

АГРОКЛИМАТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В УКРАИНЕ

Описана модель формирования агроклиматически обоснованных урожаев ведущих сельскохозяйственных культур Украины. Для ранее выделенных автором агроклиматических макрорайонов и подрайонов Украины уточнены ресурсы света, тепла и влаги применительно к группам сельскохозяйственных культур. Выполнены расчеты агроклиматически обеспеченных урожаев для озимой пшеницы, ярового ячменя, кукурузы, подсолнечника, сахарной свеклы и картофеля.

Ключевые слова: модель продуктивности; ресурсы света, тепла и влаги; фотосинтез; дыхание; суммарный газообмен CO_2 ; агроклиматически обеспеченные урожаи; продуктивность сельскохозяйственных культур по макрорайонам и подрайонам

Постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными научными и практическими заданиями. Основой оптимизации размещения сельскохозяйственных культур является детальная оценка почвенно-климатических условий территорий. Именно агроклиматические ресурсы, как часть климатических условий применительно к объектам сельскохозяйственного производства, вместе с физико-химическими характеристиками почвенного покрова определяют набор сельскохозяйственных культур с точки зрения как принципиальной возможности их произрастания, так и уровня формирования урожайности и качества продукции. В настоящее время, наряду с уточнением и детализацией агроклиматических ресурсов территорий, актуальны исследования, посвященные оценке эффективности использования агроклиматической информации в различных отраслях экономики. Одним из подходов к решению данной задачи является агроклиматическая оценка условий формирования урожайности сельскохозяйственных культур.

Анализ исследований и публикаций. Важность оценки влияния агрометеорологических условий на процессы роста, развития и формирования урожаев сельскохозяйственных культур не вызывает сомнения. Начиная с работ Дж. Ацци, выполненных в 20-е годы XX-го столетия, до настоящего времени решение такого рода задач относится к фундаментальным исследованиям. Аналогичная задача по оценке условий формирования продуктивности биоценозов Земного шара относится к основной проблеме общей экологии, а ее решение осуществляется с применением аппарата математического моделирования и направлено на расчеты режима тепла и влаги.

В агрометеорологии наибольшее применение имели статистические, физико-статистические и динамические модели формирования продуктивности агроценозов. Первые два направления базируются, в основном, на сопряженном анализе статистических данных по урожайности культур и агрометеорологических показателях, которые отражают режим света, тепла и влаги в течение вегетационного периода культур. Модели третьей группы базируются на теоретически обоснованной системе уравнений, отражающих продукционный процесс биосистем разного уровня организации – от агроценоза до отдельного растения или органа растения [4-5, 11-13]. Большой интерес представляют исследования, выполненные В.А.Жуковым и Е.К.Зойдзе [2-3, 6] и направленные соответственно на вероятностную оценку неблагоприятных агроклиматических условий как факторов риска при формировании урожаев сельскохозяйственных культур и биоклиматического потенциала территорий.

На наш взгляд представляет интерес направление оценки агроклиматических условий формирования урожайности сельскохозяйственных культур, предложенное Х.Г.Тооминг [14], которое базируется на концепции максимальной продуктивности посевов. При определенном критическом анализе предложенного метода расчета эталонных урожаев различных культур, который включает параметры моделей, данное направление имеет очевидное преимущество.

Целью данной работы является оценка пространственного распределения агроклиматических обоснованных урожаев основных сельскохозяйственных культур в Украине. В задачи входило описание модели и алгоритма расчетов различных уровней урожайности культур, уточнение агроклиматических ресурсов света, тепла и влаги за период вегетации групп культур, а также характеристика продуктивности озимой пшеницы, ярового ячменя, кукурузы, подсолнечника, сахарной свеклы и картофеля в каждом из выделенных ранее автором агроклиматическом районе и подрайоне.

Изложение материалов исследований. Общепринято, что поле с любой сельскохозяйственной культурой представляет собой агроэкосистему, конечной производственной характеристикой которой является продуктивность. Под продуктивностью сельскохозяйственных культур понимают, прежде всего, уровень урожайности и качество продукции. Последняя характеризуется содержанием органических веществ, которые различаются для разных культур или групп культур. Например, у пшеницы это, прежде всего, содержание белка, у подсолнечника – жиров, картофеля – крахмалов, сахарной свеклы – сахаров. Формирование продуктивности агроэкосистем определяется интенсивностью прохождения основных процессов жизнедеятельности – фотосинтеза, дыхания и суммарного газообмена, конечной целью которых являются процессы ассимиляции и диссимиляции органического вещества. Обобщенная формула этих процессов может быть представлена в виде:

$$\Phi_c(L_o, t) = \int_0^{t_0} \int_{L_1}^{L_2} [\Phi_L(L, t) - R(L, t)] dt dL \quad (1)$$

где $\Phi_c(L_o, t)$, $\Phi_L(L, t)$, $R(L, t)$ - соответственно интенсивность суммарного газообмена, фотосинтеза и дыхания единицы поверхности биоэлемента в момент времени t ; L, L_o - нарастающая с глубиной относительная площадь биоэлементов и относительная площадь биоэлементов всего фитоценоза.

Согласно принципу максимальной продуктивности адаптация отдельных растений и всего фито- или агроценоза направлена на обеспечение максимально возможного газообмена CO_2 в данных условиях среды, т.е. $\Phi_c(L_o, t) \rightarrow \max$. Это относительный максимум газообмена, который обеспечивается на данном этапе филогенеза растений структурами и функциями растений и среды. Таким образом, интенсивность основных процессов и, следовательно, продуктивность агроэкосистемы, определяется комплексом факторов: биологическими или генетическими особенностями агросистемы и внешними условиями – радиационно-световым, тепловым и влажностным режимом, характерным данному ценозу или территории.

