

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА И РАЙОНИРОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЕПЛОВЫХ РЕСУРСОВ ПОЧВ В ОДЕССКОЙ ОБЛАСТИ

Дана сравнительная количественная оценка теплового режима почв в слое 0-20 см с температурой воздуха на уровне будки. На основе уплотнения климатической информации рассматривается комплексное районирование показателей тепловых ресурсов среднесуглинистых почв в пределах Одесской области в среднем масштабе с выделением 5 мезорайонов.

Ключевые слова: климат почв, агроклиматические ресурсы, районирование, мезорайон.

Введение. Одним из источников повышения продуктивности сельскохозяйственных культур является рациональное использование почвенно-климатических ресурсов конкретной территории путем выделения оптимальных местоположений для роста и развития растений. Решение этой актуальной задачи связано с учетом различных агроклиматических показателей мезо- и микроклимата, в том числе и климата почв. Климат почвы является важной составной частью географической среды, оказывающей непосредственное влияние на сельскохозяйственное производство, в том числе, на рост и урожайность растений, а также на сроки проведения полевых работ.

Постановка вопроса о климате почвы принадлежит видным агроклиматологам и почвоведом, которые отмечали, что атмосферно-климатические условия не тождественны почвенно-климатическим условиям и последние зависят как от климата атмосферы, так и от самой почвы. Например, по мнению П.И. Колоскова [7], «почвенная климатология» должна заниматься изучением формирования и развития почвенного климата, его географического распределения, картографированием показателей почвенного климата отдельных регионов, а также разработкой теории и практики управления почвенным климатом.

В последующие годы выполнены исследования Шульгиным А.М. [12], Гольцберг И.А. [1], Димо В.Н. [3], Горышиной Н.Г. [2], Клыпуто В.С. [6], Карингом П.Х. [4] по температурному и влажностному режиму, а также ресурсам тепла в пахотном слое почвы применительно к ряду регионов России, Беларуси, стран Балтии и Западной Сибири. При этом помимо количественной оценки сумм температур различных почв на глубине 0, 5, 10, 15, 20 см, учитывались продолжительность теплого периода, составляющие радиационного и теплового балансов. Для многих территорий построены агроклиматические карты распределения ресурсов тепла и влаги в почве на разных уровнях.

Позднее автором [5, 10, 8] выполнена количественная оценка показателей теплообеспеченности различных почв применительно к территории Украины с последующим агроклиматическим районированием тепловых ресурсов пахотного слоя почвы (0-20 см) за теплый период с температурой воздуха выше 10 °С. Карта составлена в мелком масштабе (1 : 2 000 000). Она является необходимой основой для регионализации показателей климата почвы в пределах административных областей, районов, отдельных хозяйств.

Материалы и методы исследований. В данной работе поставлена задача количественной оценки термического режима и тепловых ресурсов почвы в слое 0-20 см в пределах Одесской области с последующим агроклиматическим районированием в среднем масштабе (1 : 500 000). Для этой цели привлечены средние многолетние материалы наблюдений на 11 метеорологических станциях, равномерно освещающих территорию области [11].

С помощью рабочих графиков годового хода температуры почвы на разных уровнях (0, 10, 20 см) определены следующие показатели: а) даты перехода температуры почвы через 10°C весной и осенью ($D_{вп}$, $D_{оп}$) на поверхности почвы и на глубинах 10, 20 см; б) продолжительность теплого периода с $T_{пп}$, $T_{п}$ и $T'_{п}$ выше 10°C , т.е. на разных уровнях почвы ($N_{пп}$, $N_{п}$, $N'_{п}$); в) сумма активных температур выше 10°C на поверхности почвы и на ее глубинах ($\Sigma T_{пп}$, $\Sigma T_{п}$, $\Sigma T'_{п}$).

Достоверность полученных данных определена по ранее установленным графикам взаимосвязи между: суммой температур поверхности почвы ($\Sigma T_{пп}$) и на уровнях 10, 20 см ($\Sigma T_{п}$, $\Sigma T'_{п}$) с суммой активных температур воздуха выше 10°C (ΣT_c); продолжительностью теплого периода с $T_{п}$ выше 10°C поверхности почвы ($N_{пп}$) и на уровнях 10, 20 см ($N_{п}$, $N'_{п}$) с продолжительностью теплого периода со средней суточной температурой воздуха выше 10°C ($N_{тп}$) по 150 станциям применительно к территории Украины [8]. Уравнения связи имеют следующий вид:

