ЛІТЕРАТУРА

1. Бастраков Г. В. Эрозионная устойчивость рельефа и противозерозионная защита земель / Г. В. Бастраков. - Брянск: Изд-во БГПИ. - 1993. - 260 с.
2. Вилучення з інтенсивного обробітку малопродуктивних земель та їх раціональне використання: Методичні рекомендації./ За ред. В.Ф. Сайка - К.: Аграрна наука, 2000 - 37 с.
3. Гелевера О. Ф., Зарубіна А. В. Аналіз земельних ресурсів Кіровоградської області в контексті формування і розвитку екомережі регіону / О. Ф. Гелевера, А. В. Зарубіна // Фізична географія та геоморфологія. - Вип. 48, К.: Обрії, 2005. - С. 193-198.
4. Концепція охорони ґрунтів від ерозії в Україні // УААН, Національний науковий центр "Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського". - Х., 2008. - 60 с.
5. Куценко М. В. Геосистемна концепція формування ґрунтозахисних та водоохоронних агроландшафтів // Агрохімія і ґрунтознавство: Міжвідомчий тематичний науковий збірник. Ґрунти – основа добробуту держави, турбота кожного. Книга третя. – Х., 2006. - С. 250 – 253.
6. Моргун Ф. Г. Почвозащитное земледелие / Ф. Г. Моргун, Н. К. Шикун, А. Г. Тарарико. – К.: Урожай, 1988. – 256 с.
7. Справочник по почвозащитному земледелию / Под ред. И. Н. Безручко, Л. Я. Мильчевской. – К.: Урожай, 1990. – 280 с.
8. Швевс Г. И. Теоретические основы эрозиоведения / Генрих Иванович Швевс. – Киев - Одесса: Вища школа, 1981. – 222 с.

Надійшла до редколегії 11.10.2011

УДК 551.482.6

А. В. ХОЛОПЦЕВ, д-р геогр. наук, канд. физ.-мат. наук, доц.,
А. А. ШИДЛОВСКАЯ

Севастопольский национальный технический университет

ПРОГНОЗ МЕЖГОДОВЫХ ИЗМЕНЕНИЙ МАКСИМАЛЬНЫХ И МИНИМАЛЬНЫХ СРЕДНЕМЕСЯЧНЫХ СКОРОСТЕЙ ВЕТРА В Г. КИРОВОГРАД

Показано, что множественно-регрессионные модели межгодовых изменений среднемесячных скоростей ветра в г. Кировоград в феврале и августе, обладающие максимальной робастностью к временным сдвигам в будущее, позволяют осуществлять эффективное прогнозирование этого процесса с упреждениями, как минимум, 8 лет. Уменьшение значений среднемесячных скоростей ветра в упомянутые месяцы, происходившее здесь в предыдущее тридцатилетие, в период с 2011 по 2017 гг., прекратится, что сделает более благоприятным перспективы развития ветроэнергетики в регионе.

Ключевые слова: межгодовая изменчивость среднемесячных скоростей ветра, моделирование, прогнозирование, множественная регрессия, робастность, эффективность

Холопец О. В., Шидловська О. О. ПРОГНОЗ МІЖРІЧНИХ ЗМІН МАКСИМАЛЬНИХ І МІНІМАЛЬНИХ СЕРЕДНЬОМІСЯЧНИХ ШВИДКОСТЕЙ ВІТРУ В м. КІРОВОГРАД

Показано, що множинно-регресійні моделі міжрічних змін середньомісячних швидкостей вітру в м. Кіровоград в лютому і серпні, мають максимальну робастність до часових зсувів у майбутнє, дозволяють здійснювати ефективне прогнозування цього процесу з випередженням, як мінімум, 8 років. Зменшення значень середньомісячних швидкостей вітру в згадані місяці, що відбувалося тут у попереднє тридцятиріччя, у період з 2011 по 2017 рр. припиниться, що зробить більш сприятливі перспективи розвитку вітроенергетики в регіоні.

Ключові слова: міжрічної мінливість середньомісячних швидкостей вітру, моделювання, прогнозування, множинна регресія, робастність, ефективність.

Holoptsev A., Shidlovsky A. INTERANNUAL CHANGES FORECAST MAXIMUM AND MINIMUM AVERAGE WIND SPEED IN KIROVOGRAD

Shown that the multiple regression model interannual changes of average monthllyspeed of wind in Kirovograd in february and august, with maximal robustness to temporary shifts in the future, allow for efficient prediction of the process of preemption, at least 8 years. Decrease of the average wind speeds in the mentioned months, that happened here in the previous thirty years, from 2011 to 2017., stops that would make it more favorable prospects in regigone wind.

