БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра географической экологии

Н. В. ГАГИНА

МЕТОДЫ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Практикум
для студентов географического факультета
специальности 1-33 01 02 «Геоэкология»

МИНСК
2016

УДК 502.1:55(075.8)(076.5)
ББК 20.1в.я73
Г12

Утверждено на заседании
учебно-методической комиссии
географического факультета
16 февраля 2016 г., протокол № 6

Р е ц е н з е н т
кандидат географических наук,
доцент *Н. В. Ковальчик*

Гагина, Н. В.

Г12 Методы геоэкологических исследований : практикум для студентов геогр. фак. спец. 1-33 01 02 «Геоэкология» / Н. В. Гагина. – Минск : БГУ, 2016. – 47 с.

Практикум разработан в соответствии с программой дисциплины «Методы геоэкологических исследований» и содержит методы, методику и приемы выполнения геоэкологических исследований природных и природно-хозяйственных геосистем. Включает задания лабораторных и практических работ.

Предназначено для студентов географического факультета специальности 1- 33 01 02 «Геоэкология».

УДК 502.1:55(075.8)(076.5)
ББК 20.1в.я73

© БГУ, 2016

ВВЕДЕНИЕ

Учебная дисциплина «Методы геоэкологических исследований» дает теоретические знания и практические навыки в области организации исследований, применения современных общенаучных и частных методов физической и социально-экономической географии для решения вопросов рационального природопользования, устойчивого развития общества и оптимизации его взаимодействия с окружающей средой. В дисциплине последовательно изучается организация научных исследований, система методов геоэкологических исследований, особенности методов изучения пространственной структуры, функционирования, динамики и эволюции природных, природно-антропогенных, социально-экономических геосистем, комплексной геоэкологической оценки окружающей среды.

При разработке практикума ставилась задача подготовки студентов к самостоятельной научно-исследовательской работе путем формирования практических умений и навыков грамотного применения методов и приемов научных исследований.

Практикум разработан в соответствии с требованиями нового образовательного стандарта специальности 1-33 01 02 «Геоэкология», темы и задания практикума соответствуют 4 разделам курса: 1. Основы организации геоэкологических исследований. 2. Физико-географические методы в геоэкологических исследованиях. 3. Методы и организация исследований социально-экономических геосистем. 4. Комплексные геоэкологические исследования и оценка окружающей среды.

Задания лабораторных и практических работ включают: 1) цель и форму проведения занятия; 2) основные положения, раскрывающие теоретические основы темы занятия; 3) необходимые для выполнения задания материалы и оборудование; 4) требования к последовательности выполнения задания; 5) необходимые методические пояснения с подробным изложением основных приемов выполнения задания, включая примеры выполнения отдельных элементов; 6) основные источники информации.

Пособие предназначено для студентов II курса географического факультета специальности «Геоэкология» дневной и заочной форм обучения.

1. ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

ТЕМА. Система методов геоэкологических исследований

Задание 1.1. Сравнительная характеристика методов исследований природных и социально-экономических геосистем

Цель занятия: Сформировать навыки анализа методической части исследования, представленной в научной публикации.

Форма проведения: Практическая работа (2 часа).

Основные положения: Важной составляющей в подготовке специалиста-геоэколога является получение знаний о назначении, содержании методов, возможностей и ограничений в их применении. К обязательным элементам научно-исследовательской работы относятся и публикации, при подготовке которых должны быть соблюдены определенные требования по логической последовательности изложения материала. Публикация начинается с обоснования актуальности темы исследования, далее излагается методика, в которой отражены этапы работы, основные использованные методы и приемы. Только после этого приводятся для обсуждения полученные результаты, завершается публикация выводами и списком использованные источников.

Последовательность выполнения задания:

1. Изучить научную статью в периодической печати.
2. Изложить методическую часть исследования.
3. Сформулировать основные результаты исследования.

Методические пояснения к выполнению задания: рекомендуется использовать статьи геоэкологической тематики, опубликованные в Вестнике БГУ.

Основные источники информации:

Витченко А.Н. Геоэкология – научное направление и учебная дисциплина // Вестн. Белорус. Ун-та. Сер.2. 2001. №3.

Гагина Н.В., Федорцова Т.А. Методы геоэкологических исследований: учебное пособие для студентов спец. «Геоэкология». Минск: БГУ, 2002. 97 с.

2. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

ТЕМА. Методы исследований строения геосистем

Задание 2.1. Изучение строения природных геосистем методом комплексного физико-географического профилирования

Цель занятия: Сформировать умение выявлять вертикальные и горизонтальные связи в строении природных геосистем.

Форма проведения: Лабораторная работа (6 часов).

Основные положения: Одним из основных методов изучения геосистем является комплексное физико-географическое профилирование. Профиль учитывает все разнообразие геоморфологического строения, почвенного и растительного покрова территории. Метод позволяет выявить и графически изобразить сопряженное изменение строения природно-территориальных комплексов (ПТК) по заданной линии исследований, определить приуроченность ландшафтов и составляющих их ПТК к формам рельефа, почвам, четвертичным отложениям, условиям увлажнения, растительности.

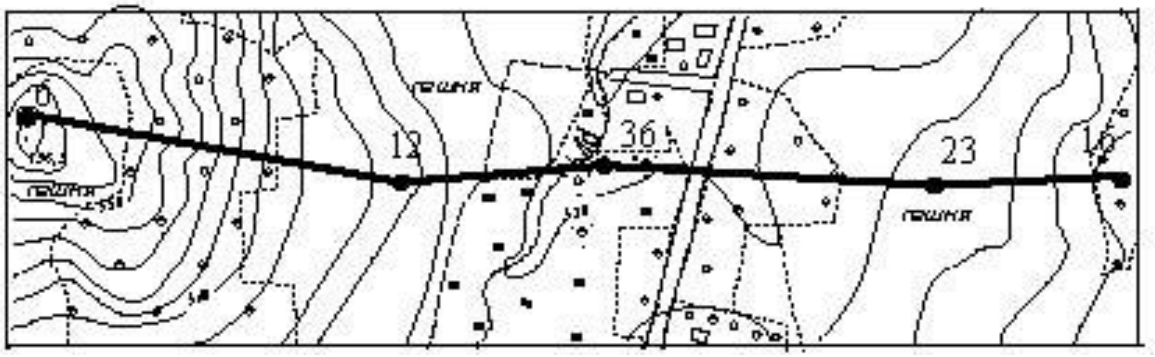
В масштабе 1:5000 на профиле выделяют ПТК в ранге урочищ, которые состоят из генетически, динамически и территориально связанных между собой фаций, занимающих обычно целиком всю мезоформу рельефа. Основным критерием выделения границ урочища служит мезоформа рельефа, а в названии ПТК указывается генезис, мезоформа, особенности почвенно-растительного покрова.

Материалы и оборудование: каждый студент получает участок учебной топографической карты масштаба 1:5000 с нанесенной линией профиля и номерами точек наблюдений (рис.2.1), описание почв приведено в табл. 2.1.

Последовательность выполнения задания:

1. Построить гипсометрическую кривую по линии профиля.
2. Показать распределение почв, пород, видов земель.
3. Выделить границы урочищ и составить их названия.
4. Оформить легенду профиля.

5. Сделать выводы об особенностях размещения ПТК.



Масштаб 1 : 5000

Рис. 2.1. Участок с линией профиля и точками наблюдений

Таблица 2.1

Описание почв на точках наблюдения

№ точек	Название почвенных разновидностей
1-2	Дерново-подзолистые суглинистые почвы на водно-ледниковых суглинках, подстилаемых водно-ледниковыми песками с глубины 0,5 м.
3-4	Дерново-подзолистые супесчаные почвы на моренных супесях, подстилаемых моренными суглинками с глубины 0,6-0,9 м.
5-6	Дерново-подзолистые супесчаные почвы на моренных супесях, подстилаемых моренными песками с глубины 0,3-0,5 м.
7-8	Дерново-подзолистые супесчаные почвы на водно-ледниковых супесях, подстилаемых моренными суглинками с глубины 0,4-0,8 м
9-10	Дерново-подзолистые супесчаные почвы на мощных водно-ледниковых супесях
11-12	Дерново-подзолистые супесчаные почвы на водно-ледниковых супесях, подстилаемых водно-ледниковыми песками с глубины 0,2-0,4 м.
13-14	Дерново-подзолистые песчаные почвы на водно-ледниковых связных песках, сменяемых рыхлыми песками с глубины 0,2-0,4 м.
15-16	Дерново-подзолистые песчаные почвы на водно-ледниковых песках, подстилаемых древнеаллювиальными песками с глубины 0,4 м.
17-18	Дерново-подзолистые временно избыточно увлажненные супесчаные почвы на водно-ледниковых супесях, подстилаемых песками с глубины 0,2-0,4 м.
19-20	Дерново-подзолистые глееватые суглинистые почвы на моренных суглинках, подстилаемых моренными песками с глубины 0,3-0,5 м.

Окончание табл. 2.1

№ точек	Название почвенных разновидностей
21-22	Дерново-подзолистые глееватые суглинистые почвы на водно-ледниковых суглинках, подстилаемых водно-ледниковыми супесями с глубины 0,4 м.
23-24	Дерново-подзолистые глееватые супесчаные почвы на водно-ледниковых супесях, подстилаемых озерно-ледниковыми песками с глубины 0,2-0,4 м.
25-26	Дерново-подзолистые глееватые песчаные почвы на мощных водно-ледниковых песках
27-28	Дерновые глеевые суглинистые почвы на моренных суглинках, подстилаемых моренными песками с глубины 0,2−0,4 м.
29-30	Дерновые глеевые суглинистые почвы на озерно-ледниковых суглинках, подстилаемых озерно-ледниковыми песками с глубины 0,4-0,6 м.
31-32	Дерновые глеевые супесчаные почвы на водно-ледниковых супесях, подстилаемых водно-ледниковыми песками с глубины 0,4-0,6 м.
33-34	Торфянисто-глеевые низинные почвы на древесно-осоковых торфах, постилаемые озерно-ледниковыми песками с глубины 0,2-0,3 м.
35–36	Торфяно-глеевые низинные почвы на древесно-осоковых торфах, подстилаемые озерно-аллювиальными песками с глубины 0,3-0,5 м
37-38	Торфяно-болотные низинные маломощные почвы на осоково-тростниковых торфах мощностью 0,5-1,0 м, подстилаемые озерно-аллювиальными песками
39-40	Торфяно-болотные низинные среднемощные почвы на осоково-тростниковых торфах мощностью 1,0-2,0 м.
41-42	Аллювиальные дерновые глееватые супесчаные почвы на супесчаном аллювии, сменяемом песчаным аллювием с глубины 0,4-0,6 м.
43-44	Аллювиальные дерновые глеевые суглинистые почвы на мощном легкосуглинистом аллювии
45-46	Аллювиальные торфянисто-глеевые почвы на разнотравно-осоковых торфах, подстилаемых аллювиальными песками с глубины 0,2-0,3 м.
47-48	Аллювиальные торфяные маломощные почвы на осоково-тростниковых торфах мощностью 0,5-1,0 м, подстилаемых аллювиальными супесями
49-50	Комплекс намытых и нарушенных почв овражно-балочной сети

Методические пояснения к выполнению задания: Гипсометрический профиль строят в прямоугольной системе координат на миллиметровой бумаге формата А3. По

вертикальной оси откладывают значения отметок горизонталей, которые пересекает линия профиля, а по горизонтальной оси − расстояние между горизонталями. Горизонтальный масштаб профиля соответствует масштабу карты 1 : 5 000, вертикальный принят равным сечению горизонталей и составляет 1 : 200. На гипсометрическую кривую наносятся точки наблюдения и ставятся их номера.