$$\Sigma T_{пп} = 1,32 \cdot \Sigma T_c - 284,7, \quad r=0,97 \quad (1)$$

$$\Sigma T_{п} = 1,224 \cdot \Sigma T_c - 214,4, \quad r=0,97 \quad (2)$$

$$\Sigma T'_{п} = 1,18 \cdot \Sigma T_c - 173,1, \quad r=0,95 \quad (3)$$

$$N_{пп} = 1,08 \cdot N_{тп} - 4,73, \quad r=0,92 \quad (4)$$

$$N_{п} = 1,07 \cdot N_{тп} - 3,54, \quad r=0,93 \quad (5)$$

$$N'_{п} = 1,125 \cdot N_{тп} - 12,77. \quad r=0,94 \quad (6)$$

Коэффициенты корреляции (r) колеблются в пределах 0,92-0,97, что характеризует достаточно высокую тесноту связей между этими термическими показателями.

Результаты исследования и их анализ. Анализ среднемноголетних данных температуры воздуха и почвы на разных уровнях (0, 10, 20 см) показал, что по всей территории Одесской области сохраняется общая закономерность: наиболее высокие температуры в теплое время года наблюдаются на поверхности почвы, наиболее низкие – в воздухе на уровне будки. Крутизна всех кривых годового хода температуры возрастает в направлении с севера на юг области с увеличением прихода солнечной радиации. Как видно из рис. 1, на севере территории на тяжелосуглинистых почвах (ст. Любашевка) в июле $T_{пп}$, $T_{п}$, $T'_{п}$ и T_c не превышают соответственно $27,0^{\circ}\text{C}$, $24,1$, $23,1$ и $21,0^{\circ}\text{C}$. На юге (ст. Болград) значения $T_{пп}$, $T_{п}$, $T'_{п}$ и T_c увеличивается до $28,0^{\circ}\text{C}$, $25,0$, $25,0$, $22,7^{\circ}\text{C}$. Диапазон географических различий составляет $1,0^{\circ}\text{C}$, $0,9$, $1,9$ и $1,7^{\circ}\text{C}$.

Аналогичная закономерность сохраняется и при сравнении продолжительностей теплого периода и сумм температур почвы на разных уровнях (0, 10, 20 см) с традиционными показателями тепловых ресурсов воздуха. Выявлено, что с увеличением глубины почвы продолжительность теплого периода и суммы температур почвы уменьшаются. Установлено также, что показатели тепловых ресурсов на всех уровнях почвы значительно выше, чем в воздухе на уровне будки (табл. 1). Например, в северных районах Одесской области продолжительность теплого периода с $T_{п}>10^{\circ}\text{C}$ на поверхности почвы ($N_{пп}$) и в пахотном слое ($N_{п}$) не превышает 183 и 182 дня.

