МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
УКРАИНЫ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ХАРЬКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к практическим занятиям

Математические и статистические методы в ландшафтной экологии

по курсу «Ландшафтная экология»

для студентов всех форм обучения, в том числе иностранных студентов

направления подготовки
6.040106 «Экология, охрана окружающей среды и сбалансированное природопользование»

Утверждено
редакционно – издательским
советом университета,
протокол 2 от 12.12.2013г.

Харьков
НТУ «ХПИ»
2014

Методические указания к практическим занятиям «Математические и статистические методы в ландшафтной экологии» по курсу «Ландшафтная экология» для студентов всех форм обучения, в том числе иностранных студентов специальности 6.040106 «Экология, охрана окружающей седы и сбалансированное природопользование» / Составители Т.С. Тихомирова, О.Н. Филенко – Х.: НТУ «ХПИ», 2014 г. – 28 с.

Составители: Т.С. Тихомирова, О.Н. Филенко

Рецензент: проф. проф. М.А. Подустов

Кафедра химической техники и промышленной экологии

ВСТУПЛЕНИЕ

Данные методические указания предназначены для выполнения практических работ по курсу «Ландшафтная экология» по разделу математические и статистические методы в ландшафтной экологии. Данные методы используются для оценки различных состояний окружающей среды, в том числе и с привязкой к пространственным координатам.

При выполнении практических работ с использованием данных методических указаний студенты получают навыки работы в команде, навыки работы со статистическим аппаратом в экологии.

В методических указаниях рассмотрены цели практических занятий, приведен теоретический материал. Далее приведен пример выполнения заданий и перечень индивидуальных задний, а также список контрольных работ.

Предлагаемые индивидуальные задания имеют практическое значение для решений важнейших вопросов охраны окружающей среды как в Украине, так и во всем мире.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1
Метод ранговой корреляции для выявления наиболее значимых факторов, формирующих экологическое состояние региона

Цель занятия. Приобретение студентами умения использования метода ранговой корреляции для выявления наиболее значимых и существенных факторов, формирующих экологическое состояние выбранного района страны. Приобретение навыков работы в команде. Занятие рассчитано на 6 аудиторных часов.

1. Основные понятия метода ранговой корреляции (метода экспертных оценок)

В случаях чрезвычайной сложности проблемы, ее новизны, недостаточности имеющейся информации, невозможности математической формализации процесса решения приходится обращаться к рекомендациям компетентных специалистов, прекрасно знающих проблему, - к экспертам. Их решение задачи, аргументация, формирование количественных оценок, обработка последних формальными методами получили название **метода экспертных оценок**.

Эксперты (от латинского *"expertus"* - опытный) – это лица, обладающие знаниями и способные высказать аргументированное мнение по изучаемому явлению.

Метод экспертных оценок включает в себя три составляющие.

1. *Интуитивно-логический анализ задачи*. Строится на логическом мышлении и интуиции экспертов, основан на их знании и опыте. Этим объясняется высокий уровень требований, предъявляемых к экспертам.

2. *Решение и выдача количественных или качественных оценок*. Эта процедура представляет собой завершающую часть работы эксперта. Им формируется решение по рассматриваемой проблеме и дается оценка ожидаемых результатов.

3. *Обработка результатов решения*. Полученные от экспертов оценки должны быть обработаны с целью получения итоговой оценки проблемы. В зависимости от поставленной задачи изменяется количество выполняемых на этом этапе расчетных и логических процедур. Для обеспечения оперативности и минимизации ошибок на

данном этапе целесообразно использование вычислительной техники.

2. Этапы подготовки и проведения оценки с помощью метода ранговой корреляции (метода экспертных оценок)

Качество получаемых экспертных оценок в значительной степени определяется подготовкой экспертизы, а также применяемыми методами обработки информации, получаемой от экспертов.

Единых правил подготовки и проведения экспертизы нет.

Однако можно выделить основные этапы ее подготовки и проведения. К ним относятся:

1) формулировка цели экспертного анализа;
2) формирование группы организаторов экспертизы;
3) разработка процедур проведения экспертной оценки;
4) подбор экспертов;
5) *получение экспертных оценок*;
6) *обработка результатов опроса и анализ полученных данных*;
7) установление степени достижения цели экспертизы.

С точки зрения изучаемой нами дисциплины наибольший интерес представляют два этапа: получение экспертных оценок, обработка результатов опроса и анализ полученных данных.

3. Основные этапы проведения практического занятия

На первом этапе преподаватель объясняет студентам суть метода экспертной оценки и предлагает студентам конкретную проблему. Например, выявить наиболее значимые факторы, влияющие на загрязнения воздушного бассейна мегаполиса или выявить наиболее значимые факторы, влияющие на накопление тяжелых металлов в почве с целью дальнейшего финансирования Научных разработок для минимизации негативных воздействий или разработки рекомендаций по ужесточению экологического законодательства.

