

УДК 633:551.5

Л.Н. Ермакова, Н.И. Толмачева, Е.А. Безматерных

ОЦЕНКА АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ТЕРРИТОРИИ ПЕРМСКОГО КРАЯ *

Пермский государственный университет, г.Пермь, ул.Букирева,15, e-mail:lnermak@psu.ru

Дается обоснование применяемых методов оценки агроклиматических ресурсов. В частности, с помощью биоклиматического потенциала и метода дискриминантной функции проводится оценка ресурсов тепла и влаги территории Пермского края для конкретного межфазового периода.

К л ю ч е в ы е с л о в а: биоклиматический потенциал; фенологические фазы выход в трубку и колошение; базисные суммы температур; коэффициент роста; биологическая продуктивность.

Основной целью определения агроклиматических показателей является проведение районирования территории, т.е. выделение районов, близких по степени сходства климатических условий или близких по степени влияния климата на развитие и продуктивность сельскохозяйственных культур [6]. Районирование территории должно осуществляться с учетом тенденций изменения климата.

Исследованию влияния колебаний и изменений климата на сельскохозяйственное производство, оценке агроклиматических ресурсов и вопросам их рационального использования посвящено много отечественных, в том числе советских и российских, а также зарубежных работ. Теоретические положения агроклиматологии, методы и приемы исследований изложены в трудах Е.К. Зоидзе [3-5; 14], В.А. Жукова [1; 2; 19; 20], Ф.Ф. Давитая [16,17], В.М. Пасова [7-10], Д.И. Шашко [15]. Большой вклад в развитие методик оценки внесли работники лаборатории математических методов оценки агроклиматических ресурсов и агрометеорологических прогнозов ВНИИСХМ.

Для объективизации оценки агроклиматических ресурсов целесообразно использовать комплекс методов. В данном исследовании применялись два метода оценки: расчет биоклиматического потенциала (БКП) и дискриминантной функции.

Влияние ресурсов тепла и соотношения тепла и влаги на биологическую продуктивность учитывает комплексный показатель Д.И. Шашко — биоклиматический потенциал (БКП), который рассчитывается по формуле

$$БКП = K_{p(кв)} [\sum t > 10^{\circ}C / \sum t_{ак(баз)}], \quad (1)$$

где $K_{p(кв)}$ — коэффициент роста по годовому показателю атмосферного увлажнения; $\sum t > 10^{\circ}C$ — сумма температур воздуха выше $10^{\circ}C$, отражающая уровень теплообеспеченности растений в данном месте, $^{\circ}C$; $\sum t_{ак(баз)}$ — базисная сумма средних суточных значений температуры воздуха за период активной вегетации, т.е. величина, относительно которой осуществляется сравнительная оценка, $^{\circ}C$.

В качестве базисных могут быть взяты разные суммы значений температуры: $1000^{\circ}C$ — для сравнения с продуктивностью на границе возможного массового полевого земледелия; $1900^{\circ}C$ — для сравнения со средней по стране продуктивностью, свойственной южно-таежно-лесной зоне; $3100^{\circ}C$ — для сравнения с продуктивностью в оптимальных условиях роста, характерных для предгорных лесостепных районов Краснодарского края.

В приведенной формуле коэффициент роста (коэффициент биологической продуктивности) $K_{p(кв)}$ представляет собой отношение урожайности в данных условиях влагообеспеченности к максимальной урожайности в условиях оптимального увлажнения и рассчитывается по формуле

$$K_{p(кв)} = lg (20 K_{увл}), \quad (2)$$

где $K_{увл} = P / \sum d$ — коэффициент годового атмосферного увлажнения, равный отношению количества осадков к сумме средних суточных значений дефицита влажности воздуха. При значении $K_{увл} = 0,5$ создаются оптимальные условия для влагообеспеченности растений. В этих условиях $K_{p(кв)} = 1$.

* Статья выполнена при частичной поддержке гранта РФФИ 10-05-96067-р_Урал_а.