Keywords: interannual changes of average monthly speed of wind, modeling, forecasting, multiple regression, robustness, efficiency

Ветер является одним из перспективных экологически чистых и практически неисчерпаемых энергетических ресурсов, все шире используемых человечеством [1, 2]. Поэтому совершенствование методик моделирования и прогнозирования межгодовых изменений его характеристик является актуальной проблемой физической географии, а также ветроэнергетики.

Наибольший интерес решение данной проблемы представляет для регионов, в которых собственные запасы традиционных источников энергии не в полной мере способны удовлетворить потребности развития их экономики, вследствие чего существенный интерес вызывает развитие ветроэнергетики [3]. К их числу относится и такой регион Украины как Кировоградская область.

Исследование ветрового режима здесь началось еще в XIX веке и ныне продолжается на расположенных здесь 8 метеостанциях. Данные, полученные на 6 из них, входящих в единую сеть, созданную Всемирной метеорологической организацией, представлены на Интернет-сайте <http://www.tutiempo.net/en/Climate>.

Современные представления о ветровом режиме на территории Кировоградской области изложены в монографиях Г. П. Мищенко [4], И. П. Ильченко и М. Х. Галюка [5], а также А. М. Прокашева [6].

Установлено, что ветровой режим в этом, как и во многих других регионах планеты, является отражением ряда крупномасштабных процессов в ее климатической системе, состояние которых определяется соответствующими глобальными климатическими индексами (ГКИ) [7-14].

Наиболее существенное влияние на эффективность применения на ветровой электростанции ветрогенераторов с некоторыми параметрами, оказывают межгодовые изменения таких характеристик скорости ветра на соответствующей территории как являются максимальное и минимальное среднемесячные значения скорости ветра. Поэтому их учет необходим при проектировании таких электростанций.

Вместе с тем этого эффективность существующих методов среднесрочного и долгосрочного прогнозирования динамики данных характеристик ветрового режима во многих регионах мира не всегда удовлетворяет потребности практики и обуславливает целесообразности совершенствования.

Для идентификации таких моделей достаточно располагать одними лишь временными рядами изучаемых процессов и их значимых факторов. Стохастические модели, идентифицированные по предыстории изучаемого процесса, могут быть применены при прогнозировании его динамики в будущем, если им свойственна достаточная робастность к временным сдвигам в будущее [15].

Одним из наиболее универсальных подходов к разработке стохастических моделей случайных процессов является метод множественной регрессии [16] (далее МР).

Учитывая изложенное, объектом данного исследования выбрана современная межгодовая изменчивость максимальной и минимальной среднемесячных скоростей ветра в г. Кировоград.

Предмет исследования – особенности прогнозов межгодовой изменчивости максимальных и минимальных среднемесячных значений скорости ветра в г. Кировоград, разработанных с использованием МР моделей, обладающих максимальной робастностью к временным сдвигам в будущее.

Целью работы является оценка эффективности применения критерия максимальной робастности к временным сдвигам в будущее при разработке МР алгоритмов прогнозирования межгодовой изменчивости максимальных и минимальных среднемесячных скоростей ветра в г. Кировоград.

Для достижения данной цели в работе решены следующие задачи:

1. Выявление месяцев, для которых средние значения среднемесячных скоростей ветра в г. Кировоград, рассчитанные за период с 1951 по 2009 г. являлись максимальными и минимальными, а также формирование исходного множества факторов изучаемых процессов.

2. Выявление сочетаний подобных факторов, применение которых в качестве аргументов МР моделей данных процессов обеспечивает их максимальную робастность к временным сдвигам в будущее от 1 до 8 лет.

3. Идентификация подобных моделей, а также оценка адекватности и эффективности, разработанных с их помощью прогнозов изучаемых процессов, с упреждениями от 1 до 8 лет.

Методика исследования и фактический материал

В качестве фактического материала рассматривались временные ряды среднемесячных скоростей ветра в г. Кировоград, зафиксированные здесь в различные месяцы за период с 1951 по 2009 гг., представленные на международном Интернет-сайте <http://www.tutiempo.net/en/Climate>.

