНЕУ, 2001. – 170 с.
8. Єріна А.М. Статистичне моделювання та прогнозування: підр. /А.М.Єріна, Д.Л.Єрін. – К.: КНЕУ, 2014. – 348 с.
9. Жлуктенко В.І., Наконечний С.І. Теорія ймовірностей і математична статистика. - К.:КНЕУ, 2000. Ч.1 – 304 с. Ч.2 – 256с.
10. Закон України „Про державне прогнозування та розроблення програм економічного і соціального розвитку України” // Урядовий кур'єр. – 2000. – №77. – С. 8-12.
11. Ковальчук П. І. Моделювання і прогнозування стану навколишнього середовища: Навч. посібник. – К.: Либідь, 2003. – 208 с.
12. Кучерявий В. П. Екологія. – Львів: Світ, 2001. – 499 с.
13. Матвиенко В.Я. Прогностика. Прогнозирование социальных и экономических процессов. Теория, методика, практика. — К.: Українські пропілеї, 2000. – 518 с.
14. Мезенцев К.В. Регіональне прогнозування соціально-економічного розвитку: Навч. посіб. – К.: ВПЦ „Київський ун-тет”, 2004. – 82 с.
15. Мезенцев К.В. Суспільно-географічне прогнозування регіонального розвитку: Монографія. – К: ВПЦ „Київський ун-тет”, 2005. – 253 с.
16. Методичні рекомендації по розробці схеми (прогнозу) розвитку і розміщення продуктивних сил України та її регіонів (областей) на тривалу перспективу / С.І. Дорогунцов, П.П. Борщевський. – К.: РВПС України НАНУ, 2001. – 330 с.
17. Статистика: Навч. Посібник/Під ред. д.е.н. Раєвської О.В.- Х.: ВД «ІНЖЕК», 2011.-504.с.
18. Сусуму Сато, Хиромицу Кумамото Реинженеринг окружающей среды: пер. с англ. Санкт-Петербург, Бизнес-Пресс, 2002.- 240 с.
19. Червяков В.А. Количественные методы в географии: Учебн. пособ. – Барнаул: Изд-во Алтайского ун-та, 1998. – 260 с.

Допоміжна

1. Айвазян С.А., Мхитарян В.С. Прикладная статистика и основы эконометрии. М., 1998

2. Гроссман С., Тернер Дж. Математика для биологов .-М: Высшая школа., 1983,384 с.
3. Голицин А.Н. Основы промышленной экологии. Учебник. 2002
4. Горський В.С. Історія української філософії К., 1997
5. Греченко В.А., Чорний І.В. Історія світової та української культур К., 2000
6. Гродзинський М.д. Основы ландшафтной экологии. Пidrучник. К., Либідь, 1993, - 224 с.
7. Звонкова Т.В. Географическое прогнозирование: Учебн. пособ. – М.: Высшая школа, 1987. – 192 с.
8. Ивченко Б.П., Мартыщенко Л.А. Информационная экология. СПб.: Нордмед-Издат. Часть 1, 1998. —208 с. Часть 2., 2000. —232 с.
9. Ивченко Б.П., Мартыщенко Л.А., Монастырский М.Л. Теоретические основы информационно-статистического анализа сложных систем. СПб: Лань, 1997. — 320 с.
10. Ивченко Б.П., Мартышнко Л.А., Табухов М.Е. Управление в экономических и социальных системах. С Пб.: Нордмед-Издат, 2001. — 247 с
11. Капица С.П., Курдюмов С.П., Малинецкий Г.Г. Синергетика и прогнозы будущего. – М.: Наука, 1997. – 286 с.
12. Каханер Д., и др. Численные методы и программное обеспечение.М. Мир. 2001, 576 с.
13. Ковалюк Т. В. Основы програмування. – К.: Видавнича група ВНУ, 2005. – 384 с.
14. Математическое моделирование. Процессы в сложных экономических и экологических системах.- М: «Наука», 1986.-296 с.
15. Мельник А.Ф. Прогнозування і регулювання економічного і соціального розвитку регіону. – К.: НМ КВО, 1992. – 186 с.
16. Модели в географии / Под ред. Р.Дж. Чорли, П. Хаггета / Пер. с англ. – М.: Прогресс, 1971. – 380 с.
17. Проблемы регионального географического прогноза (состояние, теория, методы) / Отв. ред. А.И. Капица, Ю.Г. Симонов. – М.: Наука, 1982. – 264 с.
18. Самнер Г. Математика для географов . М. Погресс. 1981 г. 296 стр.
19. Трофимов А.М., Шарыгин М.Д. Экономико-географическое прогнозирование: Учебн. пособ. – Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 1988. – 80 с.
20. Хакен Г. Синергетика. Иерархии неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах / Пер. с англ. – М.: Мир, 1985. – 419 с.
21. Черняк І.О., Обушна О.М., Ставицький А.В. Теорія ймовірностей та математична статистика: Збірник задач: Навч. Посіб. – К.: Т-во “Знання”, КОО, 2001. – 199 с.
22. Шаблій О.І. Математичні методи в соціально-економічній географії: Навч. посіб. – Львів: Світ, 1994. – 304 с.
23. Эрберт К., Эдерер Х. Компьютеры. Применение в химии.- М: Мир
24. С. Brown. Statistics for Environmental Engineers. Second edition. Lewis publishers. A CRC Press Company Boca Raton, London, New York , Washington, D.C. 2002.