Далее студенты сами из своей группы выбирают 10-15 человек, которые будут выступать экспертами. Возможно участие любого количества студентов в зависимости от численности группы, однако тогда достоверность метода снижается.

На следующем этапе студенты с помощью преподавателя выбирают и записывают все факторы, влияющие на возникновение того или иного вида загрязнений, факторов не стабильности экологической ситуации в регионе и т.д. При выборе факторов, которые будут рассматриваться далее, необходимо, чтобы студенты сохраняли уважение к друг другу, внимательно выслушивали предложения коллег, не навязывали своего мнения, не использовали грубых и уничтожительных высказываний не зависимо от сложившихся отношений в группе. Студенты должны вести себя как группа случайно собранных экспертов, ранее не знакомых друг с другом. Преподаватель следит, чтоб каждый участвующий студент высказывал свое мнение. Выбранные факторы (желательно не более 15) записываются, им присваивается порядковый номер. Не желательно включать в рассмотрение заранее ложный или научно не обоснованный фактор. Похожие по своей сути факторы следует объединить, по возможности, в один.

Студентами совместно с преподавателем выбирается шкала для оценки значимости факторов. Как правило, используется шкала от 1 до 10 или от 1 до 100 с определенным шагом. При этом студенты отмечают, что оценка 1 соответствует самому важному фактору, оценка 10 или 100 (или любая другая максимальная оценка) – наименее важному фактору.

На следующем этапе каждый из студентов проводит оценку всех факторов, присваивая им оценку исходя из своего мнения, знаний и опыта. Для исключения влияний чужого мнения или сложившихся отношений между студентами такая оценка проводиться каждым экспертом анонимно. Преподаватель собирает оценки и сам заполняет сводную таблицу.

Последний этап включает в себя математическую обработку результатов экспертной оценки и совместное принятие решения о дальнейших действиях.

4. Математическая обработка результатов экспертизы.

Для удобства дальнейшей обработки результатов, необходимо заполнить две таблицы. Первая-это так называемая анкета, которая включает в себя название

проблемы и список рассматриваемых факторов и имеет следующую форму:

Таблица 1

Анкета

№ фактора	Фактор, влияющий на _____ (формулировка изучаемой проблемы)	Экспертная оценка (ранги), бал
1		
2		
3		
n		

Следующая таблица 2 заполняется преподавателем на доске после того, как все студенты заполнили анкеты. Она имеет следующую форму, где $X_1 \ldots X_n$ – это соответствующие факторы из таблицы 1

Таблица 2

Результаты экспертиз

Номер эксперта	Ранги (присвоенные балы)								
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_n
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
m									
$\sum a_{ij}$									
d_j									
d_j^2									

Дальнейшая математическая обработка результатов экспертиз должна выявить, насколько мнения экспертов согласованы, и, следовательно, насколько достоверны полученные результаты. Математическая обработка проводиться по следующему алгоритму:

Сначала находим среднее ранжировочного ряда экспертов a_n и общее среднее таблицы рангов a рассчитываются по формулам 1 и 2 [2]

$$a_n = \frac{n+1}{2} \qquad (1)$$

$$a = \frac{1}{2} \cdot m \cdot (n+1) \qquad (2)$$

где n – число объектов исследования;

m – число экспертов;

Затем рассчитываем квадраты отклонений суммарных рангов от общего среднего d_j^2 и сумму квадратов отклонений S(d_j^2) по формулам 3 и 4:

$$d_j^2 = \left(\sum_{i=1}^{m} a_{ij} - a \right)^2 \qquad (3)$$

$$S\left(d_j^2\right) = \sum_{i=1}^{n} \left(\sum_{i=1}^{m} a_{ij} - a \right)^2 \qquad (4)$$

Известно, что при полном согласии мнений экспертов максимальная сумма квадратов будет равна (5)

$$S\left(d_j^2\right)_{max} = \frac{1}{12} \cdot m^2 \cdot (n^3 - n) \qquad (5)$$

Коэффициент конкордации W_p рассчитывается согласно (6)

$$W_p = \frac{S\left(d_j^2\right)}{S\left(d_j^2\right)_{max}} \qquad (6)$$

Для оценки коэффициента конкордации рассчитываем χ^2-распределение по уравнению 7.

$$\chi_p^2 = n \cdot (n-1) \cdot W_p \qquad (7)$$

Если расчетное значение χ^2-распределения меньше табличного (критического), которое зависит от числа степеней свободы f = n – 1 и уровня значимости q (для метода экспертных оценок в экологии принимается как правило равным 0,05, однако при решении заведомо

спорных проблем можно принимать равным 0,1, а при решении простых проблем – равным 0,01) то мнения экспертов принимаются согласованными. Табличное (критическое) значение χ^2-распределения находиться из приложения А.