© Ермакова Л.Н., Толмачева Н.И., Безматерных Е.А., 2010

Метеорология и климатология

В России средняя продуктивность культур широкого ареала (зерновых) соответствует значению БКП = 1,9, которое принято за эталон (100 баллов). Пересчет БКП в баллы осуществляется по формуле

$$B_k = K_{p(kv)} [(\sum t > 10^\circ\text{C}) \cdot 100 / 1900] = 55 \text{ БКП}, \quad (3)$$

где B_k — климатический индекс биологической продуктивности (относительно средней продуктивности для страны), балл. 55 — коэффициент пропорциональности, определенный по связи средних значений БКП и показателей продуктивности зерновых при уровне агротехники госсортоучастков [2; 12; 14].

Градации биологической продуктивности по БКП и B_k приведена в табл. 1.

Таблица 1

Шкала оценки биологической продуктивности

Биологическая продуктивность	БКП	Бк
Очень низкая	<0,8	<40
Низкая	0,8-1,2	40-60
Пониженная	1,21-1,6	61-85
Средняя	1,61-2,2	86-120
Повышенная	2,21-2,8	121-155
Высокая	2,81-3,4	156-190
Очень высокая	>3,4	>190

Физический смысл биоклиматического потенциала заключается в следующем: продуктивность экологических типов сельскохозяйственных культур при достигнутом уровне культуры земледелия определяется доступностью для растений питательных веществ, находящихся в почве. Доступность, в свою очередь, зависит от наличия влаги в почве, с одной стороны, а с другой — от теплового режима, определяющего скорость биохимических реакций в процессе фотосинтеза и подготовку питательных веществ для растений в результате деятельности микроорганизмов. От складывающихся условий тепло- и влагообеспеченности в равной мере зависит продуктивность культур.

Таким образом, под БКП следует подразумевать балловую оценку степени доступности для растений питательных веществ, находящихся в почвенном растворе на конкретной территории. Однако следует подчеркнуть, что с помощью БКП дается общая оценка ресурсов тепла и влаги безотносительно к запросам отдельных культур и их сортов [3; 5].

Дискриминантная функция D рассчитывается на основе агрометеорологических данных по сельскохозяйственным культурам для конкретной территории и определенного периода развития растений. В работах А.Д. Пасечнюка получены *дискриминантные функции* для оценки агрометеорологических условий произрастания озимой ржи в Нечерноземной зоне РСФСР. Дискриминантные функции определялись раздельно по межфазовым периодам. В частности, для периода выход в трубку-колошение

$$D = 0,724 - 0,07x + 0,003z, \quad (4)$$

где x — средняя суточная температура воздуха за период, °С; z — сумма осадков, мм.

Чем больше значения D , тем менее благоприятны условия. При $D > 0$ агрометеорологические условия классифицируются как неблагоприятные для произрастания сельскохозяйственных культур [2; 11].

Территория Пермского края, согласно исследованиям Д.И. Шашко, относится к ареалу средней биологической продуктивности, следовательно, в целом должна характеризоваться благоприятными условиями увлажнения и достаточной теплообеспеченностью [13; 15].

Расчет БКП и дискриминантной функции проведен для метеостанций Пермского края за период 1974-2003 гг. Исходя из значений БКП и дискриминантной функции проведено районирование территории Пермского края:

- 1) по уровню биологической продуктивности сельскохозяйственных культур;
- 2) по закономерностям пространственного изменения биоклиматического потенциала;

Метеорология и климатология

3) по условиям произрастания озимой ржи в межфазовый период выход в трубку-колошение.

Распределение климатического индекса биологической продуктивности при естественном увлажнении (B_k , балл.) представлено на рис. 1. Самым высоким агроклиматическим потенциалом обладают районы, отличающиеся наиболее благоприятным для развития растений соотношением ресурсов тепла и влаги. Избыток или недостаток одного из них приводит к снижению продуктивности климата.