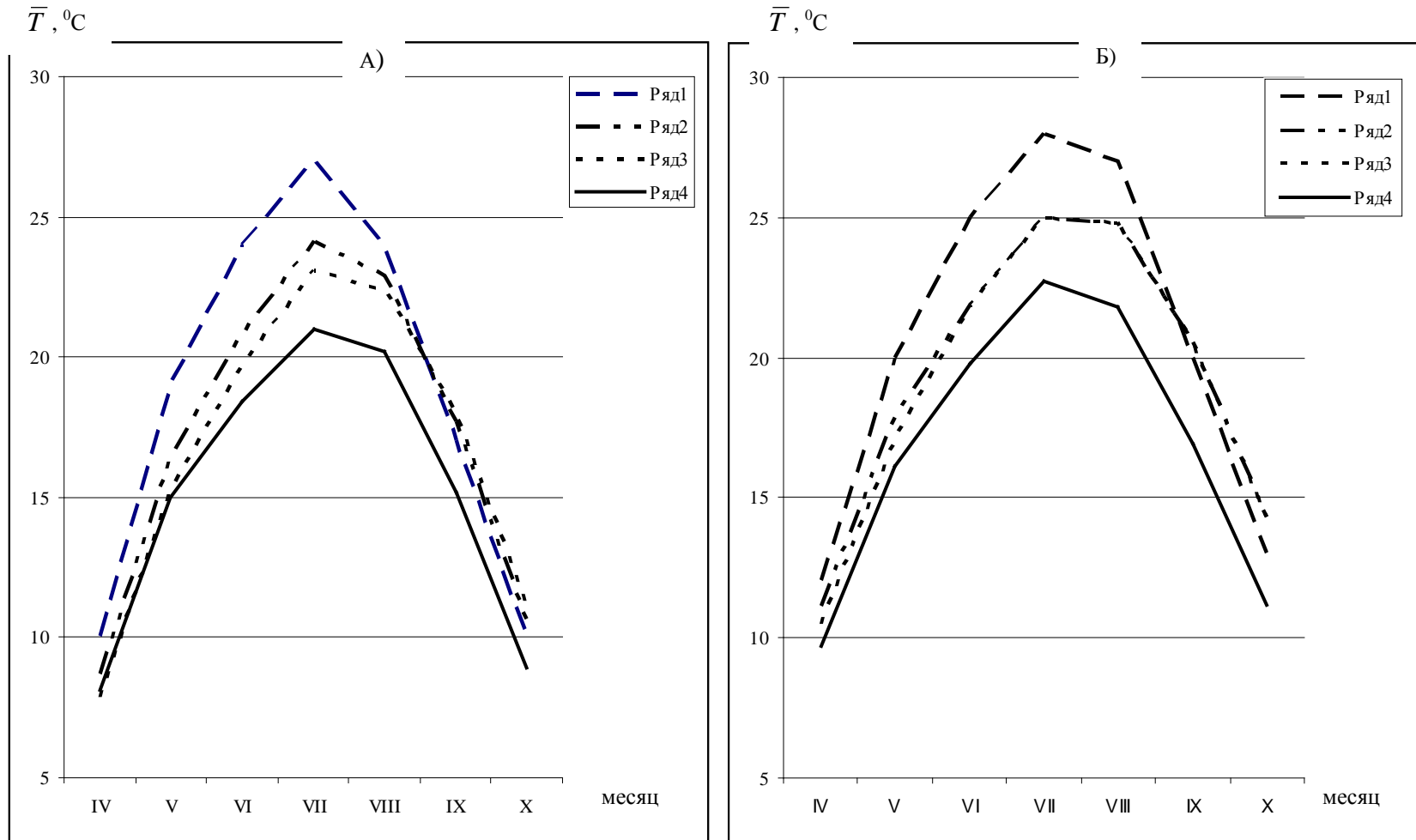


Рис. 1 – Годовой ход температуры на разных уровнях:
 1- поверхность почвы; 2, 3- на глубинах 10, 20 см; 4 - в воздухе на уровне будки.

Станции: А) Любашевка; Б) Болград. Почва тяжелосуглинистая.

Таблица 1 – Агроклиматические показатели тепловых ресурсов почвы в сравнении с воздухом на уровне будки в различных районах Одесской области

Станция	Слой почвы (см)	Продолжительность периодов (дни)	$\Sigma T_{п>10}^{\circ C}$ ($^{\circ}C$)	$N_{пп}$ (дни)	$\Sigma T_{с>10}^{\circ C}$ ($^{\circ}C$)
Любашевка	0	183	3600	171	2960
	10	182	3407		
	20	182	3311		
Сербка	0	190	3913	177	3210
	10	190	3780		
	20	187	3634		
Одесса	0	191	3942	182	3260
	10	191	3799		
	20	190	3687		
Сарата	0	194	3890	182	3280
	10	193	3801		
	20	192	3705		
Болград	0	200	4259	187	3395
	10	197	3988		
	20	197	3920		
Измаил	0	206	4208	192	3515
	10	203	4197		
	20	200	3997		

А суммы температур почвы соответственно 3600 и 3311 $^{\circ}C$.

В центральном районе (ст. Одесса) анализируемые показатели увеличиваются до 191 и 190 дней соответственно и 3942 и 3687 $^{\circ}C$. На крайнем юге области (ст. Измаил) $N_{пп}$ и $N_{п}$ увеличивается до 206 и 200 дней. Значительно возрастают и суммы температур почвы, здесь они составляют соответственно 4208 и 3997 $^{\circ}C$. Диапазон зональных различий в $\Sigma T_{пп}$ и $\Sigma T_{п}$ значителен и составляет 608 и 686 $^{\circ}C$.

Также наглядно видно, что суммы температур поверхности почвы ($\Sigma T_{пп.}$) и на глубине 20 см ($\Sigma T_{п}$) выше среднесуточных температур воздуха за теплый период ($\Sigma T_{с>10}^{\circ C}$) более чем на 600 $^{\circ}C$ и более чем на 350 $^{\circ}C$ соответственно.