При решении первой задачи для каждого месяца были вычислены средние значения этих характеристик за весь указанный период, что позволило установить месяцы, для которых оно является максимальным и минимальным.

Установлено, что в спектрах временной изменчивости большинства ГКИ, влияющих на временную изменчивость характеристик поля скорости ветра в различных регионах планеты, присутствует мода с периодом 2 года. Учитывая это, в исходное множество факторов были включены в качестве его компонентов временные ряды среднемесячных значений глобальных климатических индексов (ГКИ) продолжительностью 59 лет, соответствующие всем месяцам. В него были включены также временные ряды всех возможных произведений индекса меридиональной моды поверхностной температуры Атлантики (amm) для всех месяцев на все остальные рассматриваемые ГКИ в совпадающие месяцы.

При этом учитывались все ГКИ, регистрация которых в период с 1951 по 2009 гг. осуществлялась без пропусков. К ним относятся:

1. *ГКИ, рассчитываемые по полю атмосферного давления:* индекс арктического колебания (ao), индекс Южного колебания (soi), индекс Северо-Атлантического колебания (nao).

2. *ГКИ, рассчитываемые по полю темпе-*

ратуры поверхности океана (ТПО): атлантического океана: атлантический меридиональный режим (amm), индекс Атлантического мульти-декадного колебания (amon), триполь ТПО в Атлантике (atl), индекс аномалии ТПО Северо-тропической части Атлантики (nta), индекс аномалии ТПО тропики – Северная Атлантика (tna), индекс аномалии ТПО тропики – Южная Атлантика (tsa).

3. *ГКИ, рассчитываемые по полю ТПО Тихого океана:* индекс аномалии ТПО дальневосточно-тропической части Тихого океана (nina-1), индекс аномалии ТПО восточно-тропической части Тихого океана (nina-3), индекс аномалии ТПО центрально-тропической части Тихого океана (nina-4), индекс аномалии ТПО восточно-центрально-тропической части Тихого океана (nina-34), тихоокеанский североамериканский индекс (pna), индекс аномалии ТПО западной части Тихого океана (wp)

4. *ГКИ, характеризующие явление Эль-Ниньо:* индекс Эль-Ниньо-Южного колебания (senso), мультивариационный индекс Эль-Ниньо – Южного колебания (mei), индекс эволюции Эль-Ниньо (tni).

5. *Прочие ГКИ:* индекс квазидвухлетнего колебания (qbo), поток радиосоставляющей солнечного излучения (длина волны 10,7 см) (solar), месячные суммы осадков над областью Сахель (swm), индекс теплой области в Западном полушарии (whwp)

Информация о временной изменчивости ГКИ была получена с сайта Национальной администрации по океану и атмосфере, отдел «Лаборатория изучения земных систем» <http://www.noaa.gov>.

Нетрудно видеть, что количество различных временных рядов, входящих в сформированное подобным образом их исходное множество составляло 516.

Рассматривались линейные МР модели [18] изучаемых процессов, учитывающие их связи со всеми возможными сочетаниями факторов, относящихся к подобному их исходному множеству, включающими по 10 компонентов.

Установлено, что общее количество подобных сочетаний рассматриваемых факторов составляет: C_{516}^{10} . Осуществить полный перебор такого количества сочетаний практи-

чески невозможно. Вместе с тем метод случайного поиска [19] и в этом случае позволяет найти сочетание, при котором значение рассматриваемого критерия является наименьшим. Учитывая это, именно упомянутый метод и использовался при решении второй задачи.

На каждом шаге процедуры случайного поиска оценивалось качество того или иного сочетания факторов изучаемого процесса, заданного временным рядом своих наблюдений – $y[j]$ ($j = 1, 2, \dots, M$).

При этом для каждого такого сочетания факторов осуществлялась идентификация МР модели:

$$Y \begin{bmatrix} \vdots \\ \vdots \\ \vdots \end{bmatrix} = c_0 + \sum_{i=1}^N c_i \cdot x_i \begin{bmatrix} \vdots \\ \vdots \\ \vdots \end{bmatrix}, \quad (1)$$

где $Y[j]$ – временной ряд результатов математического моделирования $y[j]$, который рассматривается как функция;

