

## О влиянии магнитного поля Земли на урожайность озимой пшеницы на территории Украины

© М. И. Орлюк<sup>1</sup>, П. П. Мельник<sup>2</sup>, А. А. Роменец<sup>1</sup>, Л. И. Лищетович<sup>2</sup>, 2012

<sup>1</sup>Институт геофизики НАН Украины, Киев, Украина

<sup>2</sup>Институт агроэкологии и экономики природопользования НААН Украины,  
Киев, Украина

Поступила 22 августа 2011 г.

Представлено членом редколлегии В. И. Старостенко

В результате статистических исследований показаний взаимосвязок урожайности озимой пшеницы с интенсивностью магнитного поля Земли на территории Украины для периода 1955—1990 гг. Спостерігаються істотні зміни магнітного поля у просторі та часі ( $B=850$  нТл для періоду 1955—1990 рр.). Для досліджуваного часового інтервалу спостерігається закономірне збільшення урожайності пшениці від  $Y=17\div 18$  ц/га до  $Y=32\div 35$  ц/га. Отримані коефіцієнти кореляції урожайності озимой пшениці з геомагнітним полем для окремих областей (змінюються в межах від  $r=0,64$  (Луганська) до  $r=0,89$  (Чернівецька)) і для всієї території України ( $r=0,85$ ) свідчать про їх істотну залежність.

As a result of statistic data treatment a correlation between winter wheat productivity and Earth's magnetic field intensity on the territory of the Ukraine for the period of 1955—1990 has been revealed. Important spatial variations of the magnetic field as well as temporal ones ( $B=850$  nT for the period of 1955—1990) are observed. Regular raising the level of wheat productivity from  $Y=17\div 18$  centners per hectare to  $Y=32\div 35$  centners per hectare is registered for studied temporal interval. Obtained correlation coefficients of winter wheat productivity and geomagnetic field for separate regions (that are changing in the limits of  $r=0,64$  for Lugansky region and  $r=0,89$  for Chernovitsky one) as well as for the whole territory of the Ukraine ( $r=0,85$ ) indicates its considerable dependence from this field.

**Введение.** К настоящему времени становится ясно, что многообразие явлений и процессов в биосфере происходит под воздействием тех или иных факторов внешней среды: температуры, давления, влажности и т. д. Одним из таких факторов является магнитное поле Земли (МПЗ), поэтому задача настоящей работы — исследование возможной связи урожайности озимой пшеницы от пространственно-временных особенностей МПЗ в украинском климатогеографическом поясе. Геомагнитное поле было выбрано по следующим соображениям: во-первых, это один из планетарных геофизических факторов, исторически определяющих ход и развитие естественных процессов в косных и биокосных системах, а во-вторых, многие его аспекты изучены на уровне, необходимом для междисциплинарных исследований [Орлюк, 2001; Орлюк, Роменец, 2005; Orliuk et al., 2010]. В некоторых работах последних лет [Орлюк и

др., 2007; Фролов и др., 2009] установлено, что существует прямая связь между количеством заболевших гриппом и острыми респираторными заболеваниями и пространственной возмущенностью МПЗ, а также более сложная зависимость — с его временной возмущенностью. Предварительное объяснение этой зависимости двойственное: то ли вирусы более активны в сильных магнитных полях, то ли ослабляется иммунная система организма. При этом и вирусы, и иммунная система организма являются своего рода «подвижными субстанциями», которые очень быстро, практически мгновенно, реагируют на то или иное внешнее воздействие. В связи с этим интересным представляется исследование возможного влияния магнитного поля на более «косную субстанцию» — растительный мир. Проведение такого исследования стало возможным в рамках Договора о научно-техническом сотрудничестве между Институтом геофизики НАН Украины

и Институтом агроэкологии и экономики природопользования НААН Украины, которые обладают подробными базами данных о состоянии и динамике МПЗ, а так же об урожайности злаковых и других культур для периода с 1955 по 2010 г. В настоящей статье авторы рассматривают только период 1955—1990 гг., как наиболее надежный в плане достоверности статистических данных по урожайности озимой пшеницы.

**Пространственно-временная характеристика МПЗ на территории Украины.** Пространственно-временная структура МПЗ определяется суммой полей от разных источников:

$$B = B_n + \Delta B + \delta B,$$

где  $B_n$  — нормальное (главное) магнитное поле Земли,  $\Delta B$  — аномальное магнитное поле,  $\delta B$  — внешнее магнитное поле Земли.

Анализ изменения нормального геомагнитного поля  $B_n$  свидетельствует о его существенном росте с 1950 г. по настоящее время. В частности, если территория юго-запада и юга Украины в 1950 г. характеризовалась величинами  $B_n=47000$  нТл, а северо-востока и севера — 49800 нТл, то в 2000 г. — величинами 48200 и 50500 нТл соответственно. Горизонтальный градиент поля  $B_n$  составляет около 5 нТл/км. Следовательно, для территории Украины нормальное геомагнитное поле увеличилось в среднем на 1200 нТл за 50 лет.

Сумма полей  $B_n$  и  $\Delta B$  позволяет определить величину модуля  $B$  и его горизонтального градиента как пространственно-временную характеристику «геомагнитной среды» для любого времени (с 1950 по 2000 г.). В Институте геофизики для территории Украины для указанного временного интервала разработана серия карт модуля индукции магнитного поля Земли  $B$  (с шагом 5 лет). В качестве примера на рис. 1 приведена карта модуля  $B$  на эпоху 2000 г., из которой видно, что данный параметр изменяется в пределах 48000—61500 нТл [Орлюк, Роменец, 2005].