После построения гипсометрической линии наносится распределение почв. Для этого, отступив от гипсометрической кривой 10 мм, вычерчивается параллельная ей линия и информация о распределении почв наносится на полученную полосу. Из таблицы выписываются и анализируются почвы по точкам наблюдения.

Для дерново-подзолистых почв выбранный цвет зависит от гранулометрического состава почвообразующей породы верхних горизонтов: песок – желтый, супесь − оранжевый, суглинок − розовый, глина − буро-красный. Дерновые заболоченные почвы показываются серо-зелеными или коричневато-зелеными цветами. Степень заболоченности показывается синей штриховкой: временно избыточно увлажняемые почвы обозначаются вертикальной прерывистой штриховкой, глееватые − горизонтальной прерывистой, глеевые − горизонтальной сплошной. Торфяно-болотные почвы низинного типа выделяют голубым цветом, переходного типа − синим, верхового − фиолетовым. Аллювиальные дерновые закрашивают различными оттенками зеленого цвета, аллювиальные торфяно-болотные − голубого.

Далее на профиле показывается распределение грунтов в виде полосы шириной 15 мм, нижняя граница показывается пунктиром. Из таблицы определяются типы четвертичных отложений, на которых формируются почвы (на моренных суглинках, на водно-ледниковых песках).

Пески показываются ареалом точек, супеси − сочетанием косой прерывистой штриховки и прерывистой с точками, суглинки − сплошной косой штриховкой, глины − сплошной горизонтальной, торф – ареалом букв т. *Генетический тип отложений показывается с использованием буквенных индексов: моренные − g, водно-ледниковые − fg, озерно-ледниковые − lg , аллювиальные − a, древнеаллювиальные – a_1, озерные −l , болотные −b , эоловые −v, делювиальные – d.*

Над гипсометрической линией профиля показываются виды земель: лесные, луговые, под болотами, пахотные. Условные знаки выбираются соответственно обозначениям крупномасштабных топографических карт, пашня может обозначаться значком ~.

На следующем этапе работ выделяются урочища и составляются их названия, в котором отражается мезоформа и ее генезис, характер почвенно-растительного покрова.

Пример. На профиле рис. 1.1. выделяются урочища:

т. 6. − крупного моренного холма с дерново-подзолистыми супесчаными почвами, лесами, пашней.

т. 12. − пологоволнистой водно-ледниковой равнины с дерново-подзолистыми супесчаными почвами, пашней.

т. 36 − плоской озерно-аллювиальной низины с торфяно-глеевыми низинными почвами, заболоченными лугами.

т. 23 − пологоволнистой озерно-ледниковой равнины с дерново-подзолистыми глееватыми супесчаными почвами, *пашней.*

Отступив от линии распределения почвообразующих пород 20 мм, наносится горизонтальная полоса шириной 10 мм, на которой цветом показываются урочища.

Моренные холмы обозначаются оттенками сиреневого цвета, камовые − фиолетового, моренные равнины − коричневого, водно-ледниковые − желтого, озерно-ледниковые − сине-зеленого, поймы − зеленого, террасы − салатового, ложбины стока − серого.

При оформлении работы условные обозначения даются с правой стороны, подпись рисунка − под профилем. В легенде сначала указываются литология и генезис отложений, затем приводятся условные обозначения и названия почв, видов земель, после чего даются условные обозначения урочищ и их полные названия.

Основные источники информации:

Гагина Н.В., Федорцова Т.А. Методы геоэкологических исследований: учебное пособие для студентов спец. «Геоэкология». Минск: БГУ, 2002. 97 с.

Учебная ландшафтно-экологическая практика: учебно-методическое пособие для студентов спец. «Геоэкология» / В. А. Бакарасов, Н. В. Гагина. Минск: БГУ, 2010. 48 с.

Клицунова Н.К., Федорцова Т.А., Решетникова А.Н. Методы географических исследований: практикум. Минск: БГУ, 2008. 73 с.

ТЕМА. Методы оценки антропогенной трансформации геосистем

Задание 2.2. Оценка антропогенной трансформации геосистем на основе эколого-хозяйственного баланса земель

Цель занятия: Выработать навыки геоэкологического анализа структуры земель.

Форма проведения: Лабораторная работа (4 часа).

Основные положения Антропогенное воздействие рассматривают через различные формы, масштаб и интенсивность влияния деятельности человека на природу. В основу методики оценки эколого-хозяйственного баланса земель, разработанную Б.И. Кочуровым, положено представление о ранжировании земель на 4 типа по характеру и степени антропогенного воздействия и связанных с ними экологических проблем. С застроенными землями, занятыми населенными пунктами, транспортом, гидротехническими сооружениями, связано разрушение локальных природных геосистем, загрязнение атмосферы, вод, почв. Для возделываемых земель − пахотных, осушаемых и орошаемых, характерны деградация и истощение земельных ресурсов. Экологические проблемы земель, используемых в естественном состоянии (в лесном и охотничье-промысловом хозяйстве), связаны с истощением и деградацией биоты.

Детальное изучение характера антропогенного воздействия позволило ранжировать земли от очень низкой до высшей степени преобразованности. Прием расчета заключается в умножении площади каждого вида земель на соответствующий весовой коэффициент. Эколого-сбалансированное соотношение сильно и слабо преобразованных земель определяется путем расчета коэффициентов абсолютной и относительной напряженности и естественной защищенности. Методика разработана для региональных исследований, где территориальными единицами

выступают административные районы, но может быть адаптирована для изучения трансформации ландшафтов.

Материалы и оборудование: студенты получают задание определить антропогенную преобразованность территории одного из физико-географических округов Беларуси. Для этого нужно использовать данные о группировке земель по степени антропогенной преобразованности (табл. 2.2), перечень ключевых районов (табл. 2.3) и площади их земель (табл. 2.4).

Таблица 2.2

Группировка земель по степени преобразованности

Степень преобразованности	Группы земель	Значения коэффициентов	
		ki	*pi*
высшая	под дорогами, постройками, нарушенные	6	0,0
очень высокая	орошаемые и осушаемые пахотные,	5	0,0
высокая	пахотные	4	0,4
средняя	под постоянными культурами	3	0,6
низкая	луговые, лесов, под водой, залежные	2	0,8
очень низкая	под болотами	1	1,0

Таблица 2.3

Ключевые административные районы в границах физико-географического районирования
(в европейской десятичной системе районирования)

Единицы физико-географического районирования		Ключевые административные районы
Провинция	Округ	
Белорусская Поозерская	Витебское Поозерье	Витебский, Лиозненский, Городокский
	Браславское Поозерье	Браславский
	Нарочано-Ушачское Поозерье	Чашникский, Ушачский, Мядельский
	Подвинье	Шарковщинский, Шумилиский, Бешенковичский
Западно-Белорусская	Центральный округ Белорусской гряды	Минский, Логойский, Вилейский
	Понеманье	Вороновский, Лидский, Мостовский
	Юго-западный округ Белорусской гряды	Волковысский, Слонимский, Несвижский
Предполесская	Западное Предполесье	Пружанский, Слуцкий
	Восточное Предполесье	Червенский, Березинский, Чечерский, Узденский
Полесская	Брестское Полесье	Брестский, Малоритский,
	Припятское Полесье	Пинский, Лунинецкий, Столинский
	Мозырское Полесье	Мозырский, Ельский, Лельчицкий
	Гомельское Полесье	Гомельский,Октябрьский,
Восточно-Белорусская	Поднепровье	Горецкий, Могилевский

Таблица 2.4

Площадь земель ключевых районов, тыс.га

Район	Па-хот-ных	За-леж-ных	Под пост. культу рами	Луго-вых	Лесны х ГЛФ	С кус-тар-ника-ми	Под бо-ло-тами	Под вод-ными объе к-тами	Под дор о-гам и	Под ули-цами , площ а-дями	Под застр ойко й	Нару-шен-ных
Брестский	45,46	1,07	3,60	22,54	53,56	8,86	4,00	3,68	4,57	1,20	3,15	0,16
Лунинецкий	46,05	2,74	1,28	40,83	116,04	4,01	33,23	6,53	5,19	1,65	3,99	0,54
Малоритский	25,76	3,30	0,40	27,61	64,00	1,71	2,67	3,65	2,65	0,64	1,97	0,11
Пинский	67,66	1,73	1,20	67,06	98,76	4,85	50,02	11,31	5,95	3,11	5,11	0,04
Пружанский	80,23	2,79	1,38	45,79	123,43	3,53	7,54	4,00	5,42	0,87	3,78	0,05
Столинский	45,00	2,47	1,24	64,00	125,82	5,21	70,24	6,83	3,94	1,15	3,23	0,09
Бешенковичский	30,87	0,00	0,37	29,25	32,51	10,27	12,46	4,11	1,37	0,68	1,37	0,00
Браславский	47,51	0,00	0,61	47,13	72,76	8,28	17,79	22,78	3,31	0,56	2,10	0,00
Витебский	65,68	0,00	2,57	45,30	106,98	20,68	9,11	5,46	4,41	1,09	3,36	0,00
Городокский	37,79	0,00	0,47	42,79	164,28	23,73	11,19	11,45	3,26	0,73	1,84	0,00
Лиозненский	34,78	0,00	0,46	24,34	62,83	7,65	3,71	1,62	1,56	0,54	1,50	0,00
Ушачский	21,69	0,00	0,57	27,86	67,010	8,74	9,20	9,08	2,01	0,50	1,00	0,00
Чашникский	36,55	0,00	0,57	34,21	45,16	9,26	6,17	8,37	1,87	2,25	1,42	0,04
Шарковщинский	42,85	0,00	0,85	25,98	30,36	3,06	7,79	2,28	1,72	0,47	1,50	0,00
Шумилинский	37,57	0,00	0,29	20,78	70,80	16,23	13,30	4,06	2,26	0,74	1,49	0,00
Гомельский	54,69	0,00	1,05	33,24	74,84	5,02	4,48	4,90	4,40	2,12	5,65	0,00
Ельский	23,07	0,00	0,29	18,91	77,91	1,35	6,03	1,65	2,56	0,31	1,63	0,00