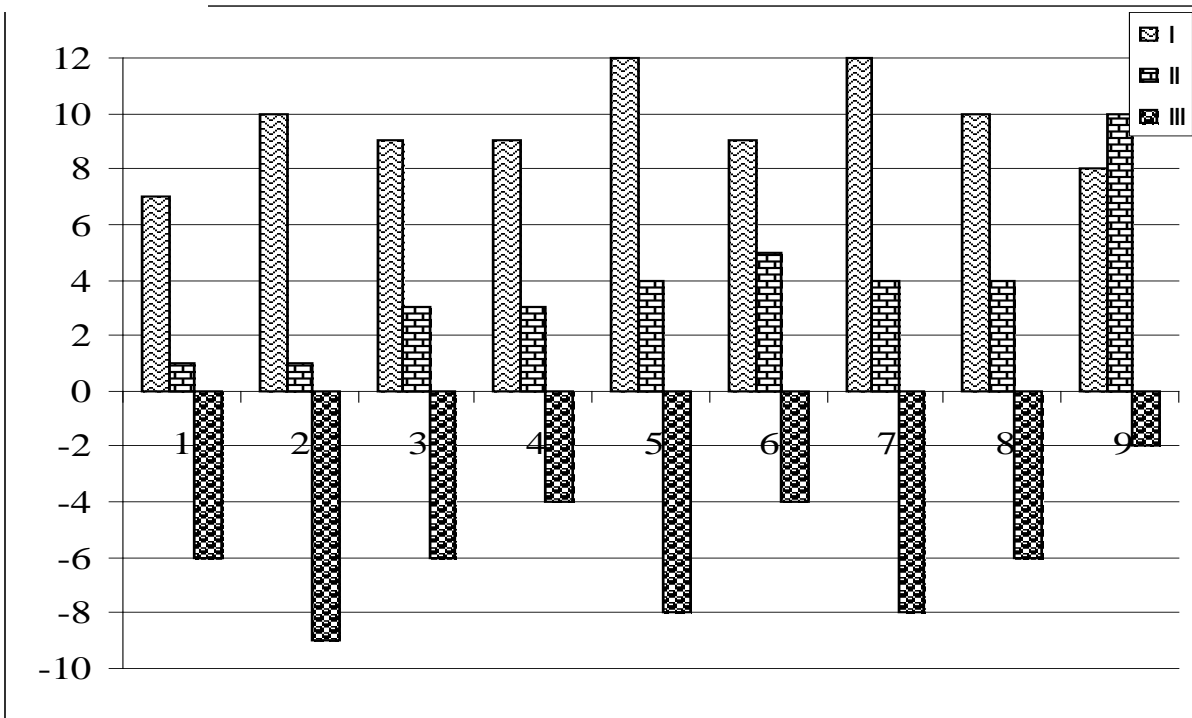
Влияние почвы на ее климат прослеживается и при сравнении дат перехода температур воздуха и почвы через 10 $^{\circ}C$ весной и осенью (Рис. 2). Весной с увеличением температуры воздуха до 10 $^{\circ}C$ поверхность почвы начинает прогреваться раньше, чем воздух. Переход температуры через 10 $^{\circ}C$ на поверхности почвы наступает на 7-12 дней раньше, чем в воздухе. На глубине 20 см прогревание почвы по всей территории области происходит раньше, чем в воздухе на 1-10 дней (Рис.2 (а)).

Если анализировать переход температуры почвы через 10 $^{\circ}C$ на поверхности почвы и глубине 20 см, то прослеживается следующая закономерность. Поверхность почвы всегда прогревается раньше, чем на глубине 20 см, и с увеличением температуры воздуха разница в днях увеличивается. Так, при переходе $T_{п}$ через 10 $^{\circ}C$ разница составляет 4-9 дней (Рис. 2 (а)).

Осенью воздух и почва также неодинаково отдают тепло. Воздух начинает охлаждаться по всей территории Одесской области на 1-4 дня раньше при среднесуточных температурах 10 $^{\circ}C$. На глубине 20 см охлаждение почвы наступает

Отклонение
в днях

а)



б)