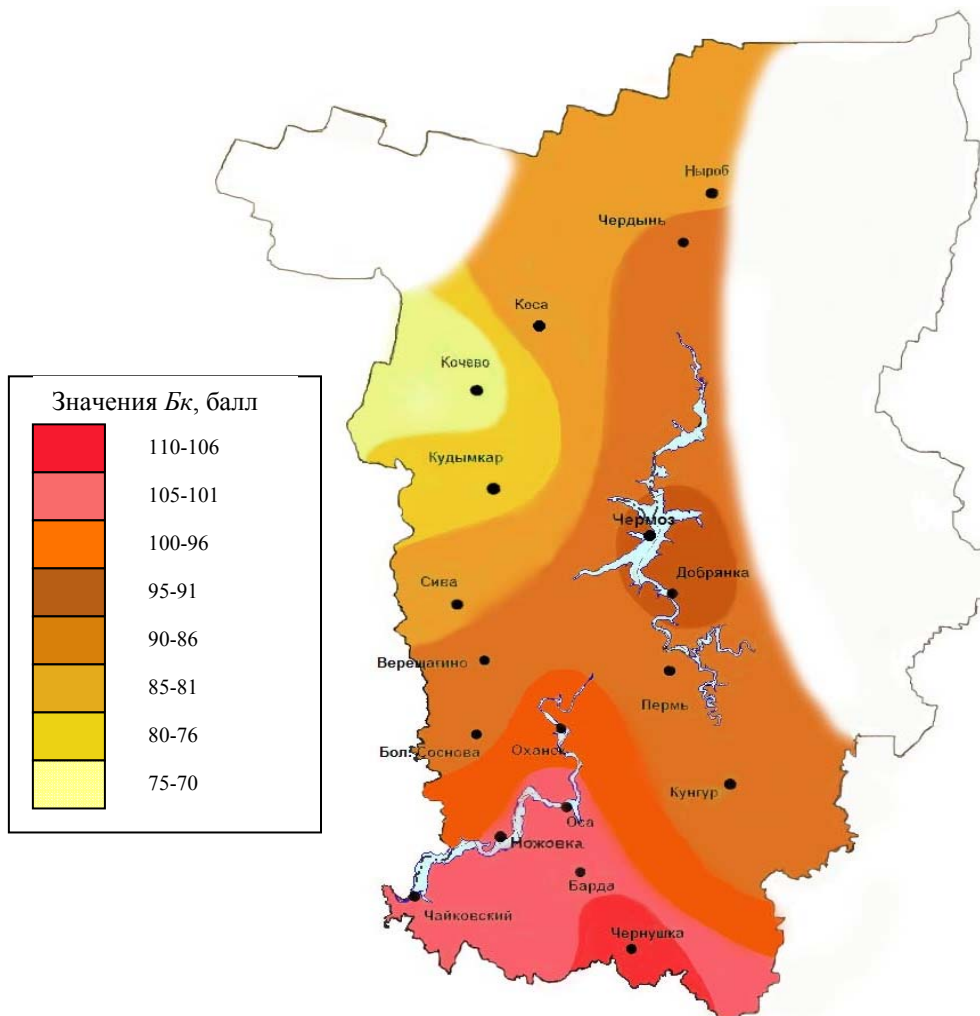


Рис. 1. Распределение значений климатического индекса биологической продуктивности применительно к территории Пермского края

Рассчитанные значения БКП позволили районировать территорию Пермского края с выделением трех районов:

- район А (БКП = 1,71-2,0; B_k = 96-110 балл.) – хорошие условия;
- район Б (БКП = 1,61-1,7; B_k = 86-95 балл.) – удовлетворительные условия;
- район В (БКП = 1,3-1,6; B_k = 70-85 балл.) – неудовлетворительные условия (рис. 2).