Окончание табл. 2.4

Район	Пахотных	Залежных	Под пост. культурами	Луговых	Лесных ГЛФ	С кустарниками	Под болотами	Под водными объектами	Под дорогами	Под улицами, площадями	Под застройкой	Нарушенных
Лельчицкий	25,38	0,00	0,55	20,82	221,70	1,44	36,84	2,71	5,32	0,91	1,45	0,00
Мозырский	26,31	0,00	0,72	15,86	86,55	4,56	4,67	3,90	2,68	0,95	3,32	0,00
Октябрьский	27,98	0,00	0,23	17,63	79,75	0,59	3,55	1,64	2,08	0,71	1,40	0,00
Чечерский	26,21	0,00	0,52	15,88	61,07	1,54	2,79	1,66	1,83	0,72	1,22	0,00
Волковысский	61,12	0,00	0,49	11,91	28,31	1,23	3,48	1,44	2,56	1,25	3,12	0,00
Вороновский	52,79	0,00	0,70	31,43	39,22	1,71	3,69	1,84	2,45	0,87	2,12	0,00
Лидский	52,81	0,00	1,83	32,28	43,69	1,95	5,70	3,21	2,86	3,02	2,69	0,44
Мостовский	40,51	0,00	0,55	23,47	48,60	2,06	2,93	3,44	2,23	0,32	2,44	0,00
Слонимский	54,93	0,00	0,63	19,93	54,47	1,39	4,19	1,29	2,44	0,50	2,74	0,00
Березинский	48,19	0,00	0,71	24,38	102,23	1,93	4,19	2,77	2,96	0,70	1,88	0,05
Вилейский	63,18	0,00	1,44	35,63	100,81	5,39	8,77	11,11	4,76	0,80	3,10	0,02
Логойский	61,66	0,00	0,78	26,13	124,02	6,72	2,16	2,10	3,74	1,34	2,21	0,45
Минский	81,52	0,00	4,37	20,44	55,35	6,61	1,36	5,98	6,36	5,55	7,15	0,21
Мядельский	37,09	0,00	0,63	34,45	82,00	7,62	9,45	16,66	3,21	1,12	1,76	0,03
Несвижский	52,93	0,00	0,63	13,60	9,96	0,79	0,57	1,34	1,79	0,66	2,60	0,04
Узденский	40,51	0,00	0,62	18,04	48,75	0,91	0,42	1,90	3,35	0,70	0,84	0,11
Червенский	58,87	0,00	0,99	20,96	67,78	0,96	1,82	3,49	2,87	0,66	2,12	0,02
Горецкий	65,24	0,03	0,76	25,57	21,90	1,48	5,23	1,43	2,18	0,73	2,43	0,00
Могилевский	75,77	0,34	1,86	36,81	53,06	3,21	3,24	2,53	3,75	1,79	4,18	0,00

Последовательность выполнения задания:

1. Построить диаграммы структуры земель по каждому ключевому району, входящему в физико-географический округ.

2. Для каждого района рассчитать коэффициенты абсолютной и относительной напряженности эколого-хозяйственного состояния земель, естественной защищенности территории.

3. Сравнить полученные результаты и сделать выводы об особенностях антропогенной трансформации территории районов.

Методические пояснения к выполнению задания: На первом этапе выполнения задания нужно рассчитать процентное соотношение всех видов земель в каждом ключевом районе. Полученные данные заносят в таблицу 2.5.

Таблица 2.5

Структура земель ключевого района

Вид земель	Площадь	
	тыс. га	%
Пашня	…	…
Залежные	…	…
…	…	…
Всего:	…	100

После заполнения таблицы, строится круговая диаграмма, на которой доли площади разных видов земель показываются в порядке их убывания (рис. 2.2).

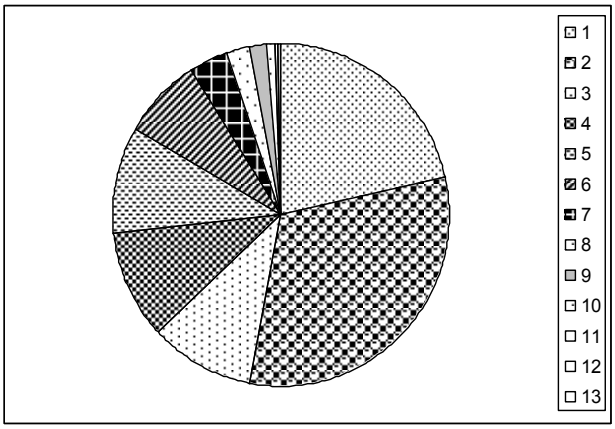


Рис. 2.2. Образец построения диаграммы структуры земель ключевого района

Для расчета коэффициентов абсолютной и относительной напряженности эколого-хозяйственного состояния земель проводят их группировку по одинаковой степени антропогенной преобразованности. Затем суммируют площади каждой группы и данные заносят в таблице 2.6.

Таблица 2.6

Группировка угодий ключевого района по степени антропогенной преобразованности

Степень антропогенной преобразованности	Группа земель	Общая площадь, тыс. га	Значения коэффициентов	
			ki	*pi*
высшая	нарушенные земли, под дорогами, …	…	6	0,0
…	…	…	…	…

Полученные суммарные площади умножают на соответствующие весовые коэффициенты, согласно формулам расчета. Каждой выделенной степени преобразованности присваивают свои весовые коэффициенты *(ki)* и *(pi).* Чем выше степень преобразованности, тем больше значение весового коэффициента преобразованности (*ki)* и меньше − защищенности (*pi).*

Коэффициент абсолютной напряженности эколого-хозяйственного состояния земель (Ка) показывает отношение площади всех максимально преобразованных земель к наименее преобразованным по формуле*:*

$$Ka = \frac{Si \cdot k6}{Si \cdot k1}, \qquad (2.1)$$

где *Si* – площадь соответствующей i –ой группы земель, *k6 ,k1* – весовые коэффициенты.

Коэффициент относительной напряженности эколого-хозяйственного состояния земель (Ко) отражает среднюю преобразованность территории, так как учитывает соотношение всех видов земель в районе и рассчитывается по формуле

$$Ko = \frac{(Si \cdot k6) + (Si \cdot k5) + (Si \cdot k4)}{(Si \cdot k1) + (Si \cdot k2) + (Si \cdot k3)}, \qquad (2.2)$$

где *Si* – площадь i –ой группы земель, *k6 … k1* – соответствующие весовые коэффициенты.

Для расчета естественной защищенности территории учитывается наличие всех земель, выполняющих средостабилизирующие функции. При расчете коэффициента естественной защищенности (Ке) значения весовых коэффициентов *(pi)* обратны значениям (*ki*).

Коэффициент (Ке) рассчитывается по формуле:

$$Ke = \frac{(Si \cdot p1{,}0) + (Si \cdot p0{,}8) + (Si \cdot p0{,}6) + (Si \cdot p0{,}4)}{Sn}, \qquad (2.3)$$

где *Si* – площадь i –ой группы земель , *p1,0…p0,4* – соответствующие весовые коэффициенты; *Sn* – площадь территории.

Пример. Площадь района 100 км^2, площадь сельскохозяйственных земель – 75 км^2 (из них пашни − 45 км^2 , сенокосов и пастбищ − 20 км^2), лесов − 15 км^2, болот − 5 км^2, земель под хозяйственными постройками и населенными пунктами − 5 км^2.

K_a = ((5·6)+(45·4)) : ((35·2)+(5·1) = 2,8

$K_{ез}$ = ((5·1)+(35·0,8) + (45·0,4) : 100) = 0,51

Основные источники информации:

Кочуров Б.П. Геоэкология: экодиагностика и эколого-хозяйственный баланс территории: учебник. Смоленск: СГУ, 1997. 203 с.

Природно-хозяйственные регионы Беларуси: монография / под. науч. ред. А.Н. Витченко. Минск: БГПУ, 2005. 278 с.

ТЕМА. Методы изучения функционирования, динамики и эволюции геосистем

Задание 2.3. Характеристика структуры, функционирования и экологического состояния природных геосистем с использованием ландшафтно-геохимических и ландшафтно-геофизических данных

Цель занятия: Сформировать умение выявлять особенности строения и функционирования природных

геосистем с использованием ландшафтно-геохимических и ландшафтно-геофизических данных.

Форма проведения: Практическая работа (2 часа).

Основные положения: При проведении ландшафтно-геохимических исследований широко применяется метод сопряженного геохимического анализа. Геохимическая структура ландшафта может быть охарактеризована целым рядом коэффициентов. Радиальная геохимическая структура отражает миграцию элементов внутри элементарного геохимического ландшафта, латеральная геохимическая структура характеризует миграцию между элементарными ландшафтами в ландшафтно-геохимической катене.

Одним из методов ландшафтно-геофизических исследований является геомассовый метод, направленный на выявление вертикальной структуры геокомплексов. Первоначально определяют геомассы, по их соотношению – геогоризонты. Геомассы выделяют по однородности агрегатного состояния, близким значениям удельной массы и специфическому функциональному назначению. Каждый геогоризонт характеризуется специфичным набором геомасс.

Материалы и оборудование: Для выполнения работы студенты получают варианты задания, в которых в табличной форме приведены данные для расчета коэффициентов радиальной геохимической структуры элементарного ландшафта (R) и латеральной (L) миграции химических элементов в ландшафтно-геохимической катене. Примеры данных для расчетов даны в таблицах 2.7, 2.8.

Для выполнения части задания, касающегося ландшафтно-геофизических исследований, студенты используют информацию из таблицы 2.9, в которой приводятся индексы основных классов и видов геомасс для определения вертикальной структуры геокомплекса.

Последовательность выполнения задания:

1. Рассчитать коэффициенты радиальной дифференциации химических элементов в почвенном профиле, латеральной миграции химических элементов в катене и построить геохимические диаграммы.

2. Описать вертикальную структуру геокомплекса, указав общую мощность, количество геогоризонтов, определить самый

сложный и самый простой геогоризонт, описать особенности распределения в них геомасс.

Таблица 2.7

Содержание химических элементов на торфяном месторождении, мг/кг

Химические элементы	Торф	Подстилающие породы
Cu	124,3	22,6
Pb	30,9	13,8
Mn	2127,0	573,0
Ni	38,3	5,7

Таблица 2.8

Содержание тяжелых металлов в почвах элементарных геохимических ландшафтов (ЭГЛ) в мг/кг

ЭГЛ	Cu	Ni
Элювиальный	0,97	1,76
Трансэлювиальный	0,92	1,70
Трансаккумулятивный	1,58	3,48
Супераквальный	3,52	4,74

Таблица 2.9

Индексация классов и видов геомасс

Класс геомасс	индекс	Вид геомасс	индекс
Аэромассы	A	-	-
Фитомассы	P	транспортно-скелетные органы деревьев	Pt
		однолетние листья/ многолетняя хвоя	Pf/ Ph
		листья и стебли травянистых растений	Pi
		фотосинтезирующие органы кустарничков	Pb
		мхи / лишайники	Pm/ Pc
		корни	Ps
Мортмассы	M	ветошь	Mm
		подстилка	Ml
		торф	Mt
Педомассы	S	песок	Spp
		супесь	Sps
		суглинок	Sss
Гидромассы	H	-	-
Криомассы	K	снег/лед	Kn/ Kg
Литомассы	L	-	-

Методические пояснения к выполнению задания: Коэффициент радиальной дифференциации показывает отношение содержания химического элемента в горизонте почвы к его содержанию в почвообразующей породе и рассчитывается по формуле:

$$(R) = C_{почвы} / C_{породы}, \quad (2.4)$$

где С – содержание химического элемента, мг/кг.