В региональном плане интенсивность  $B$  возрастает с юго-запада на северо-восток, достигая максимальных значений на северо-востоке Харьковской области (в районе юго-восточного продолжения Курской магнитной аномалии). Минимальными величинами  $B$  характеризуются АР Крым и Закарпатская область (48768—48885 нТл), а максимальными (50060—50678 нТл) — северо-восточные и северные области Украины. На фоне такой региональной характеристики параметра  $B$  наблюдаются отклонения в сторону больших или меньших значений возмущенности магнитного поля в зависимости от его региональных особенностей. В частности, во Львовской, Днепропетровской, Запорожской и Харьковской областях значения  $B$  больше на несколько сот нанотесла, а в Кировоградской меньше. Резкое

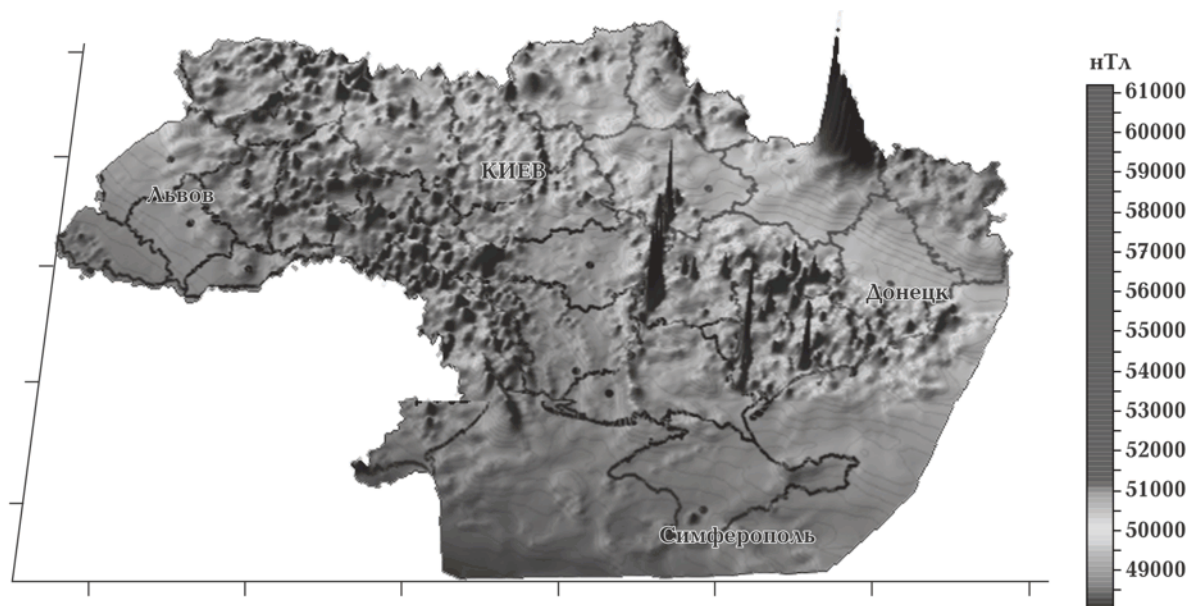


Рис. 1. Карта модуля магнитной индукции  $B$  на эпоху 2000 г.

отклонение величины модуля  $B$  (на тысячи нанотесла) наблюдается только в областях интенсивных локальных магнитных аномалий (Криворожской, Кременчугской, юго-восточном продолжении Курской аномалии и т. д.).

Для определения динамики магнитного поля использованы результаты измерений в магнитных обсерваториях «Киев», «Львов», «Одесса» (рис. 2). Высокоточные непрерывные наблюдения элементов магнитного поля в украинских магнитных обсерваториях (МО) позволили установить следующие изменения модуля  $B$ : МО «Львов» — 1235 нТл (1952—2000), МО «Киев» — 1223 нТл (1958—2000), МО «Одесса» — 1119 нТл (1948—2000). Максимальный градиент модуля индукции  $B$  зафиксирован

в МО «Львов» (25,7 нТл/год), минимальный в МО «Одесса» (21,5 нТл/год), в МО «Киев» — 22,3 нТл/год [Orliuk et al., 2010]. На фоне этих средних величин изменения модуля  $B$  по обсерваторским данным наблюдается существенное изменение среднегодовой скорости его прироста.

По «реперным» значениям магнитного поля  $B$  на эпоху 2000 г. (см. рис. 1) и данным обсерваторских наблюдений (см. рис. 2) были вычислены значения поля для исследуемого временного интервала с шагом в 1 год как для Украины в целом, так и для каждой области и АР Крым в частности. Для Украины вычисленное поле изменяется от 48480 нТл в 1958 г. до 49800 в 2008 г. (рис. 3).