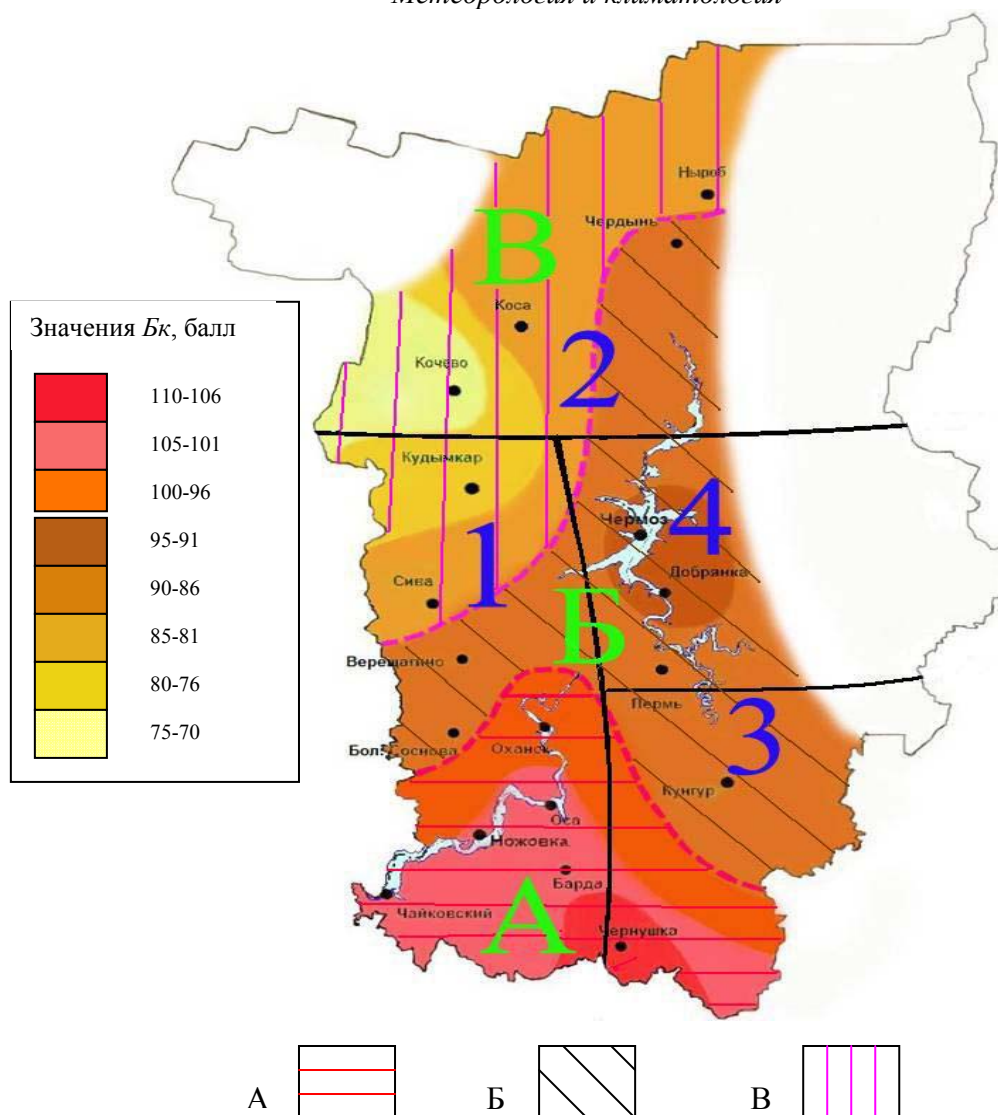


Рис. 2. Агроклиматическое районирование территории Пермского края

Дополнительно проведено районирование территории Пермского края с учетом пространственной изменчивости средних многолетних значений БКП (рис. 2). Часть территории края, ограниченная с севера 59° с.ш., с востока $56,2^{\circ}$ в.д. характеризуется зональным уменьшением БКП с юга на север (зона 1). Часть территории края севернее зоны 1 отличается меридиональным уменьшением БКП с востока на запад (зона 2). Территория, ограниченная с запада $56,2^{\circ}$ в.д., с севера 59° с.ш., с характерным меридиональным увеличением БКП с востока на запад отнесена к зоне 3, а территория, ограниченная с севера 59° с.ш., с юга $57,7^{\circ}$ с.ш. и с запада $56,2^{\circ}$ в.д., с малой изменчивостью БКП – к зоне 4.