Коэффициент латеральной миграции показывает отношение содержания элемента в почвах подчиненных элементарных геохимических ландшафтов к автономным, рассчитывается по формуле:

$$L = C_{подчиненного\ ЭЛ} / C_{автономного\ ЭЛ}, \quad (2.5)$$

где С – концентрация химического элемента в почве элементарного геохимического ландшафта, мг/кг.

Графической моделью выражения значений коэффициентов является геохимическая диаграмма. Все полученные значения коэффициентов R или L графически отображаются в виде прямоугольников, размеры которых должны быть пропорциональны размерам, выбранным для R=1 или L = 1.

При проведении ландшафтно-геофизических исследований индексация геогоризонтов построена на следующих правилах: в индексе горизонта классы геомасс указываются в порядке их убывания (по массе); после класса геомасс через запятую указывают все виды; после индекса указывается его граница относительно поверхности почвы (в метрах). Индексы фотосинтезирующих фитомасс, находящихся в пассивном состоянии зимой, даются в скобках. Пример. Формула геогоризонта $Pt,b,iMmA^{0,1}_{0,03}$ читается как: геогоризонт мощностью 7 см с нижними частями стволов деревьев, фитомассой бореальных кустарничков и трав и ветошью, приповерхностным слоем воздуха.

Основные источники информации:

Беручашвили Н.Л., Жучкова В.К. Методы комплексных физико-географических исследований: учебник. М.: МГУ, 1997. 320 с.

Исаченко А.Г. Методы полевых ландшафтных исследований и ландшафтно-экологическое картографирование: курс лекций. СПб: СПбГУ, 1999. 112 с.

3. МЕТОДЫ И ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ГЕОСИСТЕМ

ТЕМА. Методы сбора и статистической обработки информации

Задание 3.1. Метод математической статистики в геоэкологических исследованиях: приемы статистической обработки данных, расчета корреляционных зависимостей

Цель занятия: Выработать навыки математической обработки данных.

Форма проведения: Практическая работа (2 часа).

Основные положения: Современный этап развития науки отличается широким применением математических методов. Методы математической статистики применяются для решения трех основных задач: получения обобщающих статистических показателей изучаемого явления; изучение формы и тесноты связей между различными явлениями; оценки степени влияния отдельных факторов и выделения из них ведущих

В статистике важнейшими являются понятия *генеральной совокупности*, которая рассматривается как совокупность всех возможных наблюдений за объектом, и *выборки* из нее. Под объемом выборки *n* понимают множество из n объектов, реально подвергшимся наблюдению. Выборка должна быть репрезентативной, то есть наиболее полно и точно отражать условия генеральной совокупности. Это достигается применением различных типов отбора из генеральной совокупности. *Случайный отбор* может быть проведен несколькими способами. Регулярный способ заключается в выборке данных через равные интервалы, случайный − по таблице случайных чисел; поэтому и выборки называют простой систематической и простой случайной. *Направленный отбор* связан с подбором типичных ключей, наиболее полно отражающих условия генеральной совокупности. Такие выборки называют элементарными. При применении *смешанного отбора* выборка называется типической стратифицированной, его особенность заключается в том, что генеральная совокупность расчленяется на определенные части, для каждой из которых составляется своя выборка с применением

случайного или направленного отборов.

Элементы выборки, называющиеся *вариантами*, располагаются в порядке возрастания и такое их расположение образует вариационный ряд. Частотой варианты называется число, равное количеству повторений в выборке. Относительной частотой − число, равное отношению n_i / n, где n − *объем выборки.* Частостью ω_i называется относительная частота, выраженная в процентах. Составленные вариационные ряды представляют таблицей частот и графическими способами в виде полигона, гистограммы, а также числовыми характеристиками среднего положения и разнообразия признаков. К показателям разнообразия признаков относятся размах, среднее крадратическое отклонение, дисперсия, коэффициент вариации.

При проведении исследований важно установить не только наличие связи между явлениями, но и математически выразить ее. Для этого применяются различные виды статистического анализа. *Корреляционный анализ* показывает форму и тесноту связи между двумя явлениями, которые выражены математически значениями коэффициента корреляции. При усредненных значениях данных и при небольшом объеме выборки применяют расчет ранговой корреляции. *Регрессионный анализ* математически описывает выявленную зависимость между наблюдаемыми явлениями. Составив и решив уравнение регрессии можно моделировать наблюдаемую зависимость путем подбора функций, прогнозировать значения признака за пределами сделанных наблюдений. На современном этапе научных исследований широко применяются различные виды многомерного статистического анализа. *Факторный анализ* − при котором составляется система линейных корреляций между всеми параметрами, что позволяет математически установить «вес» каждого параметра в наблюдаемом явлении и выделить из множества характеристик сложного явления несколько главных компонент. *Кластерный анализ* применяется для группировки вариант по сходству, через анализ тесноты связей. Часто применяется в дополнение к факторному анализу. В основе *дисперсионного анализа* лежат математические приемы анализа дисперсии, что позволяет утверждать о степени влияния условий эксперимента на изучаемый объект.

Материалы и оборудование: Каждый студент получает вариант задания, который включает показатели,

характеризующие антропогенное воздействие (табл. 3.1) и социально-экономическое развитие (табл. 3.2) Республики Беларусь в разрезе административных областей. Студенту необходимо провести соответствующую математическую обработку данных.

Последовательность выполнения задания:

Для каждого показателя необходимо:

1. Рассчитать значения выборочного среднего, дисперсии, коэффициента вариации.

2.Рассчитать коэффициент ранговой корреляции для заданных пар показателей.

3.Сделать выводы о форме и тесноте связи между показателями.

Таблица 3.1

Показатели антропогенного воздействия на окружающую среду Республики Беларусь, 2014 г.

Показатели	Республика Беларусь	Брестская область	Витебская область	Гомельская область	Гродненская область	Минская область	Могилевская область
Объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников, тыс.т.	462,8	51,8	102,5	101,6	58,8	74,5	50,1
Использование воды на хозяйственно-питьевые нужды, млн. $м^3$	473	60	53	65	49	67	52
Использование воды на производственные нужды, млн. $м^3$	405	30	99	72	56	51	44
Отведение сточных вод в водные объекты, млн. $м^3$	931	158	127	119	103	166	90
Посевные площади, сельскохозяйственных культур, тыс. га	5860	929	942	1021	809	1313	846
Площади рубок леса, тыс. га	524	100	65	100	58	125	76

Таблица 3.2

Показатели социально-экономического развития Республики Беларусь, 2014 г.

Показатели	Республика Беларусь	Брестская область	Витебская область	Гомельская область	Гродненская область	Минская область	Могилевская область
Численность населения, тыс. чел.	9480,9	1388,9	1198,5	1424,0	1052,6	1407,9	1070,8
Валовый региональный продукт, млрд. руб.	778456	75712	64429	87603	66917	56356	117021
Объем промышленного производства, млрд. руб.	673850	69652	10533	140319	69656	118590	60958
Продукция сельского хозяйства, млрд. руб	131204	23474	17086	21205	21757	30760	16850
Заготовлено ликвидной древесины, тыс. м^3	19559	2298	3411	4149	2184	3850	3668
Затраты на охрану окружающей среды, млрд. руб	8619	617	1137	1619	747	880	944

Методические пояснения к выполнению задания:

Выборочное среднее М или $\bar{x}$ определятся по формуле:

$$\bar{x} = (1/n)\sum_{j=1}^{n} x_j \ , \qquad (3.1)$$

где x_j − данные выборки, n – объем выборки.

Одна из распространенных мер оценки разброса называется *дисперсия* σ^2 или S^2, которая рассчитывается по формуле:

$$S^2 = (1/n)\sum_{j=1}^{n}(x_j - \bar{x})^2 \qquad (3.2)$$

Среднее квадратическое отклонение или *стандартное отклонение σ или S* рассчитывается по формуле:

$$S = \sqrt{(1/n)\sum_{j=1}^{n}(x_j - \bar{x})^2} \qquad (3.3)$$

Коэффициент вариации (V) служит для сравнения стандартных отклонений выборок и представляет отношение среднего квадратического отклонения к выборочной средней в %:

$$V = \frac{S}{\bar{x}}100\% \qquad (3.4)$$

Пример. В течение года в населенном пункте 15 раз проводили отбор проб воды из колодцев Всего было изучено 150 проб и каждый раз отмечалось число нестандартных проб. В результате получена следующая выборка нестандартных проб*: 2 1 1 4 1 1 3 5 6 2 1 1 3 1 5.* Для выборки составляется следующая форма записи:

Таблица 3.3

Форма записи для расчета показателей выборки

Расчетные показатели	Значения данных, n = 15						Σ	$\bar{\chi}$	S^2	S	V
x_j	2	1	1	4	1	…	37,0	2,47	2,9…	1,7…	68,8…
$x_j - \bar{x}$	-0,47	-1,47	-1,47	1,53	-1,47	…	0,0				
$(x_j - \bar{x})^2$	0,22	2,16	2,16	2,34	2,16	…	43,7				

Ход решения задачи: $\bar{x}$ = 37,0/15=2,47;

S^2 = 43,7 : 15 = 2,9 проб; S = $\sqrt{2,9}$ = 1,7 проб;

V = (1,7 : 2,47) 100 = 68,8 %.

Коэффициент парной корреляции *r* характеризует связь между двумя явлениями в том случае, если эта связь близка к прямолинейной. Значения *r* заключены в интервале от −1 до + 1. При r = +1 или r = − 1 существует функциональная прямая или

обратная связь. Если значение r близко к нулю, то связь между явлениями отсутствует.

Коэффициент корреляции рассчитывается по формуле:

$$r = \frac{1/n \sum x_i y_i - \bar{x} \cdot \bar{y}}{S_x S_y} \qquad (3.5)$$

где n − число сопряженных пар выборок, $\bar{x}, \bar{y}$ − среднее арифметическое выборок, x S_y − среднее квадратическое отклонение выборок x, y,

В случаях малых объемов выборки рассчитывается коэффициент ранговой корреляции Спирмена r_s по формуле:

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^{n} d_i^2}{n^3 - n}, \qquad (3.6)$$

где d_i^2 разность значений $x_i - y_i$ сопряженных пар рангов в выборках, n – количество сопряженных пар.