Отклонение
в днях

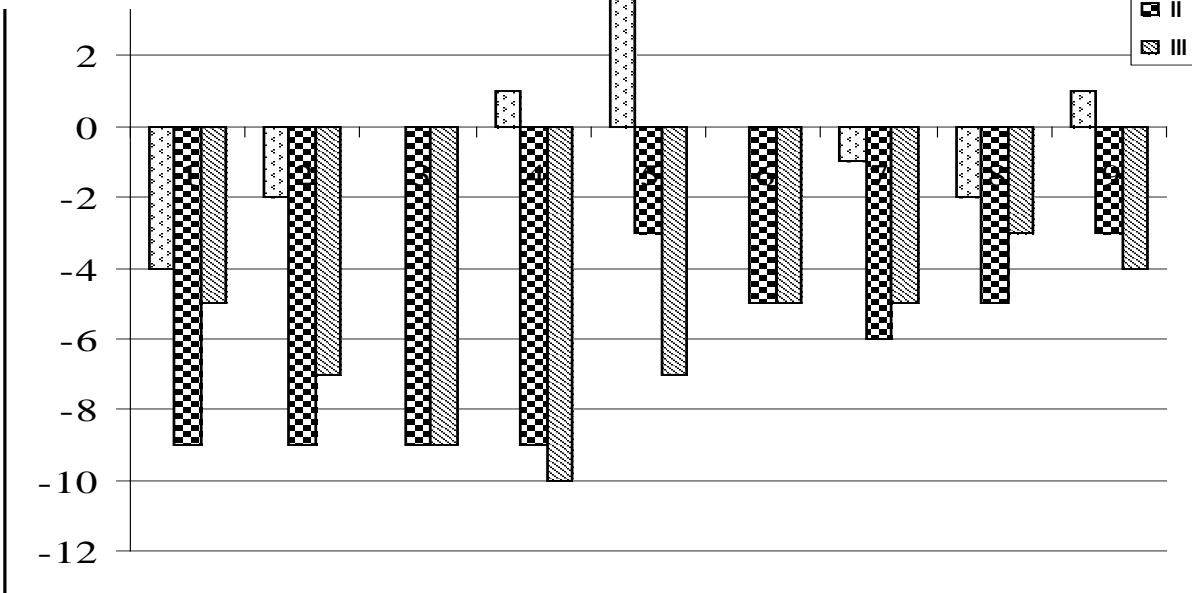


Рис. 2 – Отклонение между датами перехода среднесуточной температуры весной (а) и осенью (б) через 10°C в пределах Одесской области: I – в воздухе и на поверхности почвы; II – в воздухе и почве на глубине 20 см; III – на поверхности почвы и на глубине 20 см.

позже на 3-9 дней по всей территории при среднесуточных температурах 10°C .

Анализируя даты перехода температуры на поверхности почвы и на глубине 20 см через 10°C видно, что в южных районах охлаждение поверхности почвы наступает раньше на 3-5 дней, чем на глубине 20 см. В северных районах охлаждение нижних слоев наступает позже на 5-7 дней, чем поверхности почвы (Рис. 2 (б)).

Следующим этапом научных исследований является комплексное агроклиматическое районирование показателей тепловых ресурсов воздуха и почвы в среднем масштабе (1:500 000) на территории Одесской области. За основу принята методика уплотнения климатической и агроклиматической информации, разработанная З.А. Мищенко [9]. Суть ее заключается в установлении количественных зависимостей между известными и искомыми агроклиматическими показателями.

Картирование осуществлялось по основному показателю – суммам температуры почвы за теплый период на глубине 10 см ($\Sigma T_{\text{п}}$). На карте районирования (Рис. 3) выделено 5 мезорайонов для среднесуглинистых почв в условиях открытого ровного места. А далее по установленным взаимосвязям (1-6) были определены для каждого мезорайона значения соответствующих показателей теплового режима почв, что позволило составить легенду к карте по 8-ми показателям ($\Sigma T_{\text{п}}$, $\Sigma T'_{\text{п}}$, $\Sigma T_{\text{пп}}$, $\Sigma T_{\text{с}}$, $N_{\text{п}}$, $N'_{\text{п}}$, $N_{\text{пп}}$, $N_{\text{тп}}$). (табл. 2).

Установлено, что значения всех показателей возрастают с севера на юг области. Например в первом мезорайоне $\Sigma T_{\text{п}}$ и $\Sigma T'_{\text{п}}$ не превышает 3200-3400 и 3125-3320 $^{\circ}\text{C}$. Продолжительность периодов с $T_{\text{п}} > 10^{\circ}\text{C}$ на данных уровнях почвы ($N_{\text{п}}$, $N'_{\text{п}}$) не превышает 172-177 дней. С продвижением к центру эти показатели возрастают. Так, в третьем мезорайоне $\Sigma T_{\text{п}}$ и $\Sigma T'_{\text{п}}$ увеличивается до 3600-3800 и 3515-3710 $^{\circ}\text{C}$, а $N_{\text{п}}$ и $N'_{\text{п}}$ соответственно возрастает до 182-193 и 189-195 дней. На крайнем юге области в пятом мезорайоне температура почвы на глубине 10 см существенно возрастает до 4000-4200 и 3905-4100 $^{\circ}\text{C}$, а продолжительность периодов увеличивается до 193-200 и 195-197 $^{\circ}\text{C}$. Диапазон географических различий в $\Sigma T_{\text{п}}$ и $N_{\text{п}}$, $\Sigma T'_{\text{п}}$ и $N'_{\text{п}}$ весьма значителен и составляет 800 $^{\circ}\text{C}$ и 21-23 дня, 780 $^{\circ}\text{C}$ и 23-20 дней.