Наилучшие агроклиматические условия наблюдаются на юге (Чернушка, Барда), показатель B_k здесь имеет максимальные значения: 104 – 108 балл. (БКП = 1,9-2,0) (район А, зона 1). Несколько ниже этот показатель на юго-западе, здесь значения B_k составляют 102 балл. (БКП = 1,8) (Оса, Ножовка). Данные агроклиматические ресурсы обеспечивают средний уровень продуктивности (86-120 балл.), свойственный южной таежно-лесной зоне.

Большая часть территории Пермского края относится к району Б, в котором отмечаются удовлетворительные агрометеорологические условия. Наименьшие значения климатического индекса

биологической продуктивности выявлены в западной и северо-западной частях Пермского края, где значения B_k составляют 71 балл (БКП = 1,3) (Кочevo) и 77 балл. (БКП = 1,4) (Кудымкар), что соответствует пониженной биологической продуктивности (район В).

По классификации Д.И. Шашко территория с $B_k < 1,6$ относится к району с пониженной биологической продуктивностью, что соответствует выделенному району В.

Таким образом, в целом территория Пермского края характеризуется удовлетворительными агрометеорологическими условиями.

Климатический индекс биологической продуктивности к концу исследуемого периода имеет тенденцию к возрастанию в северном (Ныроб, Чердынь, Коса), северо-западном (Кочевье), центральном (Добрянка) и западном (Большая Соснова) районах Пермского края. В юго-западной (Чайковский, Ножовка, Оса), южной (Барда и Чернушка), юго-восточной (Кунгур) частях края отмечается тенденция к понижению B_k .

С помощью климатического индекса биологической продуктивности можно провести общую оценку агроклиматических ресурсов по какой-либо территории.

Для оценки условий, наблюдающихся в определенный период развития сельскохозяйственной культуры, например в межфазовый период, применяется расчет дискриминантных функций. В данной работе дискриминантные функции рассчитывались для межфазового периода выход в трубку–колошение.

Выход в трубку – это фенологическая фаза развития, характеризующаяся удлинением стебля. За начало фазы принимается начало удлинения (развития) междоузлий главного стебля. Происходит образование зачаточного колоса с заложением в нем зачатков колосков. Благоприятными условиями для растений в этой фазе являются высокая интенсивность освещения и хорошая обеспеченность влагой. При температуре воздуха ниже 10-11°C длительность прохождения этой фазы увеличивается, интенсивность роста замедляется. Недостаток влаги и питательных веществ сдерживает ростовые процессы.

Колошение происходит одновременно с усиленным ростом стебля. Это процесс выхода соцветия из влагалища верхнего листа. У ржи появляется колос. На этом этапе растение готово к цветению и оплодотворению.

Период от выхода в трубку до колошения очень важный в развитии зерновых. В это время усиленно растут листья и соломина, формируется колос и поэтому растение испытывает повышенную потребность во влаге, питательных веществах и освещенности. При неблагоприятных условиях колошение запаздывает, что ведет к неравномерности созревания и, в конечном итоге, к потерям урожая [18].

Критерии оценки условий произрастания озимой ржи на территории Пермского края по значениям дискриминантной функции D представлены в табл. 2.

Таблица 2

Оценка условий территории в соответствии со значениями дискриминантной функции D

Условия территории	D
Неблагоприятные	0,1-0,07
Среднеблагоприятные	0,06-(-0,04)
Благоприятные	<(-0,04)

Пространственное распределение значений дискриминантной функции по территории Пермского края представлено на рис. 3, из которого следует, что наиболее благоприятные условия для развития озимой ржи наблюдаются в центральной части края, а менее благоприятные – в западной. Это означает, что в целом распределение значений D согласуется с изменением значений B_k .