Наиболее значимым и существенным фактором признается тот, у которого сумма $\sum a_{ij}$ наименьшая. Для удобства интерпретации и наглядности рекомендуется построить график в системе координат «$\sum a_{ij}$ (ось у)-номер фактора (ось х)» с использованием компьютерной программы Excel

5. Пример выполнения задания.

Задание. Выявить существенные факторы, влияющие на загрязненность атмосферы г. Харькове. Предложить решения для уменьшения влияния самых существенных факторов. Число факторов, принимаемых к рассмотрению – от 5 до 10, количество экспертов – не более 15. Уровень значимости q=0,05.

Решение.

Сначала заполняем анкету аналогично табл. 1. Используем шкалу от 1 до 10, при этом оценка 1 соответствует самому важному фактору, оценка 10 - наименее важному фактору. Для удобства в табл. 1 приведены результаты опроса одного эксперта. Результаты остальных представлены в табл. 2.

Таблица 1

Анкета

№ фактора	Фактор, влияющий на загрязненность атмосферы в г. Харькове (формулировка изучаемой проблемы)	Экспертная оценка (ранги), бал
1	2	3
1	Выхлопные газы от автотранспорта	1
2	Недостаточная площадь зеленых насаждений вокруг крупных предприятий	4
3	Плохие метеоусловия в течении 6 месяцев в году (дожди, туманы, мокрый снег)	2

Продолжение табл. 1

1	2	3
4	Отсутствие штрафов за использование устаревших систем очиток выхлопных газов от крупнотоннажного автотранспорта	3
5	Застройка спальных районов без учета розы ветров	9
6	Несовершенное законодательство и низкие штрафные санкции за сверхнормативные и аварийные выбросы	7
7	Отсутствие современных очистных сооружений на заводах, в т.ч. ТЭЦ	6
8	Узкие улицы и плотная застройка в центре города	8
9	Неправильный подбор видов растений для очистки воздуха	5

Таблица 2

Результаты экспертиз

№ эксперта	Ранги (присвоенные балы)								
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	4	2	3	9	7	6	8	5
2	1	3	4	6	7	5	2	9	8
3	1	9	8	7	2	6	3	5	4
4	8	2	3	1	4	5	9	6	7
5	9	5	1	8	3	7	2	6	4
6	1	4	2	7	3	5	6	8	9
7	1	3	5	2	6	7	4	9	8
8	9	2	7	6	8	3	5	4	1
9	3	7	5	6	2	8	1	4	9
10	1	9	6	5	4	3	8	7	2
11	4	5	3	2	8	1	6	7	9
12	5	6	9	8	2	3	7	4	1
13	1	7	9	3	4	5	2	8	6
14	1	8	7	2	9	3	4	5	6

Продолжение табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
15	2	3	1	4	9	5	6	8	7
$\sum a_{ij}$	48	77	72	70	80	73	71	98	86
d_j	-27	2	-3	-5	5	-2	-4	23	11
d_j^2	729	4	9	25	25	4	16	529	121

Используя формулы 1 и 2 получаем (n=9, m=15):

$$a_n = \frac{n+}{2} = \frac{9+}{2} =$$

$$a = \frac{}{2} \cdot m \cdot (n+\ ) = \frac{1}{2} \cdot 15 \cdot (9+\ ) = 5$$

Далее рассчитываем квадраты отклонений суммарных рангов от общего среднего d_j^2 и сумму квадратов отклонений S(d_j^2) по формулам 3 и 4:

Например, для первого фактора X_1 d_j^2 будет равно

$$d_j^2 = \sum a_{ij} - a^2 = 48 - 5^2 = -7^2 = 29$$

Аналогично рассчитываем для всех остальных факторов и результаты заносим в табл. 2

$$S\left(d_j^2\right) = 29 + \ + \ + 5 + 5 + \ + 6 + 29 + 21 = 462$$

Далее по формуле 5 рассчитываем $S\left(d_j^2\right)_{max}$

$$S\left(d_j^2\right)_{max} = \frac{1}{12} \cdot 15^2 \cdot (9^3 - 9) = 3500$$

Затем по формуле 6 рассчитываем коэффициент конкордации с точностью до 4х знаков после запятой

$$W_p = \frac{1462}{3500} = 0{,}1083$$

По формуле 7 рассчитываем χ^2-распределение с точностью до 3х знаков после запятой

$$\chi_p^2 = 5 \cdot (9 - 1) \cdot 0{,}1083 = 2{,}996$$

Табличное значение χ^2-распределение для числа степеней свободы f = n – 1 = 8 и уровня значимости q = 0,05 равно $\chi^2_т$=15,507 (см. приложение А).

$\chi^2_р < \chi^2_т$, т.к 12,996<15,507, следовательно можно сделать вывод о согласованности мнений среди экспертов.