Значительнее всего меняются тепловые ресурсы поверхности почв. В первом мезорайоне $\Sigma T_{\text{пп}}$ составляет 3405-3625 $^{\circ}\text{C}$, а $N_{\text{пп}}$ не превышает 164-169 дней. С продвижением на юг области сумма температур на поверхности почвы увеличивается и, например, в третьем мезорайоне равна 3840-4060 $^{\circ}\text{C}$, а $N_{\text{пп}}$ составляет 183-189 дней. На крайнем юге области, в пятом мезорайоне $\Sigma T_{\text{пп}}$ значительно возрастает до 4280-4470 $^{\circ}\text{C}$, а продолжительность теплого периода до 194-197 дней. Диапазон географических различий составляет по $\Sigma T_{\text{пп}}$ 875-845 $^{\circ}\text{C}$ и по $N_{\text{пп}}$ 30-28 дней.

В легенде приведены также традиционные показатели тепловых ресурсов приземного слоя воздуха – $\Sigma T_{\text{с}}$ и $N_{\text{тп}}$. В первом мезорайоне сумма среднесуточных температур воздуха ($\Sigma T_{\text{с}}$) за теплый период не превышает 2795-2960 $^{\circ}\text{C}$, а продолжительность теплого периода ($N_{\text{тп}}$) – 172-178 дней. В третьем мезорайоне $\Sigma T_{\text{с}}$ и $N_{\text{тп}}$ увеличивается соответственно до 3125-3290 $^{\circ}\text{C}$ и 174-179 дней. На крайнем юге области, в пятом мезорайоне показатели значительно возрастают до 3495-3600 $^{\circ}\text{C}$ и 184-187 дней.

Для сравнительной оценки нами определены коэффициенты нагреваемости среднесуглинистой почвы на ее поверхности и на глубинах 10 см и 20 см по формуле

$$V.H. \text{ Димо: } K_n = \frac{\sum T_n > 10^{\circ}\text{C}}{\sum T_c > 10^{\circ}\text{C}}, \quad (1)$$

где $\sum T_n$ - сумма температур почвы на глубине 20 см выше 10°C ; $\sum T_c$ - суммы среднесуточных температур воздуха выше 10°C .