Именно на этой теории и базируется предложенная Тоомингом Х.Г. модель расчета эталонных урожаев сельскохозяйственных культур [14] включает три вида урожаев, которые, по сути, представляют собой уровни, учитывающие интегральные агроклиматические ресурсы, в основном, ресурсы света и влаги. Это урожаи потенциальные (ПУ), действительно возможные (ДВУ) и производственные (УП). Формулы расчетов первых двух уровней имеют вид:

$$ПУ = 10^4 \cdot \eta \cdot k_m \frac{\Sigma Q_f}{q}, \quad (2)$$

$$DVY = ПУ \cdot \frac{E}{E_0} \quad (3)$$

где η , k_m , Q_f , q , E , E_0 - соответственно коэффициент унификации фотосинтетически активной радиации, коэффициент, характеризующий отношение хозяйственно ценной части урожая к общей биомассе при стандартной влажности, сумма фотосинтетически активной радиации, теплотворная способность единицы урожая, величина влагопотребления и влагопотребности за вегетационный период культуры.

Нами по этой методике были определены различные уровни урожаев для основных культур в масштабе страны и в разрезе группы культур отдельных административных районов Одесской области [1, 7-8]. Кроме того, учитывая некорректность применения при расчете агроклиматически обеспеченного уровня урожая сельскохозяйственных культур показателя $\frac{E}{E_0}$ для различных зон увлажнения,

нами было использовано ряд методов расчета этого уровня урожая. Были выполнены расчеты агроклиматически обеспеченных урожаев по следующим моделям:

$$KVU = ПУ \cdot \frac{W}{W_{HB}}, \quad (4)$$

$$KVU = ПУ \cdot B_{\Pi} \quad (5)$$

где W , W_{HB} , B_{Π} - соответственно средние за вегетационный период запасы влаги в почве под данной культурой, величина наименьшей полевой влагоемкости почвы, бонитет почвы, который учитывает физико – химические свойства почвы, в том числе, увлажнение почвы.

Алгоритм расчетов агроклиматически обеспеченного урожая различных сельскохозяйственных культур представлен на рис.1, представляющего собой блок-схему. Отличительной чертой представляемой модели является возможность варьирования масштабов территории (пространства) и времени. Пространственное варьирование моделируемой урожайности учитывает макро-, средне- и микромасштабное перераспределение агроклиматических ресурсов под влиянием географических, региональных и локальных особенностей территории, а временное – масштаб осреднения временной шкалы – от декады до вегетационного периода.

Конечной целью данной работы были расчеты возможной, по агроклиматическим ресурсам, урожайности ряда сельскохозяйственных культур по выделенным ранее [9-10] агроклиматическим районам и подрайонам (рис.2). Поскольку в легенде к карте комплексного агроклиматического районирования Украины представлена информация по показателям, характеризующим радиационные, тепловые и влажностные ресурсы за периоды с температур выше 5 и 10°C, необходимо

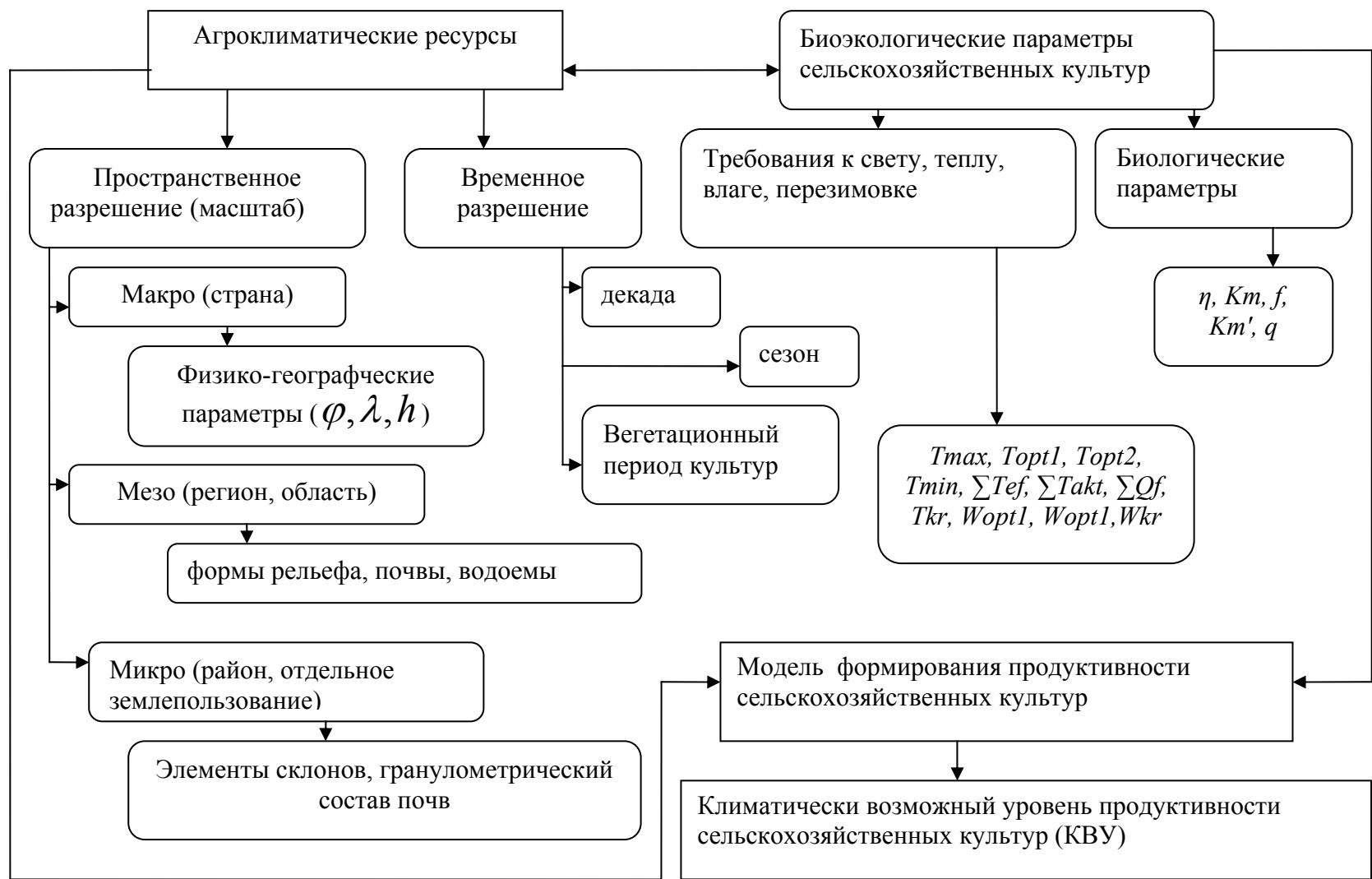


Рис. 1 – Блок-схема расчета агроклиматически возможной урожайности.