Согласно данным табл. 2 наиболее значимым фактором будет фактор X_1 (т.к. $\sum a_{ij}$ у него наименьшая из всех). Для большей наглядности на бумаге вручную или с помощью приложения Excel строим график следующего вида:

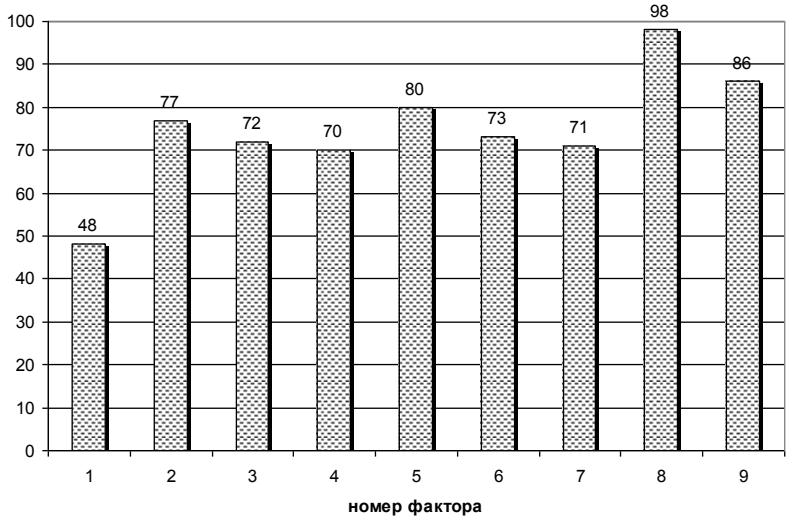

Рис. 1 – Графическое отображение результатов оценки влияния факторов на <u>загрязненность атмосферы в г. Харькове</u>
(формулировка изучаемой проблемы)

Выводы: После проведенных экспертиз можно сказать, что фактор под номером 1 (выхлопные газы от автотранспорта) оказывает наибольшее влияние на загрязнение атмосферы в г. Харькове. Следующая группа факторов – это существеннозначимые факторы под номерами 3,4,6,7 (плохие метеоусловия в течении 6 месяцев в году (дожди, туманы, мокрый снег), отсутствие штрафов за использование устаревших систем очиток выхлопных газов от крупнотоннажного автотранспорта,

низкие штрафные санкции за сверхнормативные и аварийные выбросы и отсутствие современных очистных сооружений на заводах, в т.ч. ТЭЦ соответственно). Действительно, эта группа факторов оказывает также существенное влияние на загрязнение атмосферы и изменение законодательства, например, в сторону ужесточения штрафов поможет снизить загрязненность атмосферного воздуха. Факторы 2,5, 8 и 9 относятся к наименее значимым факторам, при этом несущественным можно признать фактор №8 (узкие улицы и плотная застройка в центре города).

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Когда используют метод экспертных оценок?
2. В чем суть метода экспертных оценок?
3. Каково оптимальное число экспертов?
4. Существуют ли единые правила подготовки и проведения экспертизы?
5. Назовите три составляющие метода экспертных оценок
6. Как оценивается согласованность мнений экспертов?

Задания для выполнения.

Вариант №1. Выявить существенные факторы, влияющие на загрязненность почвы тяжелыми металлами в Харьковской области. Предложить решения для уменьшения влияния самых существенных факторов. Число факторов, принимаемых к рассмотрению не менее 8, количество экспертов – не менее 10. Уровень значимости q=0,05.

Вариант №2. Выявить существенные факторы, влияющие на качество питьевой воды в Украине. Предложить решения для уменьшения влияния самых существенных факторов. Число факторов, принимаемых к рассмотрению не менее 12, количество экспертов – не менее 18. Уровень значимости q=0,01.

Вариант №3. Выявить существенные факторы, влияющие на экологическую ситуацию крупных мегаполисов Украины. Предложить решения для уменьшения влияния самых существенных факторов. Число факторов, принимаемых к рассмотрению не менее

20, количество экспертов – не менее 18. Уровень значимости q=0,1.

Вариант №4. Выявить наиболее существенные последствия влияния работы ТЭЦ (на угле) на экологическую ситуацию города с населением 100 тыс. человек. Предложить решения для уменьшения влияния самых существенных факторов. Число факторов, принимаемых к рассмотрению не менее 10, количество экспертов – не менее 12. Уровень значимости q=0,05.

Вариант №5. Выявить существенные факторы, вызывающие глобальные изменения климата на Земле. Число факторов, принимаемых к рассмотрению не менее 25, количество экспертов – не менее 18. Уровень значимости q=0,1.

Вариант №6. Выявить наиболее существенные последствия для экологической ситуации в регионе от неправильного расположения предприятия химической промышленности относительно розы ветров и местоположения водозабора. Предложить решения для уменьшения влияния самых существенных факторов. Число факторов, принимаемых к рассмотрению не менее 25, количество экспертов – не менее 18. Уровень значимости q=0,05.