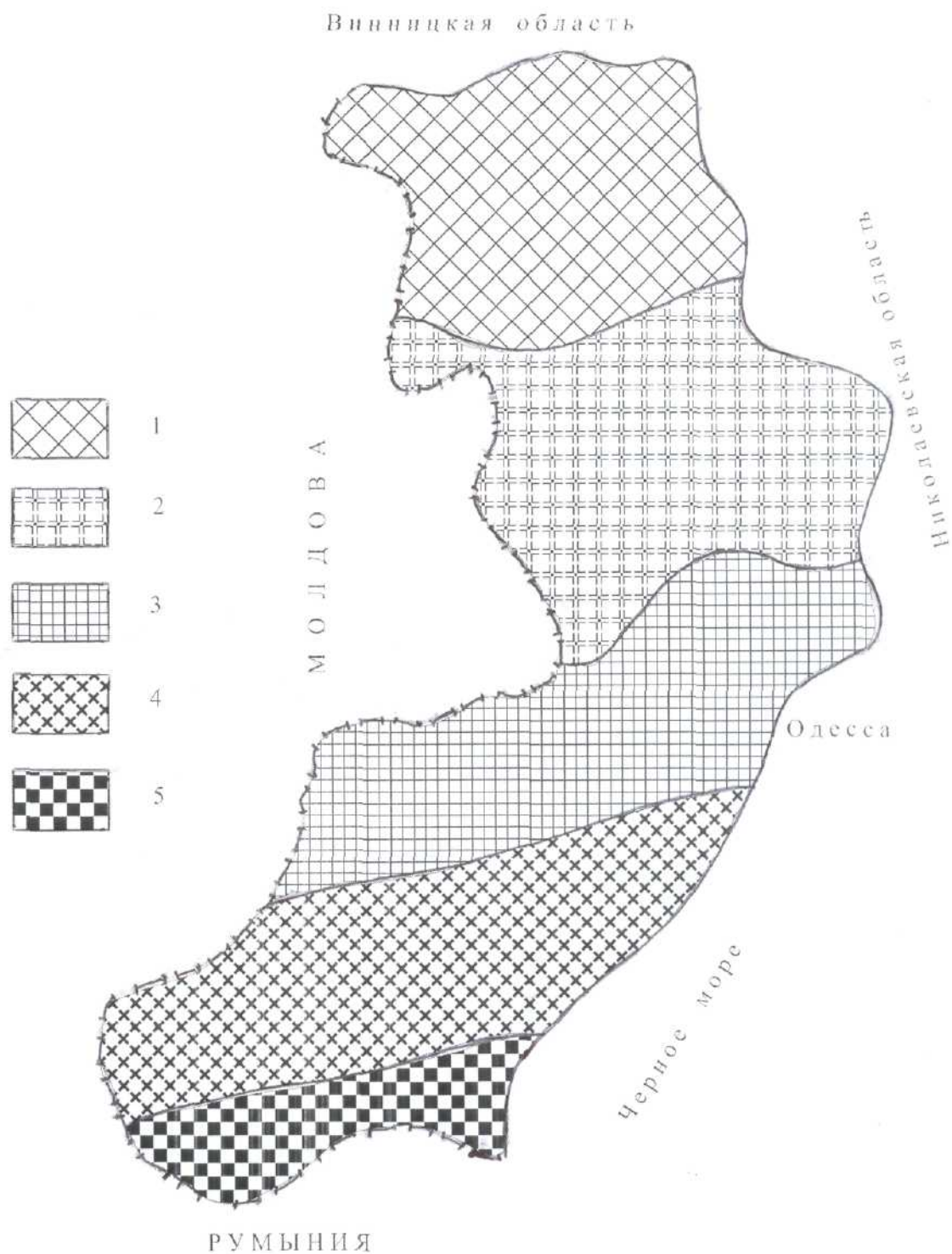


Рис. 3 – Комплексное агроклиматическое районирование показателей тепловых ресурсов почв в пределах Одесской области. Мезорайоны 1 – 5 см. табл. 2

Таблица 2 – Агроклиматическая оценка показателей тепловых ресурсов почвы на глубинах 10 см и 20 см и на поверхности почвы в различных мезорайонах Одесской области.

Мезо-район	$\Sigma T_{п}, ^\circ C$	$N_{п}, \text{дни}$	$\Sigma T'_{п}, ^\circ C$	$N'_{п}, \text{дни}$	$\Sigma T_{пп}, ^\circ C$	$N_{пп}, \text{дни}$	$\Sigma T_{с}, ^\circ C$	$N_{тп}, \text{дни}$
1.	3200-3400	172-177	3125-3320	172-177	3405-3625	164-169	2795-2960	172-178
2.	3400-3600	177-182	3320-3515	177-183	3625-3840	178-183	2960-3125	169-174
3.	3600-3800	182-188	3515-3710	183-189	3840-4060	183-189	3125-3290	174-179
4.	3800-4000	188-193	3710-3905	189-195	4060-4280	188-194	3290-3455	188-194
5.	4000-4200	193-200	3905-4100	195-197	4280-4470	194-197	3495-3600	184-187

Расчеты выполнены для 5-ти мезорайонов, выделенных на карте (рис. 4). Установлено, что все коэффициенты нагреваемости почвы увеличиваются в направлении с севера на юг области (табл.3.3).

Таблица 3 – Оценка нагреваемости почвы на ее поверхности и глубинах 10, 20 см в ряде мезорайонов Одесской области

Мезорайон	$K_{пп}$	$K_{п}$	$K'_{п}$
1.	<1,20	<1,15	<1,12
2.	1,21	1,17	1,13
3.	1,21	1,17	1,13
4.	1,21	1,17	1,14
5.	1,22	1,19	1,15

Повсеместно суммы температур на поверхности почвы оказались выше $\Sigma T_{с}$ по области в 1,20 – 1,22 раза; на глубине 10 см в 1,15-1,19 раза, а на глубине 20 см – в 1,12-1,15 раза.

Выводы. В процессе исследований получены следующие результаты:

- 1) выполнена сравнительная количественная оценка показателей теплового режима почв на разных уровнях с традиционными показателями теплового режима воздуха на уровне будки в пределах Одесской области;
- 2) впервые выполнено комплексное агроклиматическое районирование по восьми показателям тепловых ресурсов почвы на разных уровнях и воздуха на уровне будки в среднем масштабе для рассматриваемой территории. При этом выделено пять агроклиматических мезорайонов, которые различаются по показателям термического режима почв разного механического состава. Диапазон географических различий в $\Sigma T_{п}$

и N_p , ΣT_p и N'_p соответственно составляет 800°C и 21-23 дня, 780°C и 23-20 дней, а по ΣT_{III} и N_{III} – $875-845^\circ\text{C}$ и 30-28 дней.