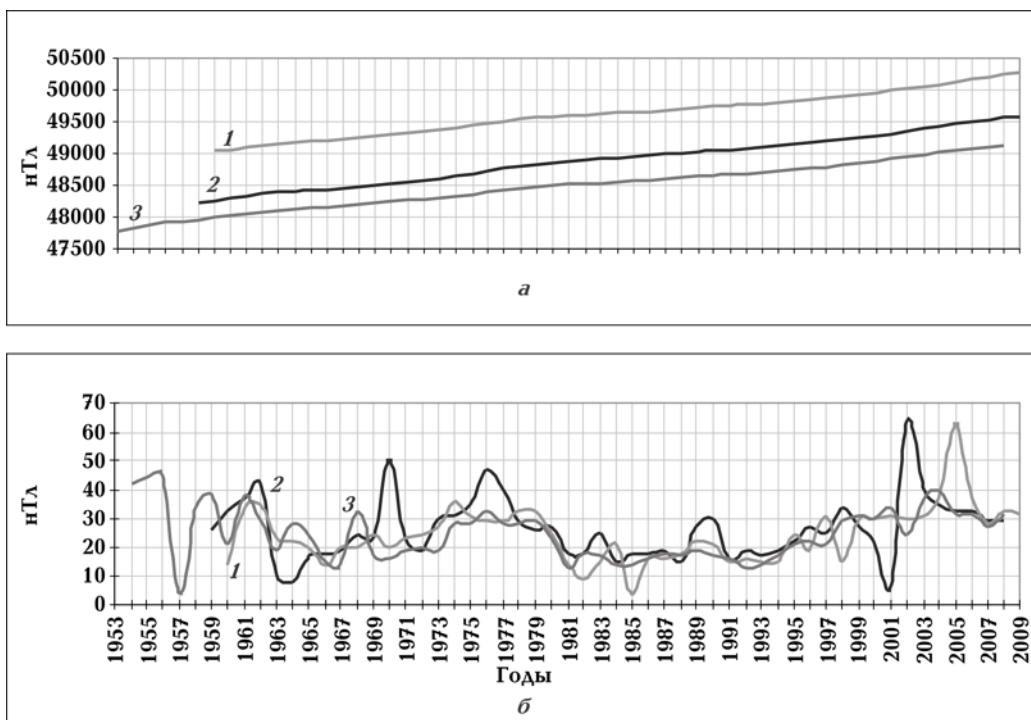


Рис. 2. Изменение модуля магнитной индукции  $B$  (а) и его среднегодовой прирост (б) по данным украинских магнитных обсерваторий: 1 — Львов, 2 — Одесса, 3 — Киев.

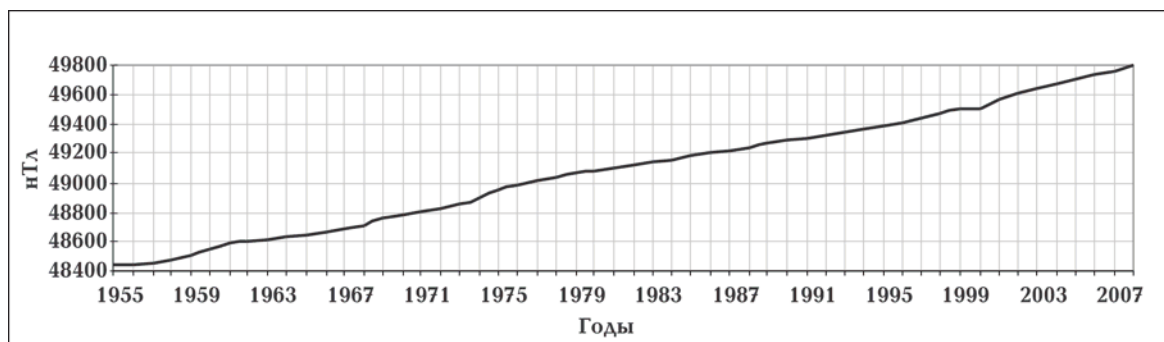


Рис. 3. Изменение среднего значения модуля индукции магнитного поля  $B$  для территории Украины с 1958 по 2008 г.



Рис. 4. Значения модуля индукции магнитного поля  $B$  для областей Украины и АРК за 1961 г.

В пространстве значения модуля  $B$  изменяются в существенных пределах. В частности, среднее значение для Закарпатской области составляет 47923 нТл, для Харьковской — 49834 нТл (разница составляет 1911 нТл). В качестве примера пространственного изменения магнитного поля для областей Украины и АРК приведена схема величин модуля индукции  $B$  для 1961 г. (рис. 4).

Большими значениями характеризуется также изменение магнитного поля во времени. В соответствии с расчетами среднее значение модуля индукции магнитного поля в целом для Украины изменилось от 48479 нТл в 1958 г. до 49802 нТл в 2008 г., т. е. увеличилось на 1323 нТл (см. рис. 4). Естественно, это изменение не монотонное, а с определенной циклическостью высокочастотной составляющей магнитного поля (см. рис. 2).

Таким образом, можно отметить существенную изменчивость в пространстве (разница между областями изменяется в пределах 100—1900 нТл) и времени (более 1300 нТл), что является значимым фактором в отношении его возможного влияния на биосферу в общем, и на растительный мир в частности.

**Пространственно-временная характеристика урожайности озимой пшеницы.** Озимая пшеница — основная культура умеренного климата. Она зимостойкая, хорошо использует почвенную влагу осеннего и весеннего периодов, имеет сильные фотосинтезирующие способности даже в загущенных посевах. Благодаря раннему периоду созревания по сравнению с другими культурами озимая пшеница менее подвержена засухе, что также благоприятно сказывается на возможности выбора разных способов уборки.