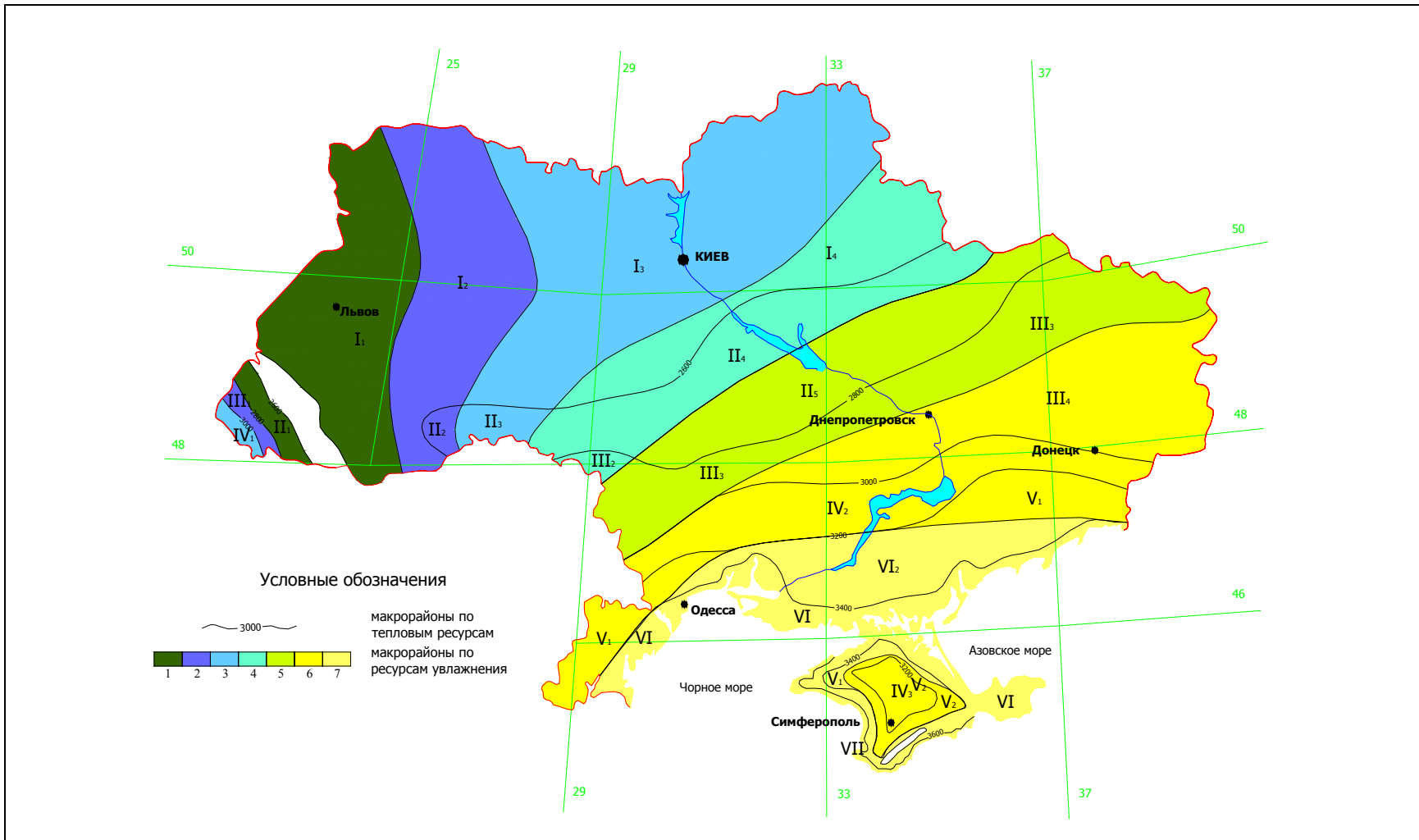


Рис.2 – Комплексное агроклиматическое районирование Украины (легенда к карте в табл.1).

Таблица 1- Оценка радиационно-тепловых и влажностных ресурсов Украины за вегетационных период сельскохозяйственных культур