Таким образом, сравнительная оценка агроклиматических ресурсов территории Пермского края показала идентичность полученных результатов, что указывает на взаимодополняемость используемых

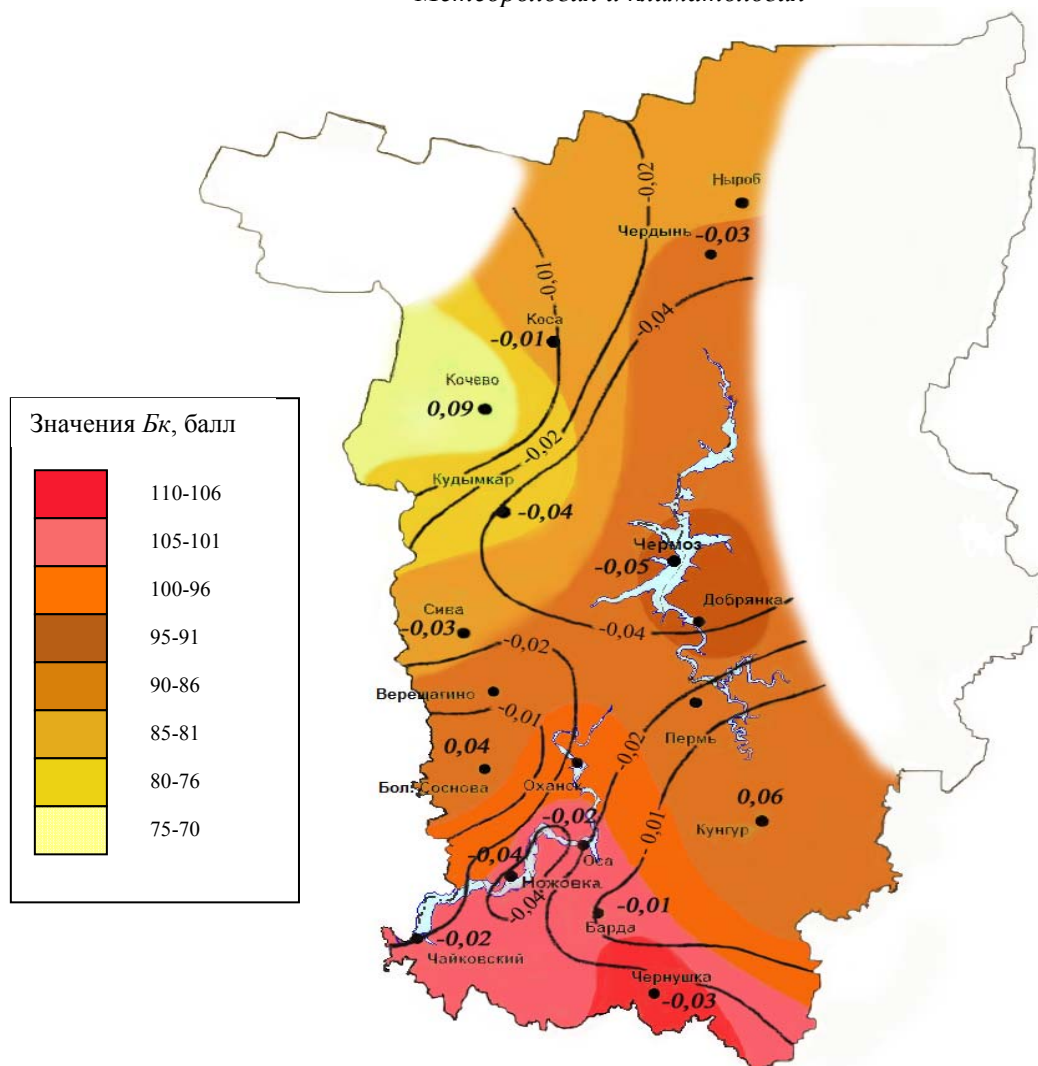


Рис. 3. Распределение значений климатического индекса биологической продуктивности и дискриминантной функции применительно к территории Пермского края

методов и на необходимость проведения комплексной оценки ресурсов. Согласно проведенной оценке Пермский край в целом относится к территории средней биологической продуктивности сельскохозяйственных культур.