$x_i [j]$ – временные ряды факторов, рассматриваемых как аргументы МР модели изучаемого процесса, каждый из которых также содержит по M членов: $M > N + 1$, N полагалось равным 10;

c_i ($i = 0, 1, \dots, N$) – неизвестные действительные константы, выбираемые так, чтобы минимизировать P , определяемое, как:

$$P = \sum_{j=1}^M \left(Y[j] - y[j] \right)^2 \quad (2)$$

Значения c_i определялись по методу наименьших квадратов [18], из соотношения:

$$C = A^{-1} \cdot B \quad (3)$$

где C – $N + 1$ -мерный вектор, компонентами которого являются константы c_i ,

$$B = \left\{ \begin{array}{c} \sum_{i=1}^M y_i \\ \sum_{i=1}^M y_i x_{i,1} \\ \dots \\ \sum_{i=1}^M y_i x_{i,N} \end{array} \right\} \text{ – } N + 1 \text{ мерный вектор,}$$

A^{-1} – матрица $(N + 1) \times (N + 1)$, обратная по отношению к A [20],

$$A = \begin{pmatrix} M & \sum_{i=1}^M x_{i,1} & \sum_{i=1}^M x_{i,2} & \dots & \sum_{i=1}^M x_{i,N} \\ \sum_{i=1}^M x_{i,1} & \sum_{i=1}^M x_{i,1} x_{i,1} & \sum_{i=1}^M x_{i,2} x_{i,1} & \dots & \sum_{i=1}^M x_{i,N} x_{i,1} \\ \sum_{i=1}^M x_{i,2} & \sum_{i=1}^M x_{i,1} x_{i,2} & \sum_{i=1}^M x_{i,2} x_{i,2} & \dots & \sum_{i=1}^M x_{i,N} x_{i,2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \sum_{i=1}^M x_{i,N} & \sum_{i=1}^M x_{i,1} x_{i,N} & \sum_{i=1}^M x_{i,2} x_{i,N} & \dots & \sum_{i=1}^M x_{i,N} x_{i,N} \end{pmatrix}$$

– квадратная матрица,

Необходимым условием существования решения уравнения (3) является:

$$\text{rang}(A) = N + 1, \quad (4)$$

что имеет место, если среди аргументов модели $x_i [j]$ отсутствуют временные ряды, связанные между собой функционально.

Из временного ряда, содержащего результаты наблюдений изучаемого процесса, а также всех десяти рядов, соответствующих его факторам, образующим рассматриваемое сочетание, формировались фрагменты, различающиеся между собой на заданную величину упреждения прогноза τ ($\tau = 1, 2, \dots$) и имеющие длину 25- τ . При этом фрагмент, временного ряда изучаемого процесса начинался с 1951 года.

Используя эти фрагменты как $y[j]$ и $x_i[j]$ соответственно, из соотношения (3) находился вектор коэффициентов МР модели (1), соответствующий нулевому временному сдвигу δ ($\delta = 0, 1, 2, \dots, 14$). Затем, подставляя в (1) значения $x_i [j + \tau + \delta]$, рассчитывались прогнозы изучаемого процесса $Y[j + \tau + \delta]$, которые вчитались из соответствующего его фактического значения $y[j + \tau + \delta]$.

Таким образом, для каждого значения упреждения прогноза и каждого месяца были определены сочетания факторов, использование которых в качестве аргументов МР модели изучаемого процесса, обеспечивало ее максимальную робастность к временным сдвигам в будущее, не превышающим 18 лет.

При решении третьей задачи оценивалась адекватность прогнозов, основывающихся на МР модели, аргументами которой являлись временные ряды факторов, образующих выявленное сочетание. Как мера их адекватности, рассматривалась вероятность того, что величина ошибки прогноза не превысит по

модулю некоторый пороговый уровень. В качестве такого уровня было выбрано значение среднеквадратического отклонения изучаемого процесса, рассчитанное за период с 1951 по 2009 гг.

Прогноз с некоторым упреждением полагался адекватным, если значение этой вероятности оказывалось не менее 0.866 [21]. Эффективность прогнозов изучаемых процессов на 2010 год оценивалась путем их сопоставления с соответствующими результатами фактических наблюдений.

Результаты и их анализ

Анализ временных рядов межгодовых изменений среднемесячных значений скорости ветра в г. Кировограде, показал, что в период с 1951 г. по 2009 г. их максимальные значения наблюдались в феврале (15,7 км/ч), а минимальные – в августе (11,7 км/ч). Поэтому было признано целесообразным рас-

сматриваемые закономерности изучать для указанных месяцев.