| Макро район | $\Sigma T_c \geq 10^\circ C$ | ГТК', отн.ед. | ГТК'', отн.ед. | $\Sigma Q'$, МДж/м ² | $\Sigma Q''$, МДж/м ² | (E/E ₀)', отн.ед. | (E/E ₀)'', отн.ед. | (W/W _{нв})', отн.ед. | (W/W _{нв})'', отн.ед. |
|------------------|------------------------------|------------------|-------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| I ₁ | <2600 | >1.7 | >1.0 | <1600 | <1350 | 1,0 | 1,0 | 0,60-0,75 | 0,60-0,70 |
| I ₂ | <2600 | 1.5-1.7 | 0.9-1.0 | <1600 | <1350 | 0,94-1,0 | 0,86-0,91 | 0,68-0,98 | 0,364-0,87 |
| I ₃ | <2600 | 1.3-1.5 | 0.8-0.9 | <1600 | <1350 | 0,78-0,81 | 0,69-0,71 | 0,58-0,81 | 0,54-0,76 |
| I ₄ | <2600 | 1.1-1.3 | 0.6-0.8 | <1600 | <1350 | 0,65-0,66 | 0,54-0,56 | 0,52-0,75 | 0,48-0,70 |
| II ₁ | 2600-2800 | >1.7 | >1.0 | 1600-1650 | 1350-1400 | 1,0 | 1,0 | 0,69-0,84 | 0,65-0,80 |
| II ₂ | 2600-2800 | 1.5-1.7 | 0.9-1.0 | 1600-1650 | 1350-1400 | 1,0 | 0,86-0,91 | 0,63-0,84 | 0,60-0,80 |
| II ₃ | 2600-2800 | 1.3-1.5 | 0.8-0.9 | 1600-1650 | 1350-1400 | 0,78-0,81 | 0,69-0,71 | 0,60-0,85 | 0,56-0,80 |
| II ₄ | 2600-2800 | 1.1-1.3 | 0.6-0.8 | 1600-1650 | 1350-1400 | 0,65-0,66 | 0,54-0,56 | 0,62-0,94 | 0,58-0,88 |
| II ₅ | 2600-2800 | 0.9-1.1 | 0.5-0.6 | 1600-1650 | 1350-1400 | 0,54-0,65 | 0,43-0,45 | 0,55-0,94 | 0,48-0,88 |
| III ₁ | 2800-3000 | 1.3-1.5 | 0.8-0.9 | 1650-1700 | 1400-1500 | 0,78-0,81 | 0,69-0,71 | 0,71-0,97 | 0,67-0,92 |
| III ₂ | 2800-3000 | 1.1-1.3 | 0.5-0.6 | 1650-1700 | 1400-1500 | 0,65-0,66 | 0,54-0,56 | 0,74-1,0 | 0,67-1,0 |
| III ₃ | 2800-3000 | 0.9-1.1 | 0.4-0.5 | 1650-1700 | 1400-1500 | 0,54-0,65 | 0,43-0,45 | 0,65-1,0 | 0,60-0,93 |
| III ₄ | 2800-3000 | 0.7-0.9 | 0.4-0.5 | 1650-1700 | 1400-1500 | 0,44-0,45 | 0,35-0,36 | 0,58-1,0 | 0,50-0,93 |
| IV ₁ | 3000-3200 | 1.1-1.3 | 0.6-0.8 | 1700-1750 | 1500-1600 | 0,65-0,66 | 0,54-0,56 | 0,58-0,90 | 0,54-0,84 |
| IV ₂ | 3000-3200 | 0.9-1.1 | 0.5-0.6 | 1700-1750 | 1500-1600 | 0,54-0,65 | 0,43-0,45 | 0,72-0,94 | 0,67-0,88 |
| IV ₃ | 3000-3200 | 0.7-0.9 | 0.4-0.5 | 1700-1750 | 1500-1600 | 0,44-0,45 | 0,35-0,36 | 0,72-0,93 | 0,62-0,86 |
| V ₁ | 3200-3400 | 0.7-0.9 | 0.4-0.5 | 1750-1800 | 1600-1700 | 0,44-0,45 | 0,35-0,36 | 0,68-0,81 | 0,59-0,75 |
| V ₂ | 3200-3400 | 0.9-1.1 | 0.5-0.6 | 1750-1800 | 1600-1700 | 0,54-0,65 | 0,43-0,45 | 0,56-0,72 | 0,51-0,62 |
| VI | 3400-3600 | 0.7-0.9 | 0.4-0.5 | 1800-1850 | 1700-1800 | 0,44-0,45 | 0,35-0,36 | 0,59-0,68 | 0,53-0,61 |
| VII | >3600 | 0.9-1.1 | 0.5-0.6 | >1850 | >1800 | 0,54-0,65 | 0,43-0,45 | 0,60-0,93 | 0,54-0,86 |

было выполнить расчеты величин этих показателей для конкретных культур или групп культур с учетом реальных сроков начала и конца их вегетации. Результаты данных расчетов представлены в табл.1. Величины агроклиматических показателей с одним штрихом характеризуют условия для культур с коротким вегетационным периодом – озимую пшеницу, яровой ячмень, картофель, а с двумя штрихами – соответственно с относительно длинным вегетационным периодом – кукуруза, подсолнечник сахарная свекла. Расчеты показали, что почти по всем агроклиматическим макрорайонам и подрайонам величины ресурсов для первой группы культур составляют $2/3 - 3/5$ длины периода с температурой выше 5°C , а для второй группы культур это отношение равно почти 1.0 периоду с температурами выше 10°C (кукурузы) и $3/4$ – для других культур.

Именно эти величины легли в основу расчетов агроклиматически обеспеченных урожаев шести основных сельскохозяйственных культур Украины. По единой методике с учетом диапазона межгодовой изменчивости ресурсов света, тепла и влаги, а также бонитета почвы (табл.2) нами определен диапазон варьирования различных уровней урожаев шести культур (формулы 2, 4, 5) по выделенным ранее макрорайонам (по тепловым ресурсам) и подрайонам (по условиям увлажнения) Украины (Табл.3). Для расчетов потенциального урожая величина унификации ФАР (η) для каждой культуры выбиралась из литературных источников и соответствовала той величине, которая согласно классификации Ничипоровича А.Ф. соответствует максимуму величин, которые постоянно наблюдаются. Так, например, для озимой пшеницы, кукурузы, сахарной свеклы эта величина равна 3%, а для ячменя, картофеля и подсолнечника - 2%. Выбор величин k'_m, f не представляет трудностей в связи с отсутствием противоречий в специальной литературе.

Как показали расчеты, величины потенциального урожая всех культур возрастают с севера на юг страны, что, естественно, отражает закономерность в широтном распределении солнечной радиации в Украине. Величина же этого урожая отличается у разных культур, что обусловлено как различной длиной их вегетационного периода, так и биологическими особенностями культур, которые выражены показателями η, k'_m, q, f . При этом следует отметить, что эти величины превышают не только средние производственные или статистические урожаи, но, в большинстве макрорайонов, даже максимальные за многие годы.