9. Інформаційні ресурси

Офіційний сайт Державного комітету статистики України - <http://www.ukrstat.gov.ua>
 Організація Об'єднаних Націй <http://www.un.org>
 Світова книга фактів <http://www.cia.gov/cia/publications/factbook/docs/>
 Карти світу <http://nationalgeographic.com>
 Сусуму Сато, Хиромицу Кумамото Реинженеринг окружающей среды
http://www.lib.ru/POLITOLOG/KUMAMOTO/reenginiring.txt_with-big-pictures.html

10. Глосарій

УКРАЇНСЬКА	РОСІЙСЬКА	АНГЛІЙСЬКА
Абсолютна величина	Абсолютная величина	Absolute value
Асиметрія	Асимметрия	Skewness, skew
База даних екологічна	База данных экологическая	Environmental Database
Біосфера	Биосфера	Biosphere
Ваги	Весы	Weight
Вибірка	Выборка	Sample
Вирівнювання	Выравнивание	Smoothing
Висновок	Заключение	Conclusion
Відбір простий випадковий	Отбор простой случайный	Simple random sampling
Відбір систематичний	Отбор систематический	Systematic sampling
Відбір типовий (розшарований)	Отбор типический произвольный	Stratified random sampling
Відносна величина	Относительная величина	Relative number
Відхилення, різниця, залишок	Отклонение, разность, остаток	Residual
Генеральна сукупність	Генеральная совокупность	Total population
Гістограма	Гистограмма	Histogram
Гранична помилка	Предельная ошибка	Limit of error
Графік	График	Graph
Графік ряду динаміки	График ряда динамики	Time series plot
Група	Группа	Class
Групування	Группировка	Grouping
Дані	Данные	Data
Дисперсія	Дисперсия	Dispersion
Довірчий інтервал	Доверительный интервал	Confidence interval
Екссес	Экссес	Kurtosis
Екологічна система	Экологическая система	Ecological system
Жеребкування	Жеребьевка	Lottery
Забруднення середовища	Загрязнение среды	Pollution
Зважені показники	Взвешенные показатели	Weighted data
Згладжування	Сглаживание	Smoothing
Зростання	Рост	Growth
Індекс	Индекс	Index
Інтервальна оцінка	Интервальная оценка	Interval estimate
Коефіцієнт варіації	Коэффициент вариации	Coefficient of variation
Кореляція	Корреляция	Correlation
Медіана	Медиана	Median
Мода	Мода	Mode
Моніторинг екологічний	Мониторинг экологический	Ecological Monitoring
Навколишнє середовище	Окружающая среда	Environment
Накопичена (кумулятивна) частота	Накопительная (кумулятивная) частота	Cumulative frequency
Ознака	Признак	Characteristic
Описова статистика	Описательная статистика	Descriptive statistic
Питома вага	Удельный вес	Weight

Плинна (ковзна) середня	Скользкая средняя	Moving average
Полігон	Полигон	Polygon
Помилка вибірки	Ошибка выборки	Sampling error
Популяція	Популяция	Population
Прогнозування	Прогнозирование	Projection, forecast
Ранг	Ранг	Rank
Регресія	Регрессия	Regression
Розмах варіації	Размах вариации	Range
Розподіл	Распределение	Distribution
Сезонні коливання	Сезонные колебания	Seasonal component
Секторна діаграма	Секторная диаграмма	Pie chart
Середня	Средняя	Mean
Спостереження	Наблюдение	Observation
Стандартне відхилення	Стандартное отклонение	Standard deviation
Статистична оцінка	Статистическая оценка	Statistical estimation
Стовпчикова діаграма	Столбиковая диаграмма	Bar chart
Стрічкова діаграма	Ленточная диаграмма	Bar chart
Сукупність	Совокупность	Population
Таблиця	Таблица	Table
Темп зростання	Темп роста	Growth rate
Темп приросту	Темп прироста	Increase
Тенденція, тренд	Тенденция, тренд	Trend
Точкова оцінка	Точечная оценка	Point estimate
Точковий графік	Точечный график	Scatter plot
Центр інтервалу	Центр интервала	Midpoint, center of class
Частість	Частость	Relative frequency
Частка	Доля	part, portion, quota
Частота	Частота	Frequency
Шкала вимірювання	Шкала измерения	Level of measurement, scale
Шкала номінальна	Шкала номинальная	Nominal scale
Шкала порядкова (рангова)	Шкала порядковая (ранговая)	Ordinal scale

Навчальне видання

Укладач:
Муромцева Юлія Ігорівна

Методичні рекомендації

**до курсу “ Реінжиніринг та моделювання й прогнозування
стану довкілля ”
для студентів спеціальностей
014 Середня освіта (Історія) всіх форм навчання**

**Відповідальний за випуск Некос С.В.
Комп’ютерна верстка: Муромцева Ю.І.
Коректор: Муромцева Ю.І.**

Підписано до друку Формат 60x84/16 Папір офсетний.

Гарнітура Times New Roman. Друк офсетний. Ум. друк. арк. 1,19

Обл. – вид. арк. Зам № 31-092 Тираж 100 прим. Ціна договірна.