Вариант №7. Выявить существенные факторы, влияющие на уменьшения численности рыбы в Азовском море у берегов Украины. Предложить решения для уменьшения влияния самых существенных факторов. Число факторов, принимаемых к рассмотрению не менее 12, количество экспертов – не менее 10. Уровень значимости q=0,05.

Вариант №8. Выявить существенные факторы, влияющие на уменьшения площади сельскохозяйственных земель в Черниговской области. Предложить решения для уменьшения влияния самых существенных факторов. Число факторов, принимаемых к рассмотрению не менее 12, количество экспертов – не менее 10. Уровень значимости q=0,05.

Вариант №9. Выявить наиболее существенные последствия аварии на Чернобыльской АЭС для экологической ситуации в Украине. Предложить решения для уменьшения влияния самых существенных факторов.

Число факторов, принимаемых к рассмотрению не менее 18, количество экспертов – не менее 15. Уровень значимости q=0,01.

Вариант №10. Выявить существенные факторы, влияющие на загрязненность воздуха тяглыми металлами в Полтавской области. Предложить решения для уменьшения влияния самых существенных факторов. Число факторов, принимаемых к рассмотрению не менее 12, количество экспертов – не менее 15. Уровень значимости q=0,05.

Вариант №11. Выявить наиболее существенные последствия влияния работы цеха по нанесению гальванического покрытия на водные ресурсы города. Предложить решения для уменьшения влияния самых существенных факторов. Число факторов, принимаемых к рассмотрению не менее 10, количество экспертов – не менее 10. Уровень значимости q=0,05.

Вариант №12. Выявить существенные экологические факторы, вызывающие увеличение заболеваемости органов дыхательной системы у детей в возрасте до 10 лет в мегаполисе. Предложить решения для уменьшения влияния самых существенных факторов. Число факторов, принимаемых к рассмотрению не менее 20, количество экспертов – не менее 15. Уровень значимости q=0,1.

Вариант №13. Выявить существенные факторы, влияющие на уменьшение площади диких (нетронутых) лесов в Западной Украине. Предложить решения для уменьшения влияния самых существенных факторов. Число факторов, принимаемых к рассмотрению не менее 18, количество экспертов – не менее 15. Уровень значимости q=0,01.

Вариант №14. Выявить наиболее существенные последствия отсутствия в городе с населением 0,5 млн. человек экологически чистых видов транспорта (троллейбусов и трамваев) и преобладание устаревшего автобусного парка (автобусы ЛАЗ до 1995г. выпуска). Предложить решения для уменьшения влияния самых существенных факторов. Число факторов, принимаемых к рассмотрению не менее 15, количество экспертов – не менее 15. Уровень значимости q=0,01.

Вариант №15. Выявить существенные факторы, влияющие на уменьшение поголовья диких крупных млекопитающих в Украине в период с 1980 по 2000 гг. Число факторов, принимаемых к рассмотрению не менее 15, количество экспертов – не менее 15. Уровень значимости q=0,05.

Вариант №16. Выявить наиболее существенные последствия влияния на загрязненность воздуха в городе с населением 300тыс. чел преобладания узких транспортных магистралей (движение по одной машине в каждую сторону) и плотная многоэтажная застройка вдоль таких улиц без соблюдений рекомендованных размеров санитарно-защитных зон. Предложить решения для уменьшения влияния самых существенных факторов. Число факторов, принимаемых к рассмотрению не менее 15, количество экспертов – не менее 15. Уровень значимости q=0,05.

Вариант №17. Выявить существенные факторы, повлиявшие на резкое увеличение количества лиственных вредителей в 2011г. в Харьковской области. Предложить решения для уменьшения влияния самых существенных факторов. Число факторов, принимаемых к рассмотрению не менее 15, количество экспертов – не менее 15. Уровень значимости q=0,1.

Вариант №18. Выявить наиболее существенные последствия влияния работы АЭС на экологическую ситуацию мегаполиса. Предложить решения для уменьшения влияния самых существенных факторов. Число факторов, принимаемых к рассмотрению не менее 20, количество экспертов – не менее 15. Уровень значимости q=0,05.

Вариант №19. Выявить наиболее перспективные разработки, позволяющие уменьшить энергопотребление в г. Харькове. Число факторов, принимаемых к рассмотрению не менее 20, количество экспертов – не менее 15. Уровень значимости q=0,05.

Вариант №20. Выявить существенные факторы, приводящие к смене лесостепи на степь в южных регионах Украины. Число факторов, принимаемых к рассмотрению не менее 15, количество экспертов – не менее 15. Уровень значимости q=0,05.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2
Использование метода присвоения индексов для оценки экологической ситуации в регионе.

Цель занятия. Приобретение студентами умения использования метода присвоения индексов (МПИ) для оценки экологической ситуации в выбранном регионе в условиях наличии не большого объема информации. Занятие рассчитано на 6 аудиторных часов.