Расчеты климатически или агроклиматически возможных урожаев по разным методам (табл.3) значительно отличаются по многим составляющим. В пространственном распределении их величин отсутствует четко выраженная широтная или меридиональная составляющая. Если по первому и второму методам с учетом соотношения влагопотребления к

влагопотребности $(\frac{E}{E_0})$ и отношения средних запасов влаги к запасам влаги наименьшей

полевой влагоемкости $(\frac{W}{W_{НВ}})$ присутствует закономерность совместной широтно-

меридиональной изменчивости, то по третьему методу такая закономерность отсутствует по урожайности практически всех культур.

На рис. 3 представлены результаты расчетов агроклиматически обеспеченных урожаев пшеницы в наиболее зерновых регионах Украины – во втором и третьем макрорайонах. Наглядно видно, что урожаи, рассчитанные по первому методу, снижаются с севера на юг и с запада на восток в первом макрорайоне. Аналогичная закономерность распределения урожаев по второму методу. Третий метод дает почти противоположные результаты.

В третьем макрорайоне закономерности распределения урожаев,

Таблица 2 - Бонитет почвы (*Бп*) в Украине, отн.един

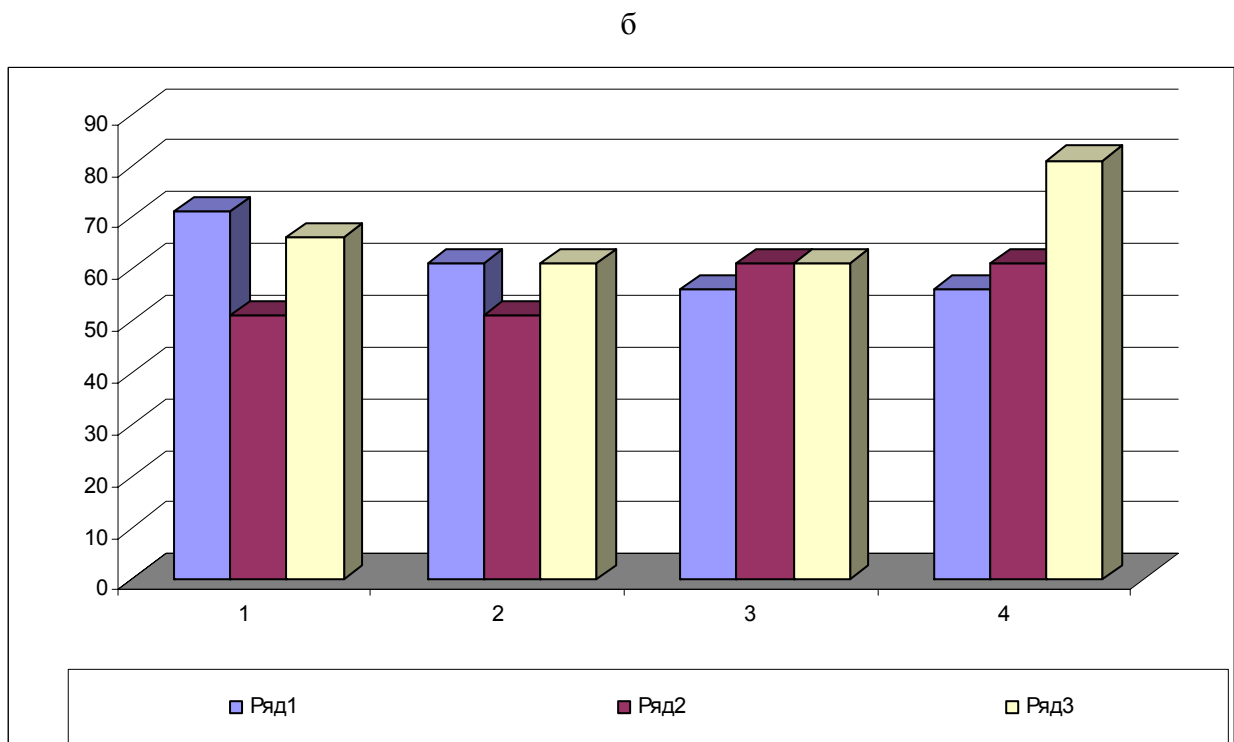
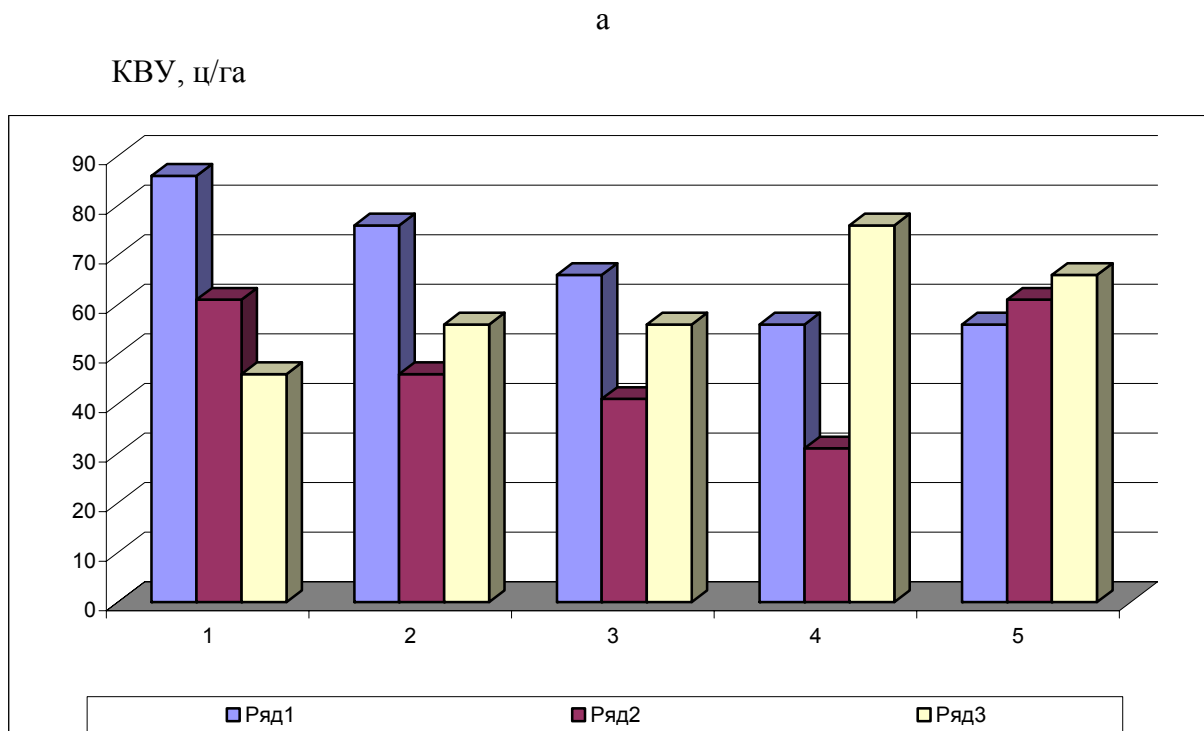
| Макрорайон, подрайон | Для культур | | | | | |
|-------------------------|-------------|--------|----------|-------------|------------|-----------|
| | Оз.пшеница | Ячмень | Кукуруза | Посолнечник | Сах.свекла | Картофель |
| I ₁ | 0,47 | 0,45 | 0,51 | - | 0,84 | 0,85 |
| I ₂ | 0,55 | 0,52 | 0,50 | - | 0,85 | 0,85 |
| I ₃ | 0,63 | 0,60 | 0,65 | 0,58 | 0,80 | 0,75 |
| I ₄ | 0,74 | 0,70 | 0,64 | 0,7 | 0,70 | 0,75 |
| II ₁ | 0,55 | 0,53 | 0,51 | - | 0,70 | 0,75 |
| II ₂ | 0,69 | 0,65 | 0,80 | - | 0,79 | 0,75 |
| II ₃ | 0,66 | 0,65 | 0,72 | 0,57 | 0,7 | 0,75 |
| II ₄ | 0,90 | 0,90 | 0,68 | - | 0,65 | 0,75 |
| II ₅ | 0,80 | 0,80 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,75 |
| III ₁ | 0,75 | 0,75 | 0,81 | - | 0,5 | 0,75 |
| III ₂ | 0,70 | 0,70 | 0,75 | 0,57 | 0,7 | 0,80 |
| III ₃ | 0,68 | 0,65 | 0,80 | 0,78 | 0,58 | 0,70 |
| III ₄ | 0,56 | 0,55 | 0,80 | 0,79 | 0,55 | 0,5 |
| IV ₁ | 0,90 | 0,80 | 0,70 | - | 0,5 | 0,80 |
| IV ₂ | 0,65 | 0,65 | 0,56 | 0,79 | 0,55 | 0,45 |
| IV ₃ | 0,64 | 0,6 | 0,75 | 0,69 | 0,4 | 0,35 |
| V ₁ | 0,63 | 0,6 | 0,68 | 0,7 | 0,55 | 0,4 |
| V ₂ | 0,61 | 0,6 | 0,75 | 0,69 | 0,3 | 0,25 |
| VI | 0,61 | 0,6 | 0,75 | 0,69 | 0,3 | 0,25 |
| VII | 0,61 | 0,6 | 0,75 | 0,69 | 0,3 | 0,25 |