С использованием метода случайного поиска для февраля и августа выявлены сочетания факторов, учет которых в соответствующих МР моделях обеспечивает их максимальную робастность к временным сдвигам в будущее. Полученные при этом подобные сочетания, соответствующие февралю приведены в таблице 1.

Среди факторов (табл.1), входящих в состав аргументов МР моделей рассматриваемого процесса, обладающих максимальной робастностью к временным сдвигам и обеспечивающих его прогнозирование с упреждениями 1 – 8 лет, преобладают временные ряды изменений значений таких ГКИ, как amm и amon, которые характеризует состояние поля поверхностной температуры Атлантического океана.

Таблица 1

Сочетания факторов межгодовых изменений среднемесячных скоростей ветра в г. Кировоград в феврале, обеспечивающих максимально возможную робастность к временным сдвигам в будущее прогностических моделей этого процесса

τ,год		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	ГКИ	atl	censo	mei	mei	nina-1	nina-3	nta	pna	tsa	amm*whwp
	месяц	янв	дек	июн	июл	май	фев	апр	июн	май	апр
2	ГКИ	amm	amon	nao	nao	nina-1	nina-3	nina-4	nina34	censo	amm* tsa
	месяц	ноя	янв	май	дек	июн	фев	ибл	авг	ноя	май
3	ГКИ	amm	amm	amon	amon	amon	ao	mei	nao	nao	amm*nina-4
	месяц	янв	фев	янв	мар	апр	июн	май	апр	июн	июл
4	ГКИ	amm	amm	amm	amm	nao	soi	soi	tsa	wp	amm*pna
	месяц	фев	май	июл	окт	мар	авг	сен	дек	сен	июн
5	ГКИ	amm	amm	amm	amm	nao	nina-4	solar	swm	tsa	amm*nao
	месяц	янв	фев	сен	ноя	мар	сен	авг	фев	май	сен
6	ГКИ	amm	amm	amm	amm	ao	mei	nao	nina-4	wp	amm*pna
	месяц	май	июл	сен	дек	фев	янв	фев	апр	авг	дек
7	ГКИ	amm	amon	amon	amon	ao	ao	nina-3	nina-3	swm	tsa
	месяц	июл	янв	авг	ноя	янв	авг	июн	июл	фев	мар
8	ГКИ	amm	amm	amon	amon	amon	amon	censo	solar	whwp	amm* tsa
	месяц	авг	окт	янв	фев	июл	дек	янв	ноя	июл	авг

Присутствуют в составе оптимальных наборов также ГКИ, характеризующие состояние процессов Эль Ниньо (pina-1, pina-3, pina-4, soi, mei, senso), Арктического (ao) и Североатлантического колебания (nao), полей поверхностной температуры тропической области Атлантического (tsa) и Тихого (pna) океанов, а также солнечной активности (sol).

В таблице 2 представлены оценки рассматриваемой характеристики адекватности прогнозов с упреждениями 1-8 лет, разработанных с использованием МР моделей, учитывающих в качестве своих аргументов, сочетания факторов, обеспечивающие максимальную их робастность к временным сдвигам в будущее.

Из таблицы 2 видно, что значения рассматриваемой характеристики эффективности прогнозов среднемесячных скоростей ветра в г. Кировоград в феврале и августе превышают уровень 0.866 при любых упреждениях в интервале от 1 до 8 лет. Наименьшими являются

робастности к временным сдвигам в будущее моделей, описывающих межгодовые изменения среднемесячных скоростей ветра в г. Кировоград в феврале, при упреждении 4 года, а в марте – 5 лет. При этом значения вероятности того, что ошибка прогнозов изучаемых процессов не превышает их среднеквадратическое отклонение, составляет 0.88.

Как уже отмечалось выше, приведенные оценки эффективностей рассматриваемых прогнозов могут оказаться адекватными лишь в случае, если в будущем характеристики связей изучаемых процессов и их факторов, используемых в качестве аргументов МР моделей, существенно не изменятся. Тем не менее, учитывая достаточно высокие значения подобных оценок, было признано целесообразным, рассмотреть особенности прогнозов межгодовых изменений среднемесячных скоростей ветра в г. Кировоград, в феврале и марте, разработанных с использованием идентифицированных моделей.