1. Суть метода присвоения индексов.

Метод присвоения индексов в экологии чаще всего используется, когда необходимо провести сравнительный анализ экологической ситуации либо между несколькими регионами (городами, областями, странами), либо проследить изменение экологической ситуации в течении времени. МПИ позволяет связать описательную часть с конкретной числовой оценкой. МПИ очень прост в применении, но при этом требует от студентов глубоких знаний о составляющих экологической ситуации, а также глубоких знаний о географии и социально-экономическом развитии Украины в целом и ее регионов в отдельности.

Суть МПИ заключается в следующем: каждой составляющей, которая влияет на экологическую ситуацию в регионе, присваивается свое численное значение (индекс) в зависимости от его значимости и вклада в том или ином регионе. Шкалу студенты выбирают сами, для больших и глубоких исследований рекомендуется использовать шкалу от 1 до 1000 с шагом 10, но возможны и другие шкалы с другим шагом. Затем все численные значения суммируются в каждом регионе в отдельности. Обязательным является принятие решения о том, где экологическая ситуация лучше - там где сумма больше или там где сумма индексов меньше. Например, если экологическая ситуация лучше там, где сумма индексов меньше, то такой составляющей как наличие в городе ТЭЦ можно присвоить такие индексы: если 1-3 ТЭЦ – индекс равен 100, если 3-5 ТЭЦ – то индекс равен 200, если больше 5 – то индекс равен 300.

Рассмотрение желательно включать факторы, которые улучшают или позитивно влияют на экологическую ситуацию в регионе. Это может быть наличие лесопарковых зон в центре города, количество зеленых

насаждений и т.д. При этом, если ранее оговорено что экологическая ситуация лучше там, где сумма индексов меньше, то такой составляющей присваивается индекс со знаком «минус».

При этом для определения факторов и составляющих, которые следует включать в рассмотрение, студенты должны сначала воспользоваться методом экспертных оценок для выявления действительно важных факторов, влияющих на экологическую ситуацию в регионе. Для этого используются навыки, приобретенные на практическом занятии №1.

2. **Пример выполнения задания**.

Задание А. Рассчитать обобщенный индекс экологической ситуации в г. Харькове и в г. Донецке. В рассмотрение включить климатические, социальные, географические и экономические (производственные) группы факторов. Сделать вывод о том, в каком городе экологическая ситуация лучше. Диапазон шкалы 0-100, количество факторов - не менее 15. Экологическая ситуация лучше там, где сумма индексов меньше

Решение. Все данные заносим в таблицу, приведенную в приложении Б.

Анализируя данные таблицы Б.1 (приложение Б) можно сделать вывод о том, что экологическая ситуация в целом в г. Харькове лучше, чем в Донецке, так значения обобщенного индекса в г. Харькове меньше, чем в г. Донецке (335<538). Однако следует отметить, что включенные факторы не всегда являются абсолютно правильными. Например, помимо количества предприятий той или иной области необходимо учитывать и объемы производства (валовый доход предприятий или количество произведенной продукции за год). Т.к. 1 предприятие в Донецке может выпускать намного больше продукции, чем 5 аналогичных в Харькове, тем самым нанося больший вред окружающей среде.

Задание Б. Сравнить изменение экологической ситуации в г. Харькове за последние 12 лет. Для этого рассчитать обобщенный индекс экологической ситуации. Учитывать преимущественно факторы, связанные с производством - наличие современного очистного оборудования, наличие замкнутых циклов потребления

воды, безотходность производств и т.д. Заведомо статические факторы за этот период из рассмотрения исключить. Диапазон шкалы 0-100, количество факторов - не менее 12. Экологическая ситуация лучше в тот период, где сумма индексов меньше.

Решение. Анализируя данные таблицы Б.2 (приложение Б) можно сделать вывод о том, что экологическая ситуация в г. Харькове за последние 12 лет существенно не изменилась. В 2012 г она стала несколько хуже, несмотря на единичные решения, направленные на уменьшения негативного влияния на окружающую среду. При этом в целом существенного улучшения не происходит, т.к. параллельно с улучшением, например, ситуации с модернизацией очистного оборудования, увеличивается поток автомашин.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В чем заключается суть метода присвоения индексов?
2. Когда целесообразно использовать МПИ?
3. Какие факторы включаются в рассмотрение со знаком «плюс»?
4. Какие факторы включаются в рассмотрение со знаком «минус»?
5. Каковы особенности использования МПИ при оценки экологической ситуации в период времени?

Задания для выполнения

Задание А. Рассчитать обобщенный экологический индекс в городах, соответствующих варианту. Сделать вывод о том, где ситуация лучше.

Задание Б. Сравнить экологическую ситуацию в любом из городов из задания А за последние 15 лет.