Ранги представляют собой номера порядковых значений данных в возрастающей последовательности и показывают лишь положение вариант относительно друг друга. На практике часты случаи, когда несколько значений x_i, y_i исходных выборок одинаковы и им нужно приписывать одинаковые ранги. Тогда каждое значение получает ранг, равный среднему арифметическому двух последовательных рангов (таблица 3.4). Практика применения ранговой корреляции показала, что использование формулы для r_s без поправки на связанные ранги, обеспечивает достаточную точность вычислений.

Таблица 3.4

Форма записи для расчета ранговой корреляции

Выборка 1	*ранг x_i*	Выборка 2	*ранг y_i*	$x_i - y_i$	$(x_i-y_i)^2$
20	*1,5*	1	*1*	0,5	0,25
20	*1,5*	2	*2*	-0,5	0,25
25	*3*	3	*3*	0	0
30	*4*	5	*5*	-1	1
35	*5*	4	*4*	1	1
					Σ = 2,5

Ход решения задачи: r = $1-\frac{6\cdot 2,5}{5^3-5}$ = 1 – (15,0 : 120) = 0,88.

Основные источники информации:

Прикладная статистика: учеб. пособие для вузов. / И.А. Палий. М.: Высш. шк., 2004. 176 с.

Регионы Республики Беларусь. Социально-экономические показатели 2015. Статистический сборник. Минск: Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2015. Т.1. 756 с.

ТЕМА. Методы геоэкологических исследований населения

Задание 3.2. Медико-социально-экологическая оценка населения с применением приемов балльного нормирования

Цель занятия: Сформировать навыки медико-социально-экологической оценки жизнедеятельности населения.

Форма проведения: Практическая работа (2 часа).

Основные положения: Медико-социально-экологические исследования относятся к комплексным, учитывающим природные факторы формирования медико-экологической обстановки и природные предпосылки болезней человека, производственные и социально-бытовые условия и антропогенные предпосылки болезней, демографические особенности. Рассмотренные факторы являются базой для анализа нозогеографического статуса территории, который дает представления о географии болезней человека.

Интегральные показатели здоровья или заболеваемости населения рассчитываются на основе обобщения медико-географических, демографических, социально-экономических, природно-экологических, санитарно-гигиенических статистических показателей.

Составной частью геоэкологических исследований населения является расчет индекса общественного здоровья (ИОЗ), базирующегося на учете наиболее объективных индикаторов общественного здоровья, применяемых при оценках всемирной организацией здравоохранения: ожидаемой продолжительности жизни мужчин и женщин, младенческой смертности.

Материалы и оборудование: работа выполняется каждым студентом индивидуально с использованием статистических данных об ожидаемой продолжительности жизни мужчин и женщин (ОПЖ), младенческой смертности в разрезе административных областей республики (табл. 3.5-3.7).

Таблица 3.5

Ожидаемая продолжительность жизни женщин, лет

Область	Год				
	1995	2000	2005	2010	2014
Брестская	74,9	75,6	75,7	77,0	78,8
Витебская	74,0	74,1	74,5	75,8	77,7
Гомельская	74,0	74,3	75,0	75,9	77,9
Гродненская	74,6	74,9	74,5	76,3	78,5
Минская	73,9	73,8	74,0	75,6	77,7
Могилевская	74,2	74,0	74,1	75,7	77,7

Таблица 3.6

Ожидаемая продолжительность жизни мужчин, лет

Область	Год				
	1995	2000	2005	2010	2014
Брестская	64,4	64,2	63,3	65,1	68,4
Витебская	62,1	62,9	62,1	63,5	66,9
Гомельская	62,8	62,9	62,5	63,8	66,9
Гродненская	62,6	63,3	61,5	64,2	67,9
Минская	61,4	62,1	61,3	62,9	66,4
Могилевская	62,8	62,8	61,8	63,7	67,0

Таблица 3.7

Младенческая смертность на 1000 родившихся детей, лет

Область	Год				
	1995	2000	2005	2010	2014
Брестская	13,7	9,2	6,1	4,2	4,4
Витебская	14,4	11,3	9,3	3,8	3,6
Гомельская	13,7	12,0	8,0	4,9	3,1
Гродненская	14,5	8,3	7,3	3,6	3,2
Минская	11,4	8,9	7,1	4,5	3,9
Могилевская	12,5	9,5	7,5	3,9	3,0

Последовательность выполнения задания:

1. Рассчитать индекс общественного здоровья.

2. Изучить динамику индекса общественного здоровья за заданный интервал времени.

3. Построить график изменения индекса общественного здоровья за заданный период времени.

Методические пояснения к выполнению задания:

Выполнение интегральных оценок разнокачественных явлений связано с применением приемов балльного нормирования.

Для нормирования каждого отдельного показателя используют формулу:

$$p = \frac{p_i - p_{\min}}{p_{\max} - p_{\min}}, \qquad (3.7)$$

где p – нормированное значение показателя в диапазоне 0,0 … 1,0; p_i – значение i -го элемента в выборке; p_{min}, – наихудшее значение элемента в выборке; p_{max} – наилучшее значение элемента в выборке.

Каждый показатель нормируется по формуле 3.7, затем для трех показателей, выраженных в нормированных баллах рассчитывается среднее арифметическое значение, которое и определяет индекс общественного здоровья населения.

Пример. В четырех районах ОПЖ – 70, 72, 72, 74 года.

Ход расчета нормированных баллов: наилучший показатель ОПЖ – 74 года, наихудший – 70 лет.

$x_1 = (70 – 70) : (74 – 70) = 0$; $x_2 = (72 – 70) : (74 – 70) = 0,5$;

$x_3 = (72 – 70) : (74 – 70) = 0,5$; $x_4 = (74 – 70) : (74 – 70) = 1,0$.

Основные источники информации:

Устойчивое развитие: ресурсы России. Под общ. ред. Н.П. Лаверова. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2004. 212 с.

Тикунов В.С. Классификации в географии: ренессанс или увядание (Опыт формальных классификаций). Москва-Смоленск: СГУ, 1997. 367 с.

Регионы Республики Беларусь. Социально-экономические показатели 2015. Статистический сборник. Минск: Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2015. Т.1. 756 с.

ТЕМА. Методы геоэкологических исследований хозяйственной деятельности

Задание 3.3. Экологические требования к деятельности промышленных предприятий: расчет рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере

Цель занятия: сформировать навыки применения методов промышленной экологии.

Форма проведения: Лабораторная работа (2 часа).

Основные положения: Промышленное предприятие может рассматриваться как система, элементами которой выступают технологии производства, экономическая деятельность, квалификация персонала, потребляемые ресурсы, производимая продукция, а также сопутствующее негативное воздействие в виде выбросов загрязняющих веществ, сброса сточных вод, промышленных и коммунальных отходов. Геоэкологическое изучение предприятия проводится в следующем порядке:

1. Анализ предпосылок деятельности: эколого-экономико-географическое положение, трудоресурсные, природно-ресурсные, экономические предпосылки деятельности.
2. Анализ современной деятельности предприятия: организационная структура управления, основные показатели деятельности, экономическая эффективность, технологические процессы, социальная сфера.
3. Экологическая характеристика деятельности предприятия: экологические аспекты, организация управления окружающей средой на предприятии.

Экологические требования к деятельности промышленных предприятий определяются действующим природоохранным законодательством. Важными инструментами являются оценка воздействия проектируемой деятельности на окружающую среду (ОВОС) и система управления окружающей средой на предприятии (СУОС), которые нацелены на обеспечение экологической безопасности деятельности, соблюдения всех природоохранных требований, минимизации и смягчения негативного воздействия на окружающую среду. Для каждого предприятия разрабатывается экологический паспорт проекта, затем – уже действующего производства.

Раздел охраны водных ресурсов включает наименование производственного и хозяйственно-питьевого источника водоснабжения, удельный расход воды, технологическую схему подачи воды, объем водопотребления воды питьевого и технического качества, в том числе объем оборотного и повторного водоснабжения, общий объем сточных вод, технологическую схему очистки, состава и количества сооружений по внутри- и внеплощадочной очистке сточных и ливневых вод, наименование водоприемника очищенных вод. Особое значение имеет характеристика физико-химического состава сточных вод до и после очистки, а также в створе полного смешения по таким показателям, как БПКполн, взвешенные вещества, нефтепродукты, pH. Должна быть дана характеристика физико-химических и бактериологических показателей водоема-приемника сточных вод.

Раздел охрана атмосферного воздуха заполняется на основе расчета параметров, определяемых в соответствии с ОНД – 86. Для каждого объекта определяется количество вредных веществ поступающих в воздух от всех стационарных источников, из них количество уловленных и обезвреженных, существующее фоновое загрязнение. Вторая часть этого раздела отражает ряд важнейших прогнозных характеристик – расчет предельно допустимых максимальных концентраций вредных веществ с дифференциацией в жилой зоне без учета фона, с учетом фона и за границей санитарно-защитной зоны без учета фона. Исходя из прогноза определяется величина валового выброса, норматив предельно допустимого валового выброса. Для осуществления расчетов используется компьютерная программа «Эколог».

Раздел утилизация отходов производства включает характеристику видов и объемов производственных отходов, включая отходы, образующиеся при очистке сточных вод и выбросов в атмосферу, технологические схемы по утилизации отходов, принятые прогрессивные решения по внедрению безотходных технологий, мероприятия по рекультивации.

Материалы и оборудование: каждый студент получает вариант расчетного задания по нескольким загрязняющим веществам и технологическим параметрам их выброса в газовоздушной смеси (ГВС) для условных предприятий, которые приведены в таблице 3.8.

Последовательность выполнения задания:

1. Определить максимальное значение приземной концентрации загрязняющих веществ (Cm) при выбросе газовоздушной смеси от источников загрязнения атмосферы для летнего и зимнего сезонов.
2. Сравнить расчетную концентрацию загрязняющего вещества с ПДК м.р. и ПДК с.с.
3. Сделать вывод, какие предприятий вносят наиболее значительный вклад в загрязнение атмосферы.