Таблица 2

Значения вероятностей того, что ошибка прогноза изменений среднемесячной скорости ветра в г. Кировограде с упреждением τ , не превышает среднеквадратического отклонения этого процесса

τ , год	Февраль	Август
1	0,96	1
2	1	0,92
3	0,88	0,88
4	0,92	0,96
5	0,96	0,88
6	0,92	0,92
7	0,92	0,92
8	0,92	0,96

Упомянутые прогнозы межгодовой динамики изучаемых процессов, соответствующие рассматриваемым месяцам, представлены в таблице 3.

Как следует из таблицы 3, в период с 2010 по 2017 год следует ожидать, что уменьшение значений среднемесячных скоростей ветра в рассматриваемые месяцы в г. Кировоград, происходившее здесь в преды-

дущее тридцатилетие, прекратится. Это делает более благоприятными перспективы развития здесь ветроэнергетики.

Сопоставление приведенных прогнозов на 2010 г. с соответствующими фактически значениями изучаемых характеристик подтверждает их удовлетворительную эффективность.

Таблиця 3

Прогнозируемые с использованием идентифицированных МР моделей, среднемесячные скорости ветра V (км/ч) в г. Кировоград и соответствующие полуширины интервалов ΔV (км/ч), к которым с вероятностью 0.95 будут принадлежать их истинные значения

Год	Февраль		Август	
	V , км/ч	ΔV , км/ч	V , км/ч	ΔV , км/ч
2010	16,636	2,651	10,639	1,543
2010 факт.	17,5		12,6	
2011	14,229	2,356	10,184	1,744
2012	13,955	3,241	11,889	1,719
2013	15,420	2,833	12,162	1,340
2014	11,605	2,439	11,129	1,549
2015	14,594	3,300	11,387	1,868
2016	16,015	2,909	11,813	1,734
2017	16,331	2,662	12,328	1,712

Это, а также выявленные особенности прогнозов рассматриваемых процессов, разработанных с использованием МР моделей, являющихся максимально робастными к временным сдвигам в будущее, позволяет предполагать возможность применения рассматриваемого подхода при решении аналогичных задач прогнозирования и для многих других регионов планеты.

Выводы

Таким образом, установлено:

1. Сочетания факторов, учет которых в прогностических моделях изучаемых процессов сообщает им указанные свойства, могут быть выявлены для каждого заданного предупреждения прогноза с использованием метода случайного поиска во множестве, элементами которого являются временные ряды рассматривавшихся ГКИ, опережающие изучаемый процесс на единицы – десятки месяцев.

2. Процессом, оказывающим наибольшее влияние на межгодовую изменчивость среднемесячных скоростей ветра в г. Кировоград являются изменения распределения поверхностной температуры Атлантического океана, характеризуемые ГКИ a_{mm} и a_{mon} . Зна-

чимое влияние оказывают также изменения состояний процессов Эль Ниньо-Южное колебание, Арктического и Североатлантического колебаний, полей поверхностной температуры тропической области Атлантического и Тихого океанов, а также солнечной активности.

3. Уменьшение значений среднемесячных скоростей ветра в рассматриваемые месяцы в г. Кировоград, происходившее здесь в предыдущее тридцатилетие, в период с 2011 по 2017 гг., прекратится.

ЛИТЕРАТУРА

1. Школьный Є. П. Фізика атмосфери / Є. П. Школьний. – Одеса – 1997. – 698 с.
2. Одум Ю. Экология / Ю. Одум. – М.: Мир, 1986 – Т. 1. – 328 с; Т. 2. – 376 с.
3. Рензо Д. Д. Ветроэнергетика / Д. Д. Рензо. – М.: Энергоатомиздат, 1981. – 272 с.
4. Міщенко Г. П. Кіровоградська область / Г. П. Міщенко. – Київ, 1961. – 456 с.
5. Ільченко І. П. Ґрунти Кіровоградської області / І. П. Ільченко, М. Х. Галюк. – Дніпро, 1969. – 457 с.
6. Прокашев А. М. Почвы со сложным органофильем юга Кировоградской области: экология, свойства, генезис / А. М. Прокашев. – Кировоград: ВГПУ, 1999. – 176 с.