Посевная площадь озимой пшеницы имеет большую пространственную и временную изменчивость. Так, даже в период сравнительно стабильного состояния сельскохозяйственных предприятий Украины (1958—1990) посевная площадь озимой пшеницы составляла от 8410,3 до 7491,3 тыс. га, в том числе уборочная площадь — от 7565,1 до 7491,1 тыс. га. Несоответствие посевных и уборочных площадей может быть объяснено неблагоприятными агрометеорологическими условиями и другими факторами, которые характерны для осенне-зимнего и весенне-летнего периодов.

В связи с изменчивостью посевных и уборочных площадей, а соответственно и валовых

вого сбора зерна, для анализа выбран такой нормированный параметр, как урожайность пшеницы:

$$Y = P/S,$$

где  $Y$  — урожайность,  $\text{кг}/\text{м}^2$ ;  $P$  — вес собранного урожая,  $\text{кг}$ ;  $S$  — площадь,  $\text{м}^2$ . Заметим, что на практике урожайность оценивается не в  $\text{кг}/\text{м}^2$ , а в более крупной единице — центнерах на гектар (урожайность  $1 \text{ кг}/\text{м}^2$  будет соответствовать  $100 \text{ ц}/\text{га}$ ). В этом параметре должен проявляться как соответствующий уровень агротехники, включающий выполнение всех технологических операций на протяжении вегетационного периода, так и природные условия производства озимой пшеницы в каждой конкретной почвенно-климатической зоне. Одним из факторов природных условий и является магнитное поле Земли.

Анализ урожайности пшеницы  $Y$  за исследуемый период показывает очень сложный характер ее пространственного и временного распределения. В качестве примера пространственного распределения данного параметра рассмотрим урожайность пшеницы в 1961 г. (рис. 5). Наблюдается довольно четкая тенденция увеличения  $Y$  с юго-юго-запада на северо-

северо-восток. В частности, если АР Крым, южные и западные области (за исключением Черновицкой и Николаевской) характеризуются величинами  $12$ — $18 \text{ ц}/\text{га}$ , то центральные и северо-восточные области —  $21$ — $27 \text{ ц}/\text{га}$ .

В противоположность этому в 1963 г. отмечен недобор урожая озимой пшеницы в Луганской, Донецкой, Днепропетровской, Харьковской, Полтавской, Одесской, Николаевской и Сумской областях. При этом большая урожайность ( $13$ — $17 \text{ ц}/\text{га}$ ) установлена в юго-западных областях и существенно меньшая ( $7$ — $14 \text{ ц}/\text{га}$ ) — в северо-восточных.

Подобная ситуация с недобором урожая сложилась и в 1964 г., но уже в Житомирской, Кировоградской, Николаевской, Полтавской, Ровенской, Сумской и Черниговской областях. Приведенные данные свидетельствуют о том, что наблюдается довольно пестрая картина пространственного распределения урожайности пшеницы без какой-либо видимой закономерности, что может свидетельствовать о влиянии множества факторов, таких как «грунтового», температурного, технологии возделывания культуры и т. д.

Более четкими закономерностями характеризуются временные изменения урожайности



Рис. 5. Средняя урожайность озимой пшеницы областей Украины и АР Крым в 1961 г.



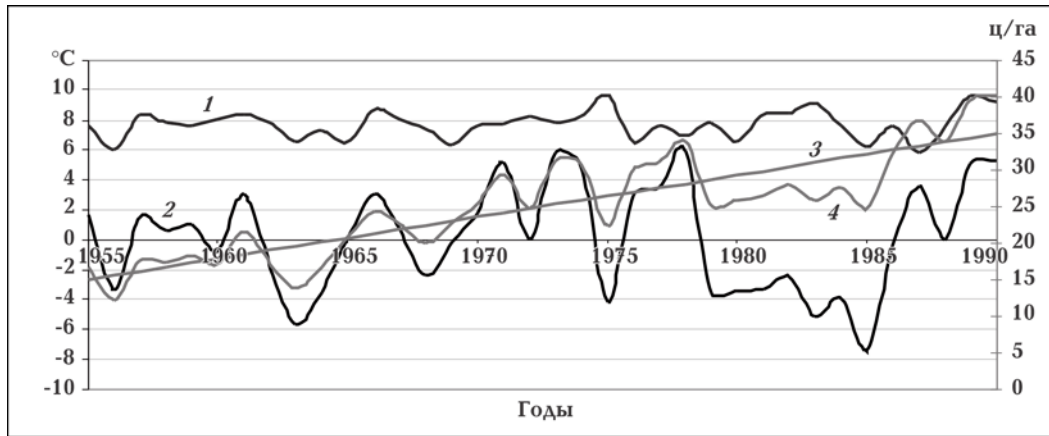


Рис. 6. Изменение температуры (кривая 1) и динамика среднегодовой урожайности озимой пшеницы (кривые 2—4) с 1955 по 1990 г.

пшеницы. Как для отдельных областей, так и для Украины в целом в исследуемом временном интервале наблюдается закономерное увеличение урожайности от 17—18 ц/га в конце 1950-х — начале 1960-х годов, до 32—35 ц/га в конце 1980-х — начале 1990-х годов (рис. 6, кривая 2). Линия тренда урожайности описывается уравнением прямой  $Y(t)=15+0,57(T-1955)$  для временного интервала с 1955 по 1990 г. (кривая 3). На этом фоне (тренде) наблюдались отдельные годы с отклонением урожайности в большую или меньшую стороны (кривая 4). В частности, относительными минимальными величинами средней урожайности  $Y$  характеризовались 1963, 1968, 1972, 1975, 1979, 1985 и 1991, а максимальными — 1961, 1966, 1971, 1978, 1982, 1990 годы. Обратим внимание на довольно продолжительный период (1979—1985) с относительным минимумом средней урожайности 25—27 ц/га.