Таблица 3

Варианты заданий для выполнения практической работы №2

вар	Город 1	Город 2	Диапазон шкалы	Кол-во факторов
1	Миргород	Евпатория	0-150	25
2	Кременчуг	Энергодар	0-100	28
3	Новая Каховка	Нежин	0-250	30
4	Кривой Рог	Кировоград	0-50	30
5	Феодосия	Ромны	0-100	25
6	Гадяч	Яготин	0-250	30
7	Смела	Токмак	0-100	30
8	Прилуки	Конотоп	0-150	30
9	Умань	Бердянск	0-100	25
10	Мелитополь	Шостка	0-200	35
11	Ялта	Никополь	0-50	40
12	Краматорск	Коростень	0-100	28
13	Золотоноша	Гадяч	0-150	30
14	Фастов	Артемовск	0-100	25
15	Новомосковск	Канев	0-30	35
16	Симферополь	Севастополь	0-100	40
17	Трускавец	Ялта	0-50	35
18	Шкло	Владимир-Волынский	0-250	25
19	Измаил	Камень-Каширский	0-100	25
20	Татарбунары	Красноперекопск	0-150	28
21	Рубежное	Калуш	0-30	30
22	Ильичевск	Скадовск	0-100	35
23	Джанкой	Павлоград	0-200	32
24	Старый Крым	Шостка	0-50	20
25	Конотоп	Алушта	0-25	25
26	Лисичанск	Городня	0-100	20
27	Шепетовка	Бердичев	0-150	30
28	Жмеринка	Лубны	0-300	28
29	Горловка	Желтые Воды	0-100	30
30	Макеевка	Александрия	0-25	25
34	Днепродзержинск	Богуслав	0-150	20
32	Торез	Яготин	0-100	30
33	Амвросиевка	Могилев - Подольский	0-500	25
34	Чугуев	Рогатин	0-750	28
35	Змиев	Дрогобыч	0-600	32

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Буляница А.Л. Методы статистической обработки экологической информации: дискриминантный, корреляционный и регриссионный анализ [Текст] : уч. пособие / А.Л. Буляница, В.Е. Курочкин, И.С. Кноп. – СПб.: ГУАП, РАН. Ин-т аналитич. приб-я, 2005. – 48с. – Библиогр.: с. 34. – 100 экз.

2. Вараксин А.Н. Статистические модели с коррелированными предикторами в экологии и медицине / А.Н. Вараксин, В.Г. Панов, Ю.И. Казмер. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2011. – 92с. – Библиогр.: с. 84 – 89. – 250 экз. – ISBN 978-5-7996-0626-8.

3. Новоселов А.Л. Модели и методы принятий решений в природопользовании [Текст] : уч. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Менеджмент организации» / А.Л. Новоселов, И.Ю. Новоселова. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2010. – 383с. – Библиогр.: с.378 – 380. – 150экз. – ISBN 978-5-238-01808-9.

Приложение А

Табличные (критические) значения критерия χ^2

Число степеней свободы f	Уровень значимости q			
	0,10	**0,05**	**0,01**	**0,001**
1	2,706	3,842	6,635	10,829
2	4,605	5,992	9,211	13,817
3	6,251	7,815	11,346	16,269
4	7,779	9,488	13,278	18,470
5	9,236	11,071	15,088	20,519
6	10,645	12,593	16,814	22,462
7	12,017	14,068	18,478	24,327
8	13,362	15,509	20,093	26,130
9	14,684	16,921	21,669	27,883
10	15,987	18,309	23,213	29,594
11	17,275	19,677	24,729	31,271
12	18,549	21,028	26,221	32,917
13	19,812	22,365	27,693	34,536
14	21,064	23,688	29,146	36,132
15	22,307	24,999	30,583	37,706
16	23,542	26,299	32,006	39,262
17	24,769	27,591	33,415	40,801
18	25,989	28,873	34,812	42,323
19	27,204	30,147	36,198	43,832
20	28,412	31,415	37,574	45,327
21	29,615	32,675	38,940	46,810
22	30,813	33,929	40,298	48,281
23	32,007	35,177	41,647	49,742
24	33,196	36,420	42,989	51,194
25	34,382	37,658	44,324	52,635

Приложение Б

Таблица Б.1

Расчет обобщенного индекса экологической ситуации в городах Харькове и Донецке

Наименование фактора	Значение фактора в зависимости от его веса и влияния	Значение фактора для города	
		Харьков	Донецк
1	2	3	4
1. Количество месяцев в году с неблагоприятными метеоусловиями - менее 2х - 2 – 5 - более 5ти	 10 20 30	20	30
2. Наличие существенных перепад высот в городе - менее 10 точек - более 10 точек	 10 20	10	20
3. Наличие шахт по добыче угля - менее 5 - 5- 10 - более 10	 25 35 50	0	35
4. Наличие ГОК - менее 2 - 2- 5 - более 5	 50 75 100	0	50
5. Наличие предприятий металлургического комплекса - менее 2 - 2- 4 - более 4	 40 50 60	0	50