Установлено, что ΣT_p оказались выше на севере области на $405-440^\circ\text{C}$, а на крайнем юге области – на $505-600^\circ\text{C}$; $\Sigma T'_p$ соответственно на $330-360^\circ\text{C}$ и на $410-500^\circ\text{C}$; ΣT_{III} – на $610-665^\circ\text{C}$ и на $785-870^\circ\text{C}$ чем традиционные суммы среднесуточных температур воздуха выше 10°C (ΣT_c)

Полученные результаты научной разработки по тепловому режиму пахотного слоя почв разного механического состава в пределах Одесской области могут быть использованы для решения прикладных задач: планирование сроков проведения полевых работ, размещения, посева сельскохозяйственных культур, их уборки, программирование урожая.

Список литературы

1. Гольцберг И.А. Агроклиматическое районирование территории административных областей / И.А. Гольцберг // Труды ГГО. – 1969. – Вып. 248. – с. 4-11.
2. Горышина Н.Г. Теплообеспеченность почв на Северо-Западе ЕТС / Н.Г. Горышина // Труды ГГО. – 1970. – Вып. 264. – с. 73-81.
3. Димо В.П. Тепловой режим почв СССР / В.П. Димо. – М.: Колос, 1972. – 360 с.
4. Каринг П.Х. Агроклиматическая оценка и методы использования ресурсов мезо- и микроклимата в сельском хозяйстве: автореф. дис. на соиск. уч. степени докт. геогр. наук. – Л.: АФИ. – 1991. – 64 с.
5. Кирнасовская Н.В. О взаимосвязи показателей тепловых ресурсов в воздухе и в пахотном слое почвы. / Н.В. Кирнасовская // Матеріали міжн. конфер. “Гідрометеорологія і охорона навколишнього середовища - 2002”. – Одеса. – 2003. – ч.1. – с. 179-189.
6. Клыпото В.С. Микроклиматические ресурсы мелиорируемых земель Южной Карелии и их учет в сельском хозяйстве: автореф. дис. на соиск. уч. степени канд. геогр. наук. – Л. – 1987. – 27 с.
7. Колосков П.И. Почвенная климатология / П.И. Колосков // Почвоведение. – 1946. – №3. – с. 12-16.
8. Мищенко З.А. Агроклиматические ресурсы Украины и урожай / З.А. Мищенко, Н.В. Кирнасовская. – Одесса: «Экология», 2011. – с. 90-113.
9. Мищенко З.А. Методика агроклиматической оценки и среднемасштабного районирования территории в связи с продуктивностью сельскохозяйственных культур / З.А. Мищенко // Метеорология и гидрология. – 1999. – №8. – с.87-98.
10. Мищенко З.А. Сельскохозяйственная оценка климата различных почв на территории Украины / З.А. Мищенко, Н.В. Кирнасовская // Метеорологія, кліматологія та гідрологія.– Одеса.- 2002. - Вып. 44. – С. 117-124.
11. Справочник по климату СССР // Температура воздуха и почвы. – Л.: Гидрометеиздат, 1967. – Вып. - 10, ч. 2. – 607 с.
12. Шульгин А.М. Климат почвы и его регулирование / А.М. Шульгин. – Л.: Гидрометеиздат, 1967. – 258 с.

Комплексна оцінка та районування показників теплових ресурсів ґрунтів в Одеській області.

Кирнасівська Н.В.

Дана порівняльна кількісна оцінка теплового режиму ґрунтів в шарі 0-20 см з температурою повітря на рівні будки. На основі ущільнення кліматичної інформації розглядається комплексне районування показників теплових ресурсів в межах Одеської області в середньому масштабі для середньосуглинистих ґрунтів з виділенням 5 мезорайонів.

Ключові слова: клімат ґрунтів, агрокліматичні ресурси, районування, мезорайони.

Complex evaluation and zoning of the thermal soil resources' indexes in Odessa region. N.V. Kirnasovskaya

The article gives the comparative quantitative evaluation of the thermal conditions of soil at 0-20 cm with air temperature at the weather shack level. On the basis of information contraction the complex zoning of indicators of thermal resources in Odessa region in average scale for medium-loamy soils with 5 mezoareas is examined.

Keywords: climate soils, ahroklymatycheskye resources, zoning, mezorayon