Таблица 3.8

Данные для расчета концентрации загрязняющих веществ от источников загрязнения атмосферы

Предприятие	Параметры					
	высота трубы H,м	диаметр устья трубы D,м	расход серы диоксида M г/с	расход взвешенных веще-ств M г/с	скорость выброса ГВС ω M^3/c	тем-пера-тура ГВС T, ^0C
ТЭЦ -1	150	7,0	1089,6	41,59	10,0	150
ТЭЦ-2	150	7,2	1296,0	10,5	10,0	130
Машиностроительный завод	50	2,0	42,5	264,0	3,0	370
Асфальто-бетонный завод	40	1,5	3,0	506,9	3,0	100
Локомотивное депо	28	0,6	1,42	10,72	3,0	280
Деревообрабатывающий завод	30	1,3	16,7	2,97	5,0	120
Автомобильный завод	15	0,8	11,4	125,9	8,0	100
Завод крупнопанельного домостроения	35	0,44	0,0	16,4	6,0	23
Авиационный завод	50	2,0	9,6	22,4	3,0	200

Методические пояснения к выполнению задания: Все расчеты выполняются для каждого предприятия отдельно. Максимальная приземная концентрация загрязняющего вещества (Cm) рассчитывается по формуле:

$$Cm = (A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta) / (H^2 \cdot (V_1 \cdot \Delta T)^{1/3}), \quad (3.8)$$

где A – коэффициент стратификации атмосферы, M – массовый выброс вещества, F – коэффициент оседания вещества, m,·n· – принятые как постоянные величины поправочные коэффициенты, η – коэффициент влияния рельефа площадки, H – высота трубы, V – объем выброса вещества, ΔT – разница между температурой выброса газовоздушной смеси и температурой атмосферного воздуха, η – местность площадки.

Для выполнения расчетов по формуле 3.8. учитываем, что:
Коэффициент стратификации атмосферы (A) в регионе = 160.
Коэффициент оседания (F) составляет:

для газообразных веществ = 1,0,

для взвешенных веществ = 2,5.

Параметр m принят равным 0,987; параметр n = 1,003.
Местность площадок предприятий ровная, параметр η = 1,0.
Объем выброса вещества (V) рассчитывается по формуле:

$$V_1 = ((\pi \cdot D^2)/4) \cdot \omega, \quad (3.9)$$

где D – диаметр трубы, ω – скорость выхода газовоздушной смеси, π – константа, равная 3,14.
Температура самого жаркого месяца равна + 18,7 ^{0}C,
температура самого холодного месяца составляет – 8,9 ^{0}C.

Для серы диоксида	ПДК мр. = 0,5 мг/м^3,
	ПДК сс = 0,05 мг/м^3.
Для взвешенных веществ	ПДК мр. = 0,5 мг/м^3,
	ПДК сс = 0,15 мг/м^3.

Основные источники информации:

Природный комплекс большого города:ландшафтно-экологический анализ / Э.Г. Коломыц и др. М.: Наука; МАИК «Наука/Интерпериодика», 2000. 286 с.

Еремкин А.И., Квашнин И.М., Юнкеров Ю.И. Нормирование выбросов загрязняющих веществ в атмосферу: учебное пособие. М: изд-во АСВ, 2000. 176 с.

Задание 3.4. Агроэкологическая оценка земель сельскохозяйственных предприятий

Цель занятия: сформировать умение применять картографо-аналитические приемы при геоэкологическом изучении сельскохозяйственного землепользования.

Форма проведения: Практическая работа (2 часа).

Основные положения: Важным направлением геоэкологических исследований является оптимизация территориальной организации сельскохозяйственного землепользования с учетом природно-ресурсного потенциала, экологического состояния и средостабилизирующих функций земель. Методической основой являются приемы агроэкологической оценки земель.

Разнообразие генетических типов и форм рельефа, состава и особенностей строения почвообразующих и подстилающих пород, степени увлажнения и экологического состояния земель определяют пригодность использования земель в сельскохозяйственных целях. По степени их пригодности земли ранжируют на:

- пахотнопригодные,
- пахотнопригодные с экологическими ограничениями,
- пастбище- и сенокосопригодные,
- непригодные для целей сельскохозяйственной деятельности.

К *лучшим пахотнопригодным* землям относят платообразные участки с дерново-палево-подзолистыми суглинистыми почвами. Их отличают оптимальные технологические характеристики – выровненный рельеф, большие массивы, отсутствие валунов и эрозионных процессов.

К *хорошим пахотнопригодным* землям относят участки, где в составе почвенного покрова присутствует компонент, агропроизводственые свойства которого ухудшают в целом сельскохозяйственный потенциал. В одном случае это могут быть эродированные почвы, в другом – переувлажненые, в третьем случае – связносупесчаные почвы.

В *средних по качеству пахотнопригодных* землях отрицательные стороны агропроизводственных свойств типов земель (переувлажненность, эродированность, неоднородность почвенного покрова) могут быть устранены с большими затратами, чем в предыдущих типах земель.

Среди пахотнопригодных земель разграничивают земли, которые можно использовать без ограничений, от земель, где необходимы *экологические ограничения* в связи с их более легким гранулометрическим составом и эродированностью.

Пойменный тип земель используется только в качестве кормовых угодий группы пастбищно-и сенокосопригодных земель.

Худшие типы земель образуют рыхлые по гранулометрическому составу почвы – песчаные на песках, средне переувлажненные песчано-супесчаные на песках. Сочетание песчаных почв разного подстилания и разной степени увлажнения усиливает неоднородность почвенного покрова и, следовательно, ухудшает качество земель. Совокупность отрицательных агропроизводственных свойств земель снижает уровень экономической целесообразности использования их в качестве сельскохозяйственных угодий и дает достаточные обоснования их иного использования, например, в лесном хозяйств.

Материалы и оборудование: каждый студент выполняет задание, используя материалы ключевого участка сельскохозяйственного предприятия, на который составлена почвенная карта в масштабе 1:10000 и схема землепользования масштабе 1:10000, где отражены границы рабочих участков и виды земель.

Последовательность выполнения задания:

1. Проанализировать почвенную карту и определить степень пригодности использования почв для сельскохозяйственной деятельности. Составить таблицу по форме таблицы 3.9.
2. Построить картосхему и круговую диаграмму землепригодности почв ключевого участка.
3. Сравнить сложившуюся структуру земель участка с его землепригодностью, построить круговую диаграмму фактической структуры земель.
4. Предложить направления оптимизации землепользования для ключевого участка.

Методические пояснения к выполнению задания: Для определения пригодности использования земель анализируется почвенная карта участка, каждая почвенная разновидность ранжируется по пригодности в сельскохозяйственном использовании по образцу, приведенному в таблице 3.9.

Затем составляется картосхема пригодности использования земель ключевого участка.

Пахотнопригодные земли закрашиваются оранжевым цветом, пахотнопригодные с экологическими ограничениями – оранжевым в сочетании с красной штриховкой, пастбище и сенокосопригодные – серым, непригодные для сельскохозяйственного использования – зеленым.

Подсчитывается общая площадь каждой группы земель и строится круговая диаграмма структуры земель по образцу, приведенному на рисунке 2.2. Далее анализируется фактическая структура земель, отраженная на схеме землепользования и строится круговая диаграмма, отражающая современное землепользование. Последовательность анализа картографического материала показана на рисунке 3.1.

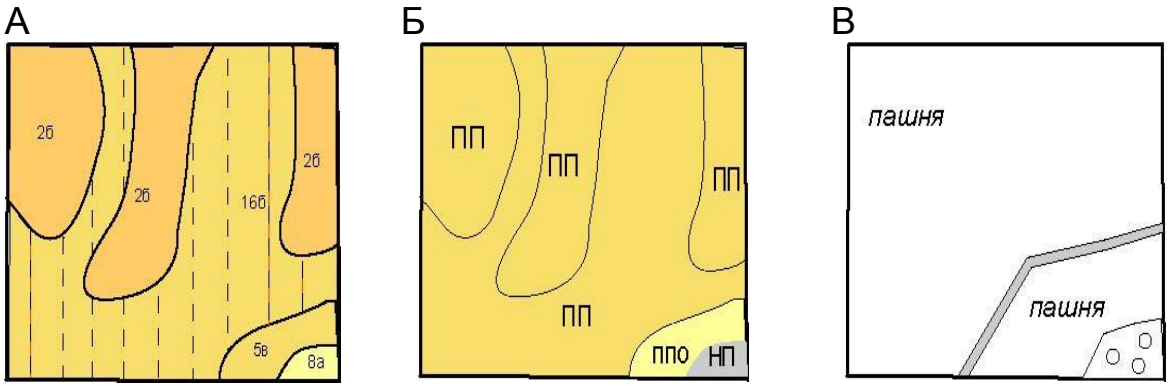
Таблица 3.9

Оценка землепригодности почв участка

№ контура	Название почвенной разновидности	Степень пригодности
2б	Дерново-подзолистые супесчаные на водно-ледниковых связных супесях, подстилаемых песками с глубины 0,4-0,6 м	Пахотнопригодные
5в	Дерново-подзолистые супесчаные на водно-ледниковых рыхлых супесях, подстилаемые песками с глубины 0,4-0,6 м	Пахотнопригодные с экологическими ограничениями
8а	Дерново-подзолистые песчаные на водно-ледниковых связных песках, сменяемых гравийно-хрящеватыми песками с глубины 0,4-0,6 м	Непригодные
16б	Дерново-подзолистые временно избыточно увлажненные супесчаные на водно-ледниковых связных супесях, подстилаемых песками с глубины 0,4-0,6 м	Пахотнопригодные

Применяя сравнительно-географический метод выявляется степень соответствия между фактическим и расчетным землепользованием. Для наглядности составляются две круговые диаграммы, на которых отражается фактическая структура земель ключевого участка и структура земель, рассчитанная на основе оценки землепригодности почв. На основе этих материалов

делается вывод о целесообразности проведения мероприятий по оптимизации сложившегося землепользования.



А- изучение почв участка,
Б- определение землепригодности,
В – анализ сложившейся структуры земель

Рис. 3.1. Последовательность изучения ключевого участка

В качестве дополнительных факторов экологических ограничений землепользования рассматриваются также установленные на исследуемой территории режимы водоохранных зон и прибрежных полос, наличие мест складирования отходов, очистных сооружений и других объектов, вокруг которых необходимо создавать зоны санитарного разрыва.

Основные источники информации:

Учебная геоэколого-экономическая практика: для студентов спец. «Геоэкология» / авт.-сост. Н. В. Гагина., В. М. Яцухно. Минск: БГУ, 2007. 41 с.

4. КОМПЛЕКСНЫЕ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОЦЕНКА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

ТЕМА. Требования к разработке методики геоэкологической оценки качества окружающей среды

Задание 4.1. Разработка методики комплексной геоэкологической оценки состояния окружающей среды природно-хозяйственных геосистем

Цель занятия: Сформировать навыки разработки методики геоэкологической оценки ПХГ регионального уровня.

Форма проведения: Практическая работа (2 часа).

Основные положения: Методика исследования может быть стандартная, адаптированная или оригинальная авторская, но, в любом случае, она должна отвечать требованиям последовательности, разъяснительности и конкретности в изложении материала. Методики разрабатывается для решения конкретной научной задачи и должна содержать необходимые руководства к действию, описание методов и приемов. Соблюдается такая последовательность изложения материала:

- обоснование выбора объекта и предмета исследования;
- отбор свойств и признаков, вовлекаемых в исследование, их ранжирование по значимости для изучаемого явления;
- составление структурно-логической схемы исследования, возможно в форме описания задач на каждом этапе;
- составление концептуальной схемы исследования, на которой отображается логика анализа и оценки показателей;
- обоснование методов и приемов обработки информации об объекте, включая приведение формул расчетов, оценочных шкал;
- формулировка конечного результата исследования.