Таблица 3 – Оценка продуктивности сельскохозяйственных культур по макрорайонам Украины

| Макро- район | Озимая пшеница | | | | Яровой ячмень | | | | Кукуруза | | | |
|------------------|----------------|--------------------------|-----------------------------|----------------------|---------------|--------------------------|-----------------------------|----------------------|----------|--------------------------|-----------------------------|----------------------|
| | ПУ | КВУ $(\frac{E}{E_0})$ | КВУ $(\frac{W}{W_{HB}})$ | КВУ (<i>Бп</i>) | ПУ | КВУ $(\frac{E}{E_0})$ | КВУ $(\frac{W}{W_{HB}})$ | КВУ (<i>Бп</i>) | ПУ | КВУ $(\frac{E}{E_0})$ | КВУ $(\frac{W}{W_{HB}})$ | КВУ (<i>Бп</i>) |
| I ₁ | 85 | 45 | 41-45 | 26-30 | 65 | 85 | 61-65 | 40 | 66-70 | 66-70 | 41-55 | 31-35 |
| I ₂ | 85 | 46-50 | 41-65 | 31-36 | 65 | 81-85 | 56-85 | 45 | 66-70 | 66-70 | 46-70 | 31-35 |
| I ₃ | 85 | 46-50 | 36-55 | 36-40 | 65 | 71-80 | 51-70 | 55 | 66-70 | 61-65 | 41-55 | 41-45 |
| I ₄ | 85 | 41-50 | 31-50 | 46-50 | 65 | 66-75 | 46-65 | 65 | 66-70 | 61-65 | 36-50 | 41-45 |
| II ₁ | 86-90 | 55 | 46-55 | 36-45 | 66-70 | 86-90 | 61-75 | 46-50 | 66-70 | 66-70 | 46-60 | 26-40 |
| II ₂ | 86-90 | 46-50 | 41-55 | 41-45 | 66-70 | 76-85 | 46-70 | 56-60 | 66-70 | 61-65 | 46-60 | 56-60 |
| II ₃ | 86-90 | 46-50 | 36-55 | 41-45 | 66-70 | 66-75 | 41-65 | 56-60 | 66-70 | 61-65 | 41-60 | 51-55 |
| II ₄ | 86-90 | 41-45 | 41-65 | 56-60 | 66-70 | 56-65 | 31-66 | 76-80 | 66-70 | 56-60 | 41-65 | 46-50 |
| II ₅ | 86-90 | 36-40 | 36-65 | 51-55 | 66-70 | 56-65 | 61-60 | 66-70 | 66-70 | 51-55 | 36-65 | 61-65 |
| III ₁ | 86-90 | 46-50 | 41-65 | 51-55 | 66-70 | 71-80 | 51-80 | 66-70 | 71-76 | 66-70 | 51-75 | 56-60 |
| III ₂ | 86-90 | 46-50 | 36-65 | 46-50 | 66-70 | 61-70 | 51-80 | 61-65 | 71-76 | 56-60 | 51-75 | 51-55 |
| III ₃ | 86-90 | 41-45 | 46-65 | 41-45 | 66-70 | 56-65 | 61-90 | 61-65 | 71-76 | 46-50 | 46-75 | 56-60 |
| III ₄ | 86-90 | 36-40 | 46-70 | 36-40 | 66-70 | 56-65 | 61-90 | 81-85 | 71-76 | 41-50 | 41-75 | 56-60 |
| IV ₁ | 91-95 | 46-50 | 46-65 | 46-50 | 56-60 | 56-60 | 51-90 | 56-60 | 76-80 | 51-60 | 56-75 | 51-55 |
| IV ₂ | 91-95 | 41-45 | 45-65 | 36-40 | 56-60 | 56-60 | 51-85 | 56-60 | 76-80 | 51-60 | 56-75 | 41-45 |
| IV ₃ | 91-95 | 36-40 | 36-70 | 36-40 | 56-60 | 56-60 | 66-85 | 56-60 | 76-80 | 46-50 | 56-75 | 56-60 |
| V ₁ | 91-95 | 36-40 | 36-55 | 36-40 | 61-65 | 51-55 | 66-85 | 56-60 | 81-86 | 41-45 | 56-70 | 56-60 |
| V ₂ | 91-95 | 36-40 | 41-55 | 36-40 | 61-65 | 51-55 | 51-70 | 56-60 | 81-86 | 41-45 | 46-65 | 61-65 |
| VI | 95 | 36-40 | 41-55 | 31-35 | 51-55 | 61-65 | 56-65 | 56-60 | 86-90 | 40-45 | 51-65 | 66-70 |
| VII | 95 | 41-45 | 41-50 | 36-40 | 61-65 | 65 | 56-90 | 60 | 86-90 | 46-50 | 56-85 | 66-70 |