Продолжение табл Б.1

1	2	3	4
5. Наличие предприятий химической промышленности (в т.ч. по выпуску удобрений и ядохимикатов для сельского хозяйства) - менее 2 - 2- 4 - более 4	 55 65 75	75	75
6. Наличие в целом экологически опасных предприятий -менее 10 - 10-20 -более 20	 40 50 60	60	50
7. Общая площадь зеленых насаждений в черте города, в т.ч парков. Природоохранных территорий - менее 10 га - 10-50 га - более 50 га	 -40 -50 -60	-50	-40
8. Преимущественный тип центральных автомагистралей города (учитывается количество машин, двигающихся в одну сторону) - двухполосные - трехполосные - четырехполосные	 10 20 30	20	20
9. Преимущественный тип застройки спальных районов - частный сектор с вкраплением 5-ти этажных домов - 5-ти этажные дома с некоторым количеством 9-ти и 16-ти этажных моноблочных домов - 9-ти и 16-ти этажные моноблочные дома	 20 30 40	40	30
10. Наличие аэропортов - 1 - более 1	 50 75	50	50

Продолжение табл. Б.1

1	2	3	4
11. Наличие крупных железнодорожных грузовых узлов в черте города - 1 - более 1	 50 75	50	75
12. Преимущественный метод очистки сточных (канализационных) вод - механический - химический - биологический - биологический с доочисткой	 60 50 40 30	30	40
13. Состояние складов и мест хранения веществ I класса опасности (преимущественно) - старые заброшенные постройки, не охраняемые - старые постройки до 1990г, охраняемые, емкости проржавели - помещения в удовлетворительном состоянии, емкости отремонтированы	 100 90 80	90	80
14. Преимущественный тип общественного транспорта - метро, трамвай, троллейбус, автобус поровну - преобладание автобусов	 30 50	30	50
15. Наличие общественных экологических организаций, в т.ч. филиалов международных - несколько не активных - до 5 крупных, проводящих крупномасштабные акции 2-3 раза в год - более 5, проводящих различные акции постоянно, участвующие в экологическом воспитании школьников	 -20 -50 -90	-90	-50
Итого суммарный обобщенный индекс		**335**	**538**

Таблица Б.2

Расчет изменений обобщенного индекса экологической ситуации в городе Харькове

Наименование фактора	Значение фактора в зависимости от его веса и влияния	Значение фактора на период	
		01.01.2000	31.12.2012
1	2	3	4
1. Общее число предприятий с валовым доходом более 1 млн грн в год - до 50 - 50 – 100 - более 100	 10 20 30	20	30
2. Количество предприятий, вложивших в реконструкцию очистных сооружений более 100тыс грн за 1 год - до 20 - 20 – 40 - более 40	 -10 -20 -30	-10	-30
3. Количество легковых автомобилей - - -	 40 50 60	40	60
4. Количество предприятий с замкнутым циклом потребления воды - до 10 - 10-20 - более 20	 -30 -40 -50	-30	-50
5. Количество предприятий, использующих альтернативные источники энергии - до 10 - 10-20 - более 20	 -10 -20 -30	-10	-20

Продолжение табл. Б.2

1	2	3	4
6. Строительство новых домов за 1 год - до 10 домов -10-20 - более 20	 20 30 40	20	30
7. Ситуация с пробками на дорогах - единичные заторы в час пик - пробки на дорогах утром и вечером ежедневно только в центральных частях города - постоянные пробки по всем направлениям	 40 50 60	40	50
8. Наличие работающих предприятий химической отрасли, в т.ч. мусоросжигающих заводов - менее 3 - 3-5 - 5 - 8	 70 80 90	70	90
9. Ситуация с ТБО - строительство новых полигонов - наличие первичной сортировки мусора - строительство мусороперерабатывающих заводов	 -10 -20 -30	-20	-20
10. Состояние складов и мест хранения веществ I класса опасности (преимущественно) - старые заброшенные постройки, не охраняемые - старые постройки до 1990г, охраняемые, емкости проржавели - помещения в удовлетворительном состоянии, емкости отремонтированы	 100 90 80	80	100
11. Число школ, где проводятся уроки по экологическим проблемам во всех классах - до 25 - 25 – 50 - более 50	 -10 -20 -30	-10	-20
12. Среднее число аварий, повлекших за собой выброс опасных веществ воздух или воду - 1 в год - 2- 3 в год - более 3 в год	 25 35 45	35	45
Итого суммарный обобщенный индекс		**285**	**265**

СОДЕРЖАНИЕ

Практическое занятие №1	
Метод ранговой корреляции для выявления наиболее значимых факторов, формирующих экологическое состояние региона	4
Практическое занятие №2	
Использование метода присвоения индексов для оценки экологической ситуации в регионе	17
Список литературы	21
Приложения:	
Приложение А	22
Приложение Б	23