Изучение состояния окружающей среды требует применения комплексных геоэкологических исследований, базирующихся на принципах системности, приоритета экологической безопасности населения, экологически обоснованного природопользования. Объектом исследований выступают природно-хозяйственные геосистемы, включающие взаимодействующие в их границах элементы природы, населения и хозяйства. Операционной

единицей оценки ПХГ могут рассматриваться единицы административно-территориального деления, обладающие тесным взаимодействием природных и хозяйственных элементов, организационным и территориальным единством управления. Необходимо проанализировать статистические данные и определить показатели, которые в дальнейшем будут использоваться при оценке ПХГ и репрезентативно отражать состояние природной и социально-экономической сред. Для сопоставления между собой разнокачественных данных, их абсолютные значения переводят в относительные единицы. Можно использовать различные приемы оценок: расчета простых, средневзвешенных, нормированных баллов. Далее проводится комплексная оценка ПХГ по блокам. На этом этапе возможно применение приемов суммирования баллов, расчета средних, расчета индексов относительно базовых величин, построение матриц взаимодействия. Важнейшим этапом исследования является визуализация полученных результатов при помощи построения картограмм или картодиаграмм и выявление закономерностей дифференциации оцениваемых явлений. На заключительном этапе выявляются приоритетные геоэкологические проблемы и их территориальные сочетания.

Материалы и оборудование: работа может выполняться студентами индивидуально или в малых группах. Студенты используют статистические данные о состоянии окружающей среды административных областей республики, приведенные в статистических сборниках или выборку данных, приведенную в таблице 4.1., а также таблицах 3.1, 3.2, 3.5, 3.6, 3.7.

Последовательность выполнения задания:

1. Изучить информационные материалы по заданной теме исследования.
2. Составить концептуальную схему исследования.
3. Обосновать показатели, отобранные для геоэкологической оценки окружающей среды.
4. Обосновать приемы комплексной оценки показателей.

Методические пояснения к выполнению задания: Примером геоэкологической оценки качества окружающей среды (ГОКОС) ПХГ регионального уровня является разработанная базовая динамико-статистическая модель, построенная на принципах координации и агрегирования информации.

Таблица 4.1

Показатели, характеризующие состояние окружающей среды Республики Беларусь, 2014 г.

Показатели	Республика Беларусь	Брестская область	Витебская область	Гомельская область	Гродненская область	Минская область	Могилевская область
Число дней в областных центрах с превышением ПДКсс* по твердым частицам $ТМ_{10}$	-	0	0	38	2	38	17
Число дней в областных центрах с превышением ПДКмр* по формальдегиду	-	28	25	11	33	0	59
Пробы воды, не отвечающие гигиеническим требованиям, % *	19,3	30,0	16,0	31,0	23,5	21,3	14,7
Образовано/использовано отходов производства в расчете на 1 чел.*	42582 / 119	1016 / 879	700 / 459	2098 / 4921	2078 / 1329	19508 / 4187	2893 / 2632
Доля загрязненных земель цезием-137, %	19,8	10,8	0,0	64,1	5,4	3,5	30,5
Естественный прирост населения на 1000 чел.	-0,3	0,8	-3,6	-0,8	-1,2	-1,1	-1,5
Производственный травматизм на 1000 работающих	0,51	0,67	0,37	0,43	0,59	0,61	0,47
Смертность по причине болезней системы кровообращения на 100 000 чел.	712	717	687	736	795	779	795
Заболеваемость наркоманией на 100 000 тыс. чел	15,1	7,2	9,4	13,9	20,8	16,4	13,9
Заболеваемость алкоголизмом на 100 000 тыс. чел	216,0	200,2	192,9	201,4	251,1	229,7	249,6
Денежные доходы на душу населения, млн. руб в мес.	4,6	3,9	4,1	3,9	4,4	4,4	4,0
Доля населения с доходами ниже прожиточного уровня, %	4,8	6,9	5,8	7,0	3,5	4,3	6,4

Зарегистрировано преступлений на 100 000 чел.	991	836	911	1004	866	1185	983

* Данные за 2013 год.

Исходные данные служат основой для расчета комплексных показателей, выраженных в нормированных баллах от 0,0 до 10,0. Далее рассчитывались средние арифметические значения нормированных баллов по блокам показателей потенциала и риска (рис. 4.1).

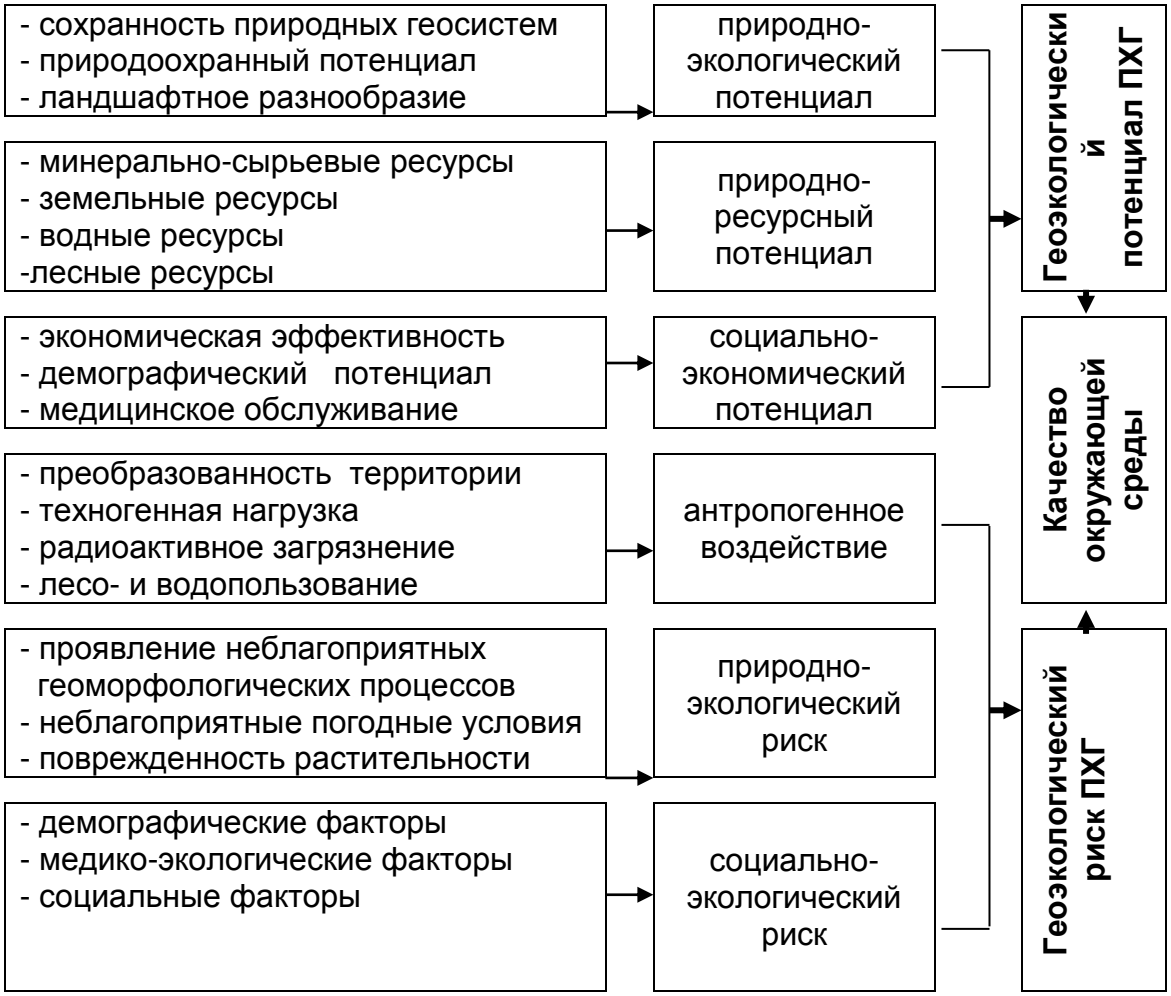


Рис. 4.1. Пример выбора показателей ГОКОС

Агрегированные показатели принимались за равнозначные и их балльные выражения ранжировать по уровням геоэкологического потенциала и риска по общей шкале (табл. 4.2).

Итоговым расчетным показателем является индекс геоэкологической оценки благоприятности качества окружающей среды, выражающий соотношение геоэкологического потенциала и риска (табл. 4.3).

Таблица 4.2

Пример построения шкалы частных показателей

Нормированные баллы	Уровни геоэкологического потенциала и риска, в том числе отдельных групп.
0,01--2,00	низкий
2,01–4,00	относительно низкий
4,01–6,00	средний
6,01–8,00	относительно высокий
8,01–10,00	высокий

Таблица 4.3

Пример построения шкалы индекса ГОКОС

Значения индекса $И_{гокос}$	Соотношение величин геоэкологического потенциала и геоэкологического риска
≤ 0,51	неблагоприятное
0,51–1,00	относительно неблагоприятное
1,01–1,50	относительно благоприятное
≥ 1,51	благоприятное

На заключительном этапе оценки определены приоритетные геоэкологические проблемы. К проблемным отнесены районы с высоким уровнем антропогенного воздействия и составляющих геоэкологического риска, а также с низким уровнем частных потенциалов. Пример визуализации результатов представлен на картограммах или картодиаграмме (рис. 4.2).

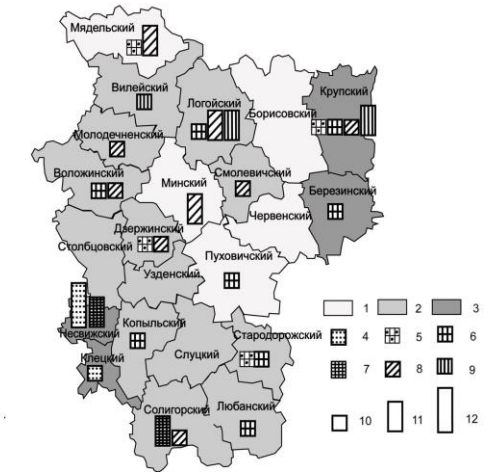


Рис. 4.2. Образец построения оценочной картодиаграммы

Основные источники информации:

Природно-хозяйственные регионы Беларуси: монография / под. науч. ред. А.Н. Витченко. Минск: БГПУ, 2005. 278 с.

Регионы Республики Беларусь. Статистический сборник, Минск: Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2014. 756 с.

Охрана окружающей среды в Республике Беларусь. Социально-экономические показатели 2015. Статистический сборник. Минск: Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2015. Т.1. 262 с.