Продолжение таблицы 3

| Макро-район | Подсолнечник | | | | Сахарная свекла | | | | Картофель | | | |
|------------------|--------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------|-----------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------|-----------|----------------------------|-------------------------------|----------------------|
| | ПУ | КВУ ($\frac{E}{E_0}$) | КВУ ($\frac{W}{W_{HB}}$) | КВУ (<i>Бп</i>) | ПУ | КВУ ($\frac{E}{E_0}$) | КВУ ($\frac{W}{W_{HB}}$) | КВУ (<i>Бп</i>) | ПУ | КВУ ($\frac{E}{E_0}$) | КВУ ($\frac{W}{W_{HB}}$) | КВУ (<i>Бп</i>) |
| I ₁ | 41-45 | 41-45 | 26-30 | - | 755 | 755 | 451-565 | 631-635 | 331-335 | 331-335 | 201-251 | 281-285 |
| I ₂ | 41-45 | 36-40 | 26-40 | - | 755 | 656-690 | 511-740 | 641-645 | 331-335 | 286-305 | 226-330 | 281-285 |
| I ₃ | 41-45 | 26-30 | 21-35 | 21-25 | 755 | 526-540 | 436-610 | 601-610 | 331-335 | 231-235 | 191-270 | 251-255 |
| I ₄ | 41-45 | 21-25 | 21-30 | 26-30 | 755 | 411-425 | 391-565 | 526-530 | 331-335 | 181-185 | 171-250 | 251-255 |
| II ₁ | 41-45 | 41-45 | 26-35 | - | 756-785 | 761-780 | 521-660 | 526-630 | 336-345 | 336-345 | 236-260 | 251-260 |
| II ₂ | 41-45 | 36-40 | 21-30 | - | 756-785 | 656-710 | 476-660 | 596-620 | 336-345 | 286-315 | 236-260 | 251-260 |
| II ₃ | 41-45 | 26-30 | 26-35 | 21-25 | 756-785 | 526-555 | 526-665 | 526-550 | 336-345 | 231-245 | 201-295 | 251-260 |
| II ₄ | 41-45 | 21-30 | 26-40 | - | 756-785 | 411-440 | 466-740 | 491-510 | 336-345 | 281-295 | 206-325 | 251-260 |
| II ₅ | 41-45 | 16-20 | 21-40 | 36-40 | 756-785 | 326-350 | 416-740 | 681-705 | 336-345 | 246-255 | 181-325 | 251-260 |
| III ₁ | 41-45 | 31-35 | 31-45 | - | 786-805 | 541-575 | 556-780 | 626-645 | 346-355 | 236-250 | 246-345 | 256-265 |
| III ₂ | 41-45 | 21-25 | 31-45 | 21-25 | 786-805 | 426-450 | 556-805 | 551-565 | 346-355 | 286-300 | 246-355 | 276-285 |
| III ₃ | 41-45 | 16-20 | 31-45 | 31-35 | 786-805 | 336-365 | 511-805 | 551-565 | 336-355 | 251-260 | 221-355 | 241-250 |
| III ₄ | 41-45 | 16-20 | 26-45 | 31-35 | 786-805 | 276-290 | 456-805 | 431-445 | 336-355 | 221-225 | 201-355 | 171-180 |
| IV ₁ | 46-50 | 21-25 | 26-45 | - | 806-830 | 336-365 | 466-745 | 641-665 | 356-365 | 251-260 | 206-330 | 281-290 |
| IV ₂ | 46-50 | 16-20 | 31-45 | 36-40 | 806-830 | 346-375 | 481-665 | 441-455 | 356-365 | 256-265 | 211-290 | 161-164 |
| IV ₃ | 46-50 | 16-20 | 31-45 | 31-35 | 806-830 | 281-300 | 581-770 | 321-335 | 356-365 | 196-230 | 256-340 | 121-130 |
| V ₁ | 46-50 | 16-20 | 31-40 | 31-35 | 831-855 | 291-305 | 566-495 | 456-470 | 366-375 | 126-135 | 246-305 | 146-150 |
| V ₂ | 46-50 | 21-25 | 26-35 | 31-35 | 831-855 | 356-385 | 466-615 | 246-255 | 366-375 | 156-170 | 201-270 | 91-95 |
| VI | 51-55 | 16-20 | 31-35 | 36-40 | 856-875 | 301-310 | 501-595 | 256-265 | 376-385 | 136-140 | 221-260 | 91-95 |
| VII | 51-55 | 21-25 | 31-50 | 36-40 | 875 | 376-395 | 526-815 | 261-265 | 381-385 | 161-165 | 220-225 | 91-95 |