В принципе, такая же закономерность характерна и для отдельно взятых областей, в качестве примера на рис. 7 приведена диаграмма урожайности для Киевской области. Такие же закономерности получены для всех областей Украины и для АР Крым.

Важным фактором при производстве озимой пшеницы является температура. Она зависит от географического расположения региона в Украине и имеет свои особенности формирования температурного фона территории. К сожалению, в настоящее время нет информации о пространственных различиях распределения температуры, поскольку ее непрерывные наблюдения проводились только в крупных городах (Киев, Львов, Одесса и т. д.).

В соответствии с фактическими данными (для г. Киев) среднегодовое значение температуры для исследуемого временного интервала составляет около 7,5 °С, и на этом фоне про-

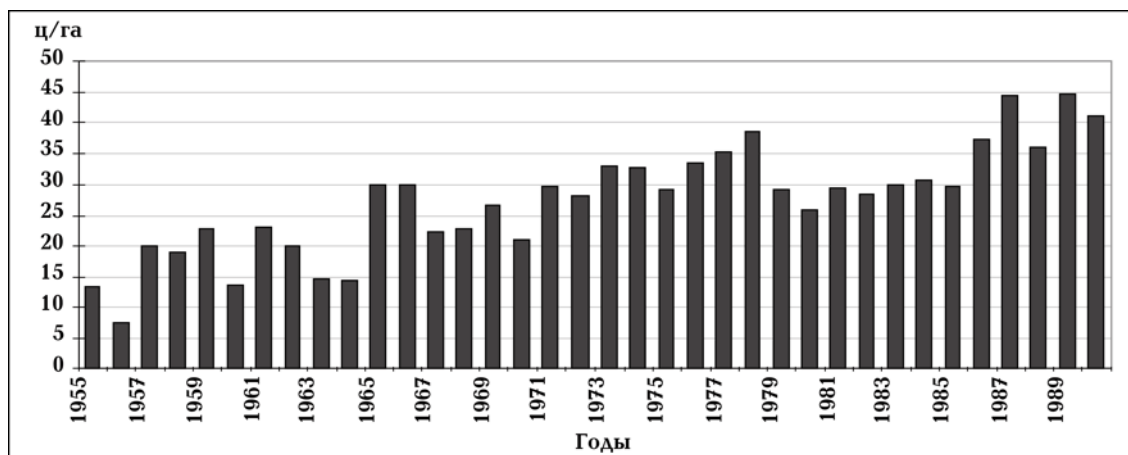


Рис. 7. Динамика урожайности озимой пшеницы по Киевской области с 1955 по 1990 г.

исходит отклонение температуры на  $\pm(0,3—1,4)$  °С (рис. 6, кривая 1) [Бойченко, 2008].

В отдельные годы на протяжении вегетационного периода озимой пшеницы среднемесячная температура воздуха может изменяться, отклоняясь по величине от среднемесячной нормы. Наибольшие отрицательные или положительные отклонения температуры воздуха отмечаются в зимний период. За исследуемое время аномальными периодами с низкими температурами были зимние месяцы в 1954, 1972, 1985, 1987 годах, когда абсолютное отклонение от нормы достигало 9—12 °С. Аномально теплая зима наблюдалась в 1966 г. — температура превышала норму на 6—8 °С.

Аналогичные ситуации зарегистрированы летом, когда аномальные среднемесячные температуры отмечены и в теплые месяцы (1959, 1964, 1972) и в холодные (1962, 1965, 1979). Абсолютное отклонение от нормы составляло 2—6 °С. Наиболее холодным был июль 1979 г. с отклонением температуры 3—5 °С [Ліпінський та ін., 2008].

**Анализ некоторых пространственно-временных особенностей урожайности пшеницы в связи с индукцией геомагнитного поля  $B$ .** Производство озимой пшеницы зависит, прежде всего, от типа почвы, погодноклиматических и социально-экономических факторов. Погодно-климатические факторы зависят от процессов в тропосфере, которые в свою очередь предопределяются солнечной активностью и сопутствующими ей геофизическими явлениями. О взаимосвязи процессов в биосфере, в частности, растительного мира с космической погодой, а именно, с солнечной активностью, указывал еще А. Л. Чижевский [Чижевский, 1995]. К настоящему времени известно большое количество работ, в которых приведены примеры зависимости раститель-

ного мира (от уровня растительных клеток до урожайности сельскохозяйственных культур и цен них) от солнечной и геомагнитной активности [Tomassen, 1992; Dorman et al., 2004]. Однако все эти исследования, достаточно полный обзор которых приведен в монографии [Мартынюк и др., 2008], имеют характер «крупных мазков», без привязки к конкретным значениям параметров внешних геофизических факторов и конкретизации регионов. Более того, практически во всех исследованиях использованы только ритмика внешних процессов и относительные характеристики их амплитуд, что в принципе позволяет делать только визуальное сопоставление каких-то параметров внешней среды и биосферы без возможности количественных оценок. В соответствии с предложенной ранее методологией исследований [Орлюк, 2001; Орлюк, Роменец, 2005; Орлюк и др., 2007 и др.] в данном случае поиск корреляционной связи осуществлялся между модульными значениями индукции геомагнитного поля  $B$  и урожайностью озимой пшеницы с их четкой пространственно-временной привязкой.