Задание 4.2. Выполнение комплексной геоэкологической оценки состояния окружающей среды административных областей республики

Цель занятия: Сформировать навыки публичного представления и обсуждения результатов самостоятельно выполненного научного исследования.

Форма проведения: Практическая работа (4 часа).

Материалы и оборудование: разработанная методика геоэкологической оценки ПХГ, мультимедийный проектор для презентации методики и полученных результатах оценки.

Последовательность выполнения задания:

1. Выполнить геоэкологическую оценку ПХГ, согласно разработанной методике.
2. Представить результаты в форме доклада или компьютерной презентации.

Методические пояснения к выполнению задания: Последовательность изложения материала в докладе:

Методическая часть выполненного исследования: Цель и задачи исследования, методы исследования. Концептуальная модель исследования, обоснование показателей оценки, представление расчетного блока и оценочных шкал.

Представление полученных результатов: Анализ оценочной картограммы состояния окружающей среды ПХГ на уровне административных областей республики. Выводы о степени благоприятности окружающей среды и факторах ее определяющих.

Ответы студентов на вопросы и обсуждение сделанных докладов.

Основные источники информации:

Гагина Н.В., Федорцова Т.А. Методы геоэкологических исследований: учеб. пособие для студ. спец. «геоэкология». Минск: БГУ, 2002. 97с.

Природно-хозяйственные регионы Беларуси: монография / под. науч. ред. А.Н. Витченко. Минск: БГПУ, 2005. 278 с.

ТЕМА. Комплексные геоэкологические исследования природно-хозяйственных геосистем

Задание 4.3. Геоэкологическая оценка природно-ресурсного потенциала (ПРП) природно-хозяйственных геосистем

Цель занятия: сформировать навыки анализа составляющих природно-ресурсного потенциала, в том числе проведения необходимых расчетов и выполнения комплексной типологии районов.

Форма проведения: Лабораторная работа (4 часа).

Основные положения: Под природно-ресурсным потенциалом понимается совокупность природных ресурсов, которые могут быть использованы в современной хозяйственной деятельности с учетом принципов их рационального природопользования и сохранения качества среды жизнедеятельности человека. Примером геоэкологической оценки ПРП являются исследования, выполняемые для оценки геоэкологического состояния озерных геосистем. Такие геосистемы рассматриваются как важные части природно-хозяйственных систем районов, где состояние природных аквальных и территориальных комплексов во многом определено их ресурсами, хозяйственным использованием, природоохранными мероприятиями.

Геоэкологическая оценка ПРП озерных геосистем построена на выявлении соотношения величины ресурсов озер и прилегающих территорий в границах административных районов. Рассматриваются основные виды ресурсов, наиболее полно характеризующие природно-ресурсный потенциал озерных геосистем – минеральные, водные, биологические (растительного и животного мира), территориальные. Для оценки величины

каждого ресурса рассчитывается его индексное значение по отношению к среднему в регионе. Интегральный индекс величины природно-ресурсного потенциала определяется как сумма всех частных индексов отдельных видов ресурсов. Далее рассчитывается доля значения индекса ПРП озер в общем значении индекса ПРП района.

Материалы и оборудование: для выполнения задания студенты используют индексные данные о видах ресурсов, приведенные в таблице 4.4.

Таблица 4.4

Индексные значения отдельных видов ресурсов ПХГ (в $I_{пхг}$) и озер ($I_{оз}$) административных районов Белорусского Поозерья

Район	Виды ресурсов									
	территориальные		минеральные		водные		биологические (растительные)		биологические (животные)	
	$I_{пхг}$	$I_{оз}$	$I_{пхг}$	$I_{оз}$	$I_{пхг}$	$I_{оз}$	$I_{пхг}$	$I_{оз}$	$I_{пхг}$	$I_{оз}$
Бешенковичский	1,0	0,3	6,7	0,3	1,6	0,5	2,1	0,5	3,8	2,2
Браславский	4,2	3,1	5,0	2,9	5,0	3,7	10,4	6,7	11,7	9,4
Верхнедвинский	2,6	1,5	5,8	2,1	2,3	0,7	6,4	2,7	4,5	2,0
Витебский	1,8	0,3	22,5	0,2	8,6	0,3	6,1	0,8	3,8	1,7
Глубокский	1,5	0,6	6,9	0,6	2,5	0,6	4,9	1,7	4,9	2,1
Городокский	3,0	1,5	6,7	1,9	3,6	1,5	9,9	3,1	10,2	4,8
Лепельский	1,8	0,9	3,7	0,7	2,4	0,9	7,7	2,1	6,3	3,4
Лиозненский	0,8	0,1	2,2	0,1	1,4	0,0	2,7	0,0	1,7	0,1
Миорский	1,7	0,8	3,6	0,7	1,8	0,6	5,0	2,2	4,6	3,0
Мядельский	3,5	2,5	3,3	1,3	5,6	3,7	6,5	2,6	6,4	3,0
Полоцкий	3,2	1,6	6,0	1,6	6,5	1,2	12,1	3,1	11,2	6,4
Поставский	1,7	0,6	5,2	0,6	1,9	0,4	6,2	2,2	5,0	2,5
Россонский	2,3	1,3	2,7	1,5	2,4	1,1	8,2	1,4	10,0	3,7
Сеннеский	1,3	0,3	2,7	0,3	1,7	0,3	3,5	0,6	5,5	1,0
Ушачский	2,0	1,3	4,7	1,6	2,3	1,2	6,6	3,4	7,8	5,6
Чашникский	1,8	1,0	13,2	1,4	2,1	1,1	4,2	2,1	4,4	2,4
Шарковщинский	0,7	0,1	0,7	0,1	0,8	0,0	1,6	0,2	0,7	0,1
Шумилинский	1,2	0,3	6,6	0,3	1,8	0,2	4,1	0,7	5,5	0,8

Последовательность выполнения задания:

1. Рассчитать совокупную величину ПРП в каждом районе.
2. Определить долю потенциала озер в ПРП района.

3. Выполнить комплексную типологию районов по величине ПРП и доле в нем ресурсов озер.

Методические пояснения к выполнению задания: На первом этапе выполнения задания нужно описать методику исследования, написать формулы расчета совокупной величины ПРП и доля ресурсов озер. Полученные данные нужно оформить в виде таблицы.

При выполнения комплексной типологии районов, сначала районы разделяются на группы с высоким (A_1), средним (A_2) и низким (A_3) уровнями величины ПРП. Далее районы делятся на группы со значительным преобладанием ресурсов озер (B_1), с незначительным преобладанием ресурсов территорий (B_2), с значительным преобладанием ресурсов территорий (B_3). Для сопоставления между собой районов по двум группам показателей удобно использовать прием построения матрицы взаимодействия, где в строке отражается характеристика каждого района по доле ресурсов озер в ПРП, а в столбце – по величине всего ПРП. Форма матрицы приведена в таблице 4.5.

Таблица 4.5

Образец построения оценочной матрицы взаимодействия для двух факторов

		Величина ПРП		
		A_1	A_2	A_3
Доля ресурсов озер в ПРП	B_1			
	B_2			
	B_3			

Основные источники информации:

Геоэкологическая оценка природно-ресурсного потенциала озерных геосистем: методические рекомендации / Б.П. Власов, А.Н. Витченко, Г. В. Гагина, Н.Д. Грищенкова. Минск: БГУ, 2012. 23 с.

Приложение

Перечень практических занятий для студентов заочной формы обучения

1. Изучение строения природных геосистем методом комплексного физико-географического профилирования (2 часа).
2. Оценка антропогенной трансформации геосистем на основе эколого-хозяйственного баланса земель (2 часа).
3. Метод математической статистики в геоэкологических исследованиях: приемы статической обработки данных, расчета корреляционных зависимостей (2 часа).
4. Медико-социально-экологическая оценка населения с применением приемов балльного нормирования (2 часа).

Тематика самостоятельной работы студентов заочной формы обучения

1. Сравнительная характеристика методов исследований природных и социально-экономических геосистем.
2. Характеристика структуры, функционирования и экологического состояния природных геосистем с использованием ландшафтно-геохимических и ландшафтно-геофизических данных.
3. Экологические требования к деятельности промышленных предприятий: расчет рассеивания загрязняющих веществ в атмосферу от одиночного источника.
4. Агроэкологическая оценка земель сельскохозяйственных предприятий.
5. Разработка методики комплексной геоэкологической оценки состояния окружающей среды природно-хозяйственных геосистем.
6. Выполнение комплексной геоэкологической оценки состояния окружающей среды административных областей республики.
7. Геоэкологическая оценка величины природно-ресурсного потенциала природно-хозяйственных геосистем.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение…….. 3

1. **Основы организации геоэкологических исследований**…….. 4

Задание 1.1. Сравнительная характеристика методов исследований природных и социально-экономических геосистем……..... 4

2. **Физико-географические методы в геоэкологических исследованиях**……...……. 4

Задание 2.1. Изучение строения природных геосистем методом комплексного физико-географического профилирования……. 5

Задание 2.2. Оценка антропогенной трансформации геосистем на основе эколого-хозяйственного баланса земель…….. 10

Задание 2.3. Характеристика структуры, функционирования и экологического состояния природных геосистем с использованием ландшафтно-геохимических и ландшафтно-геофизических данных…….. 16

3. **Методы и организация исследований социально-экономических геосистем**……. 20

Задание 3.1. Метод математической статистики в геоэкологических исследованиях: приемы статистической обработки данных, расчета корреляционных зависимостей……..... 20

Задание 3.2. Медико-социально-экологическая оценка населения с применением приемов балльного нормирования……. 26

Задание 3.3. Экологические требования к деятельности промышленных предприятий: расчет рассеивания загрязняющих веществ в атмосферу …. 29

Задание 3.4. Агроэкологическая оценка земель сельскохозяйственных предприятий…… 33

4. **Комплексные геоэкологические исследования и оценка окружающей среды**……..…… 37

Задание 4.1. Разработка методики комплексной геоэкологической оценки состояния окружающей среды природно-хозяйственных геосистем…….... 37

Задание 4.2. Выполнение комплексной геоэкологической оценки состояния окружающей среды административных областей республики... 42

Задание 4.3. Геоэкологическая оценка природно-ресурсного потенциала природно-хозяйственных геосистем……. 43

Приложение……. 46

Учебное издание

Гагина Наталья Владимировна

МЕТОДЫ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Практикум для студентов географического факультета специальности 1- 33 01 02 «Геоэкология»

В авторской редакции

Ответственный за выпуск *Н.В. Гагина*

Подписано в печать 22.02.2016. Формат 60×84/16. Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 2,91. Уч.-изд. л. 1,83. Тираж 50 экз. Заказ

Белорусский государственный университет.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий № 1/270 от 03.04.2014.
Пр. Независимости, 4, 220030, Минск.

Отпечатано с оригинала-макета заказчика
на копировально-множительной технике
географического факультета
Белорусского государственного университета
Ул. Ленинградская, 16, 220030, Минск.