а – второй макрорайоне 1-5 подрайон (II₁₋₅), б - третий макрорайон 1-4-й подрайон (III₁₋₄); Ряд 1-3 – 1-3-й методы расчета.

Рис.3 – Пространственное распределение климатически обоснованных урожаев озимой пшеницы в Украине.

рассчитанных по первому методу, аналогичны предыдущему макрорайону. Наиболее высокие значения урожаев получены в результате применения третьего метода.

Выводы. Представленные в работе результаты расчетов урожайности как одной из составляющих продуктивности сельскохозяйственных культур в Украине на основе применения различных моделей, позволяют выявить закономерности их пространственного распределения. Использование различных моделей, которые учитывают разные агроклиматические показатели, позволяют такую оценку считать полной. Практическое значение имеют такие расчеты в рамках выделенных макрорайонов, что позволяет в дальнейшем, на основе применения различных методов выполнить оптимизацию структуры посевных площадей, где целевой функцией будет максимизация валового сбора зерновых культур или всех моделируемых культур.

Список литературы

1. Барсукова О.А., Ляшенко Г.В., Агрокліматична оцінка продуктивності ярого ячменю на Україні. //Метеорологія, кліматологія і гідрологія. – Одеса, 2002, вип.46. – С. 204-210.
2. Жуков В.А. Принципы оценки агроклиматических ресурсов в задаче агроэкологического районирования. //Труды ВНИИСХМ. – Л.: Гидрометеиздат, 1994, вып.30. – С.23-44.
3. Жуков В.А. Моделирование, оценка и рациональное использование агроклиматических ресурсов России. // Авторефер. дисс. д.геогр.н., шифр 11.00.09. – М., 1998. – 54 с.
4. Дмитренко В.П. О моделях расчета урожайности сельскохозяйственных культур с учетом гидрометеорологических факторов. //Метеорологія і гідрологія. – М.: Гидрометеиздат, 1971, № 5. – С. 84-93.
5. Дмитренко В.П. Метод расчета урожайности озимой пшеницы на территории УССР. //Труды УкрНИГМИ, 1975, вып.139. – С.3-14.
6. Зоидзе Е.К. О концепции сельскохозяйственной бонитировки климата в России. //Труды ВНИИСХМ. – Л.: Гидрометеиздат, 1994, вып.30. – С.45-59.
7. Ляшенко Г.В. Структура пространственной изменчивости урожайности сельскохозяйственных культур на ограниченной территории. //Метеорологія, кліматологія і гідрологія. – Одесса, 1999, вып. 39. – С.161-167.
8. Ляшенко Г.В. Метод агроклиматических расчетов продуктивности агроландшафтов Украины. //Метеорологія, кліматологія і гідрологія. – Одеса, 2002, № 46. – С.196 -203
9. Ляшенко Г.В. Комплексное разномасштабное районирование Украины. - Метеорологія, кліматологія і гідрологія. Міжвідомчий науковий збірник України – Одеса: Екологія. – 2008. - № 50. Часть 2. –С.336-341.
10. Ляшенко Г.В. Агроклиматическое районирование Украины. - Украинский гидрометеорологический журнал. – Одеса. - № 3. – С.98-108.
11. Полевой А.Н. Прикладное моделирование и прогнозирование продуктивности посевов. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 320 с.
12. Полевой А.Н. Теория и расчет продуктивности сельскохозяйственных культур. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 175 с.
13. Сиротенко О.Д. Математическое моделирование водно-теплового режима и продуктивности агроэкосистем. – Л.: Гидрометеиздат, 1981. – 167 с.
14. Тооминг Х.Г. Экологические принципы максимальной продуктивности посевов. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 264с.

Агрокліматична оцінка сільськогосподарських культур в Україні.

Ляшенко Г.В.

Описана модель формування агрокліматично обґрунтованих врожаїв основних сільськогосподарських культур України. Для раніше віділених автором агрокліматичних макрорайонів і підрайонів уточнено ресурси світла, тепла і вологи стосовно до груп сільськогосподарських культур. Виконано розрахунки агрокліматично забезпечених врожаїв озимої пшениці, ярого ячменю, кукурудзи, соняшника, картоплі та цукрового Буяку.

Ключові слова: модель продуктивності; ресурси світла, тепла і вологи; фотосинтез, дихання, сумарний газообмін CO₂, агрокліматично забезпечені врожаї; продуктивність сільськогосподарських культур.

Agriclimatic estimation of productivity of agricultural crops in Ukraine.

G.V. Lyashenko

The model of formation of agrically justified yields of leading agricultural crops of Ukraine was described. For agrically microdistricts and subdistricts that have been determined by the author before, resources of light, heat and moisture concerning groups of agricultural crops were specified. Calculations of agrically ensured yields for winter wheat, spring barley, maize, sunflower, sugar beet and potatoes were made.

Keywords: model of productivity; resources of light of heat and moisture; photosynthesis; breathing; total interchange of gases CO₂, agroklimaticheski well-to-do harvests; productivity of agricultural cultures on makrorayonam and subdistricts