*Пространственная зависимость урожайности пшеницы  $Y$  от величины  $B$ .* С учетом данных о средней величине магнитной индукции и урожайности для областей Украины и АР Крым для каждого года исследуемого временного интервала рассчитаны корреляционные зависимости между этими двумя параметрами. Как видно из рис. 8, коэффициент корреляции ( $r$ ) изменяется в широких пределах от 0,69 в 1961 г. до  $-0,73$  в 1963 г. Несмотря на практическое отсутствие корреляции между параметрами  $Y$  и  $B$  в остальные годы, обнаруживается очень интересная закономерность — наличие тренда коэффициента корреляции от 0,25 в 1955 г. до  $-0,40$  в 1972 г. и аналогичного тренда

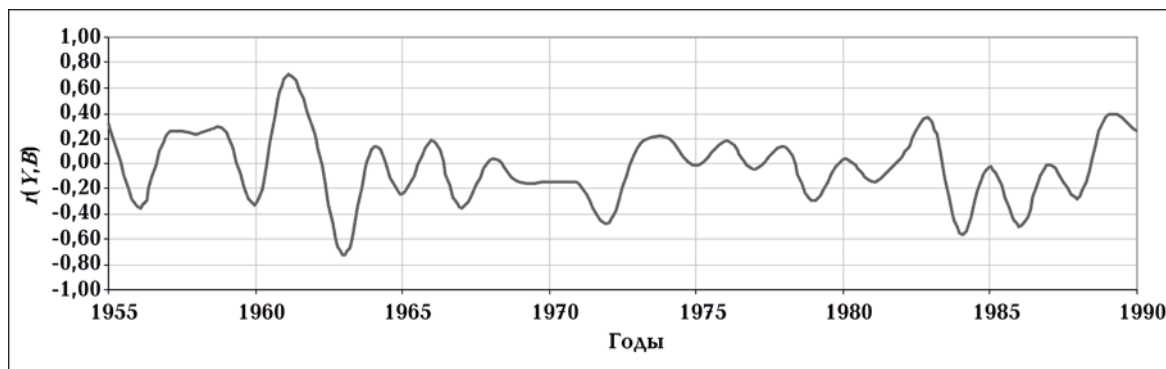


Рис. 8. График изменения корреляции  $r$  между урожайностью озимой пшеницы и индукцией  $B$  для областей Украины и АРК.

с 1973 г. по 1987—1988 гг. В 1972—1973 гг. и 1989—1990 гг. наблюдалось скачкообразное изменение коэффициента корреляции от отрицательного до положительного.

*Временная зависимость урожайности пшеницы  $Y$  от величины  $B$ .* Для каждой области Украины и АР Крым, а также Украины в целом была просчитана корреляционная зависимость рассматриваемых параметров. В противоположность слабой корреляционной связи этих величин в пространстве, обнаруживается сильная их взаимосвязь во времени. В качестве примера рассмотрим временную зависимость  $Y$  от величины  $B$  по Киевской области. За исследуемый отрезок времени урожайность изменялась от 7,7 ц/га в 1956 г. до 44,9 ц/га в 1989 г., а магнитная индукция в пределах 48822—49590 нТл. Между исследуемыми параметрами получена довольно сильная зависимость с коэффициентом корреляции  $r=0,83$  (рис. 9).

Корреляционная зависимость для всех для всех областей Украины и АР Крым исследуемого временного интервала приведена в таблице. Минимальной величиной корреляции характеризуется Луганская область (0,64), а максимальной — Черновицкая область (0,89), остальные области имеют промежуточные значения.

Для расчета корреляционной зависимости  $r$  для Украины в целом для каждого года брались значения средней величины индукции  $B$  и средняя урожайность  $Y$  для каждого года. Графическое изображение динамики магнитного поля и урожайности представлено на рис. 10. Видно, что среднее значение индукции магнитного поля изменяется в пределах 48445—49288 нТл, а урожайности — в пределах 12—40 ц/га. При этом масштаб рисунка не позволяет увидеть детальную структуру магнитного поля  $B$  (см. рис. 2 и 10).

**Корреляционная зависимость между урожайностью  $Y$  и индукцией  $B$  для областей Украины (1955—1990)**

Область	Коэффициент корреляции
Винницкая	0,88
Волынская	0,85
Днепропетровская	0,69
Донецкая	0,72
Житомирская	0,84
Ивано-Франковская	0,88
Закарпатская	0,82
Запорожская	0,75
Киевская	0,83
Кировоградская	0,73
Крым	0,78
Луганская	0,64
Львовская	0,87
Николаевская	0,71
Одесская	0,73
Полтавская	0,83
Ровенская	0,88
Сумская	0,83
Тернопольская	0,88
Харьковская	0,7
Херсонская	0,72
Хмельницкая	0,85
Черкасская	0,85
Черниговская	0,8
Черновицкая	0,89

Для Украины в целом коэффициент корреляции равен 0,85 (рис. 11).