7. Марчук Г. И. Роль океана в формировании климата / Г. И. Марчук // Материалы Всемирной конференции по изменению климата, 2003. – с. 16–17.
8. Воскресенская Е. Н. Влияние крупномасштабных атмосферных процессов на формирование гидрофизических и гидробиологических условий северо-западной части Черного моря в зимний период / Е.Н. Воскресенская // Морской гидрофизический журнал, № 6, 2004. – с. 29–36.
9. Chiang, J. C. Analogous meridional modes of atmosphere-ocean variability in the tropical Pacific and tropical Atlantic / J.C. Chiang // J. Climate. –V.17(21). – 2004. – P. 4143-4158.
10. Enfield D. B. The Atlantic multidecadal oscillation and its relation to rainfall and river flows in the continental U.S. / D.B. Enfield // Geophysical Research Letters. – V. 28. – 2001. – P. 2077-2080.
11. Wolter K. M. Measuring the strength of ENSO - how does 1997/98 rank? / K. M. Wolter // Weather. –V. 53. – 1998. – P. 315-324.
12. Penland C. L. Prediction of tropical Atlantic sea surface temperatures using Linear Inverse Modeling / C. L. Penland // J. Climate, March, 1998. – P. 483-496.
13. Enfield D. B. How ubiquitous is the dipole relationship in tropical Atlantic sea surface temperatures? / D.B. Enfield // JGR-O, 104, 1999. – P. 7841-7848.
14. Wang C. B. The tropical Western Hemisphere warm pool / C. B. Wang // Geophysical Research Letters. – V. 28. – 2001. – P. 1635-1638.
15. Хьюбер П. В. Робастность в статистике / П. В. Хьюбер. – М.: Мир, 1984. – 303 с.
16. Норман Р. Д. Прикладной регрессионный анализ. Множественная регрессия = Applied Regression Analysis / Р.Д. Норман, Е. С. Гарри. – М.: «Диалектика» 3-е изд, 2007. – 912 с.
17. Кендалл М. А., Стьюарт А. П. Статистические выводы и святи / М. А.Кендалл, А. П. Стьюарт. – М.: Наука, 1973. – 456 с.
18. Рао С. Р. Линейные статистические методы и их применения / С. Р. Рао. – М.: Наука, 1968. – 376 с.
19. Чипига А. Ф. Анализ методов случайного поиска глобальных экстремумов многомерных функций / А. Ф. Чипига, Д. А. Колков // Фундаментальные исследования. – № 2. – 2006. – С. 24-26.
20. Голуб Дж. Матричные вычисления / Дж. Голуб. – М.: Мир, 1999. – 548 с.
21. Двайт Г. Б. Таблицы интегралов и другие математические функции / Г. Б. Двайт. – СПб: Издательство и типография АО ВНИИГ им. Б. В. Веденеева, 1995. – 176 с.

Надійшла до редколегії 10.10.2011

УДК 712.4

В. І. ГЕТЬМАН, канд. геогр. наук, доц.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

НЕБЕЗПЕЧНІ ЕКЗОГЕННІ ПРОЦЕСИ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ (ЕКОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ І МОНІТОРИНГ)

Природна взаємодія, як найважливіший атрибут ландшафту, об'єктивно виражається у вигляді природних (фізико-географічних процесів), які можуть бути викликані ендегенними та екзогенними причинами і набувати катастрофічного, стихійного характеру. В Українських Карпатах до небезпечних екзогенних процесів відносяться: паводки, селі, снігові лавини, зсуви, обвали, вітровали тощо.

Ключові слова: екзогенні процеси, небезпечні процеси, Українські Карпати, моніторинг

Гетьман В. И. ОПАСНЫЕ ЭКЗОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ УКРАИНСКИХ КАРПАТ (ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ И МОНИТОРИНГ)

Природное взаимодействие, как наиболее важный атрибут ландшафта, объективно выражается в виде природных (физико-географических процессов), которые могут быть вызваны эндогенными и экзогенными причинами и приобретать катастрофический, стихийный характер. В Украинских Карпатах к неблагоприятным экзогенным процессам относятся: паводки, сели, снежные лавины, оползни, обвалы, ветровалы и т.д.

Ключевые слова: экзогенные процессы, опасные процессы, Украинские Карпаты, мониторинг

Getman V. DANGEROUS EXOGENOUS PROCESSES UKRAINIAN CARPATHIANS (ENVIRONMENTAL CONTROL AND MONITORING)

Natural co-operation, as a major attribute of landscape, is objectively expressed as natural (physical-geographical processes) which can be caused endogenous and exogenous reasons and to acquire catastrophic, elemental character. In Ukrainian Carpathians to the dangerous exogenous processes belong: floods, village, snow avalanche, changes, collapses, wind-fallen trees and others like that.

Keywords: exogenous processes, dangerous processes, Ukrainian Carpathians, monitoring