Библиографический список

1. Жуков В.А., Даниелов С.А. Агроклиматическое обоснование размещения сельскохозяйственных культур с учетом влияния неблагоприятных погодных условий // Труды ВНИИСХМ, 1984. Вып. 12. С. 100-110.
2. Жуков В.А., Зойдзе Е.К. Вопросы агроклиматологии. Л.: Гидрометеиздат, 1989. 152 с.
3. Зойдзе Е.К. Об одном подходе к исследованию неблагоприятных агроклиматических явлений в условиях изменения климата в РФ // Там же. 2004. №1. С. 96-104.
4. Зойдзе Е.К. Оценка агроклиматических ресурсов продуктивности картофеля в Нечерноземной зоне Европейской территории СССР // Метеорология и гидрология. 1973. №5. С. 84-92.
5. Зойдзе Е.К., Овчаренко Л.И. Сравнительная оценка сельскохозяйственного потенциала климата территории РФ и степени использования ее агроклиматических ресурсов сельскохозяйственными культурами. СПб.: Гидрометеиздат, 2000. 75 с.
6. Методика агрометеорологических наблюдений и агроклиматического районирования: сб. ст. / под ред. М.С. Кулика. М.: Гидрометеиздат, Моск. отд-ние, 1971. 263 с.

Метеорология и климатология

7. Пасечнюк Л.Е., Пасов В.М. Агроклиматические ресурсы и условия произрастания зерновых и зернобобовых культур в США. Л.: Гидрометеиздат, 1989. 271 с.
8. Пасов В.М. Изменчивость урожаев и оценка ожидаемой продуктивности зерновых культур. Л.: Гидрометеиздат, 1986. 107 с.
9. Пасов В.М. Изменчивость урожая яровых зерновых культур в различных климатических зонах СССР // Метеорология и гидрология, 1973. № 7. С. 82-86.
10. Пасов В.М., Аксарина Е.А., Зинченко В.П. Методическое пособие по составлению прогноза урожайности яровой пшеницы до сева в основных районах ее выращивания. М.: Гидрометеиздат, 1982. 30 с.
11. Полевой А.Н. Теория и расчет продуктивности сельскохозяйственных культур. Л.: Гидрометеиздат, 1981. 175 с.
12. Тооминг Х.Г., Каринг П.Х. Агроклиматические условия и продуктивность сельскохозяйственных культур. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 105 с.
13. Хайруллина К.Ш. Энциклопедия климатических ресурсов Российской Федерации. СПб.: Гидрометеиздат, 2005. 657 с.
14. Хомякова Т.В., Зойдзе Е.К. Агроклиматическая оценка почвенных засух на европейской территории РФ (по наземным данным) // Метеорология и гидрология. 2002. №9. С. 75-85.
15. Шашко Д.И. Агроклиматические ресурсы СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 247 с.
16. Давитая Ф.Ф., Гольцберг И.А. Агроклиматические ресурсы природных зон СССР и их использование. Л.: Гидрометеиздат, 1970. 248 с.
17. Давитая Ф.Ф., Шульгина А.И. Вопросы агроклиматического районирования СССР. М.: Изд-во мин-ва с/х СССР, 1958. 146 с.
18. Ермакова Л.Н., Ермаков В.М. Агрометеорология: учеб. пособие/Перм. ун-т. Пермь, 2004. 222с.
19. Жуков В.А. Об основных направлениях исследований агроклиматических ресурсов // Труды ВНИИСХМ, 1980. Вып. 1. С. 50-57.
20. Жуков В.А., Горбачев В.А. Вопросы агроклиматологии и автоматизации обработки агрометеорологической информации. Л.: Гидрометеиздат, 1984. 168 с.

L.N. Ermakova, N.I. Tolmacheva, E.A. Bezmaternyh
THE EVALUATION OF AGRO-CLIMATIC RESOURCES WITHIN THE TERRITORY OF PERM REGION

There are basis of applicable methods are given of evaluation the agro-climatic resources. Particularly, with assistance of bio-climatic potential and the method of \square arotids \square \square и \square function, it helps to evaluate the resources of heat and moisture of the territories of Perm region, for the concrete period between the phases.

Key words: bio-climatic potential, phonological phases, exit to the tube and the ear formation, the basis amounts of the temperatures, factor of growth, biological efficiency.