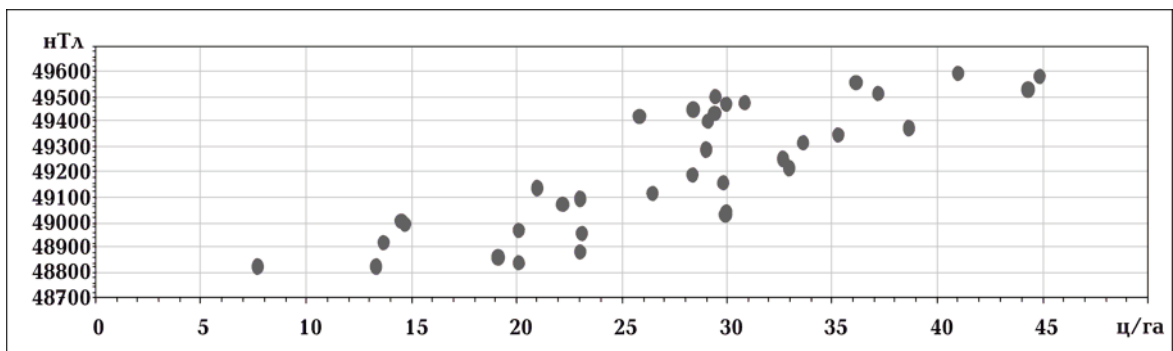


Рис. 9. Корреляционная зависимость между урожайностью и индукцией  $B$  Киевской области для периода 1955—1990 гг.



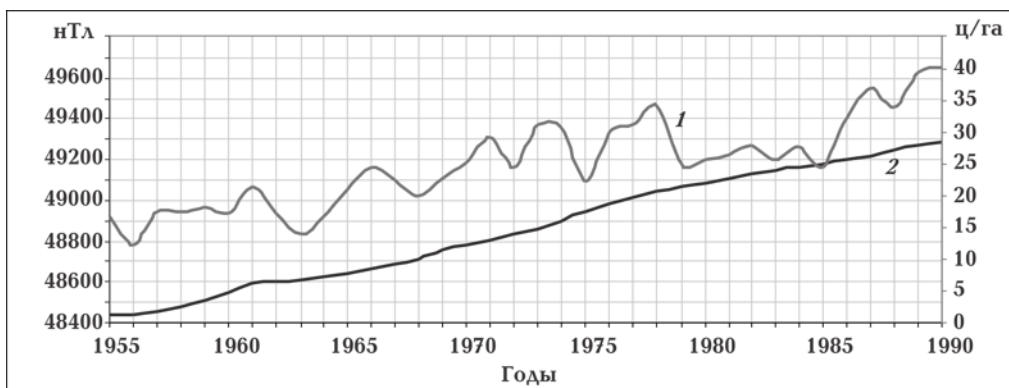


Рис. 10. Урожайность озимой пшеницы  $Y$  (1) и индукция магнитного поля  $B$  (2) в 1955—1990 гг.

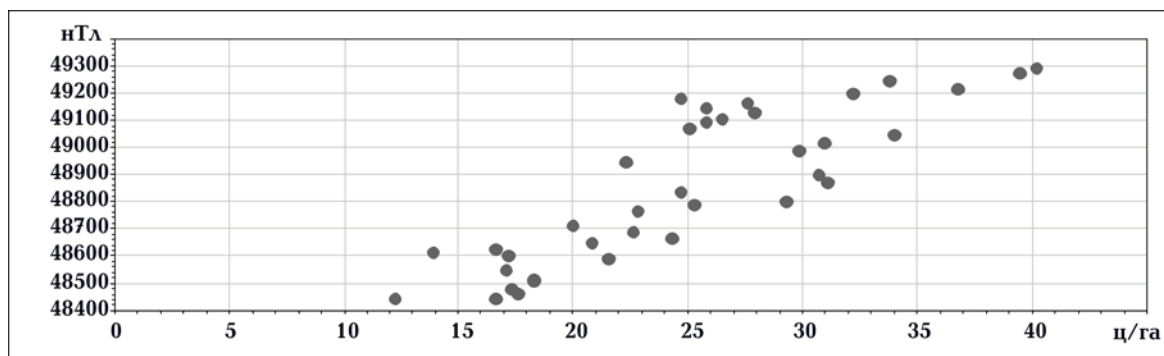


Рис. 11. Корреляционная зависимость между урожайностью и индукцией территории Украины для периода 1955—1990 гг.

Полученные значения корреляции как для отдельных областей, так и для Украины в целом свидетельствуют о достаточно сильной временной связи между урожайностью озимой пшеницы и модулем индукции магнитного поля  $B$ . Конечно, механизм такой взаимосвязи пока что непонятен, но полученные закономерности можно использовать на феноменологическом уровне. Использование для расчета коэффициента корреляции только переменной части магнитного поля Земли, потенциально связанной с солнечной активностью, показывает отсутствие таковой ( $r=0,2$ ). Заметим, что предпринятые попытки обнаружить взаимосвязь урожайности с температурой не увенчались успехом (корреляция для всего временного интервала составляет 0,22), хотя и наметились некоторые периоды, для которых такая связь имеется. В частности, для 1955—1965 гг.  $r=0,56$ . Отметим также некоторое улучшение корреляционной взаимосвязи для случая использования не урожайности с гектара, а величины ее годичного прироста (за исключением тренда (см. рис. 6.)). В этом случае для интервала 1955—1970 гг.  $r=0,65$ . Конечно же, требуется

дальнейший углубленный анализ взаимосвязи урожайности  $Y$  с солнечной активностью и ее производными — важными параметрами внешней среды (температурой, влажностью, давлением, облачностью, проводимостью и т. д.).

**Выводы.** Настоящая статья продолжает междисциплинарные исследования, начатые в Институте геофизики им. С. И. Субботина НАН Украины, некоторых проблем геофизической экологии — влияния внешних естественных геофизических полей, в частности геомагнитного поля, и излучений на процессы в биосфере [Орлюк, 2001; Orlyuk, 2007]. В совместных публикациях с сотрудниками Киевского научно-исследовательского института эпидемиологии и инфекционных болезней им. Л. В. Громашевского [Орлюк и др., 2007; Фролов и др., 2009] продемонстрирована взаимосвязь пространственно-временных особенностей протекания эпидемии гриппа и заболеваний ОРЗ от состояния магнитного поля Земли и его возмущенности. В данном исследовании приведены первые результаты, полученные в содружестве с коллегами из Института агроэкологии и экономики при-

родопользования НАН Украины, о возможной взаимосвязи урожайности озимой пшеницы с пространственно-временными особенностями индукции магнитного поля Земли на территории Украины.

- Впервые для территории Украины для периода 1955—1990 гг. созданы базы данных интенсивности модуля индукции магнитного поля Земли  $B$  и урожайности озимой пшеницы  $Y$  для всех областей и АР Крым, а также Украины в целом с интервалом 1 год.

- Анализ пространственно-временной характеристики магнитного поля показал его изменение в существенных пределах.

- Анализ урожайности пшеницы  $Y$  за исследуемый период показывает очень сложный характер ее пространственного и временного распределения. Наблюдается довольно пестрая картина пространственного распределения урожайности озимой пшеницы без какой-либо видимой закономерности, что может свидетельствовать о влиянии множества факторов.

- Динамика урожайности озимой пшеницы за 35-летний период и полученные коэффициенты корреляции взаимосвязи с геомагнитным полем для отдельных областей (изменяются в пределах от  $r=0,64$  (Луганская) до  $r=0,89$  (Черновицкая)) и для всей территории Украины ( $r=0,85$ ) свидетельствуют об их существенной зависимости.

- В настоящее время не раскрыты принципиальные физические основы действия геомагнитного поля Земли на продуктивность озимой пшеницы. Поэтому и дальше необходимо проводить глубокие и подробные экспериментальные исследования по этой важной фундаментальной проблеме с учетом многообразия факторов внешней среды, обусловленных сложным взаимосочетанием внутренних (тип почвы, климатические условия, агротехнические технологии и т. д.) и внешних (солнечная активность, космическое излучение, температура, давление, влажность, облачность и т. д.) причин.

### Список литература

- Бойченко С. Г. Напівемпіричні моделі та сценарії глобальних і регіональних змін клімату. — Киев: Наук. думка, 2008. — 310 с.
- Влияние магнитных полей на биологические объекты / Ред. Ю. А. Холодов. — Москва: Наука, 1971. — С. 216.
- Ліпінський В. М., Дячук В. А., Бабіченко В. М. Клімат України. — Київ: Видавництво Раєвського, 2008. — 343 с.
- Мартынюк В. С., Темуриянц Н. А., Владимирский Б. М. У природы нет плохой погоды: космическая погода в нашей жизни. — Киев: ЧП «Р.К. Мастер-принт», 2008. — 272 с.
- Орлюк М. І. Геофізична екологія — основні задачі та шляхи їх розв'язку // Геофиз. журн. — 2001. — 23, № 1. — С. 49—59.
- Орлюк М. И., Роменец А. А. Новый критерий оценки пространственно-временной возмущенности магнитного поля Земли и некоторые аспекты его использования // Геофиз. журн. — 2005. — 27, № 6. — С. 1012—1023.
- Орлюк М. И., Фролов А. Ф., Загорожная В. И., Роменец А. А. Возмущенность магнитного поля Земли и некоторые аспекты инфекционных заболеваний // Геофиз. журн. — 2007. — 29, № 6. — С. 148—156.
- Чижевский А. Л. Космический пульс жизни. — Москва: Мысль, 1995. — 768 с.
- Фролов А. Ф., Орлюк М. И., Загорожная В. И., Роменец А. А. Эпидемический процесс гриппа и некоторые факторы биосферы физической природы // Доп. НАН України. — 2009. — № 1. — С. 172—176.
- Dorman L. I., Pustil'nik L. A., Yon Din G. Possible manifestation of solar activity and cosmic ray intensity influence on climate change in England in middle ages trough whet market dynamics // Solar Phys. — 2004. — 223. — P. 31—55.
- Orlyuk M. I. Analysis of a geomagnetic field in Ecology. — 2007. — www.cosis.net/ 06649/EGS02-A-06649.pdf.
- Orliuk M., Romenets A., Sumaruk Yu., Sumaruk T. Space-temporal structure of the magnetic field in territory of Ukraine // Геофиз. журн. — 2010. — 32, № 4. — С. 126—127.
- Tomassen G. I. M. Solar imprinting in geomagnetic fields: some biological consequences // Proc. of Intern. Symposium «Exact, natural and human sciences in the presence of uncontrolled environmental factors». — Brussels, CIFA, 1992. — P. 47—51.