

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ МЕТОДА ДОЛГОСРОЧНОГО ПРОГНОЗА ТЕПЛООБЕСПЕЧЕННОСТИ ВЕГЕТАЦИОННОГО ПЕРИОДА ПО ТЕРРИТОРИИ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Разработка метода прогноза теплообеспеченности вегетационного периода по территории Свердловской области проводилась с учетом потребностей сельскохозяйственных производителей в прогнозах на уровне административных районов и отдельных пунктов. Свердловская область относится к зоне рискованного земледелия. Территория области в основном хорошо обеспечена осадками, лимитирующим фактором для возделывания культур является тепло.

В основе синоптико-статистических методов прогноза лежит предположение о существовании длиннопериодных связей в циркуляции атмосферы всего Северного полушария. Связь между состоянием атмосферы и гидросферы и погодой в том или ином регионе может прослеживаться в течение нескольких сезонов [1, 2, 5].

При разработке метода прогноза теплообеспеченности вегетационного периода по территории Свердловской области был применен метод разложения метеорологических полей по естественным ортогональным составляющим [3]. В качестве предиктантов использовались первый и второй коэффициенты разложения по естественным ортогональным составляющим поля значений отклонений сумм температуры воздуха выше 10 °С от средних многолетних значений по одиннадцати метеорологических станциям Свердловской области за период с 1968 по 2008 год:

$$A_{i,j} = \sum_{k=1}^{11} \Delta T_{i,k} \cdot \varphi_{j,k},$$

где $A_{i,j}$ – коэффициенты разложения поля отклонений сумм температуры выше 10 °С; $\Delta T_{i,k}$ – ежегодные значения отклонений сумм температуры воздуха выше 10 °С на станциях; $\varphi_{j,k}$ – собственные векторы ковариационной матрицы.

Первые два коэффициента разложения поля отклонений сумм температуры выше 10 °С учитывают 93 % суммарной дисперсии поля отклонений сумм температуры выше 10 °С.

Потенциальными предикторами являются средние месячные значения геопотенциала на уровне 500 гПа в узлах регулярной десятиградусной сетки в пределах Северного

полушария и температуры поверхности воды Атлантического океана в 51 узле десятиградусной сетки за месяцы, предшествующие периоду вегетации. Выбор потенциальных предикторов для долгосрочного прогноза теплообеспеченности вегетационного периода основан на современных представлениях о факторах, влияющих на формирование циркуляции атмосферы в этот период, а также реальной возможности получения значений параметров циркуляции в оперативном режиме к моменту составления прогноза (прогноз составляется в середине марта).

Для расчета первого коэффициента разложения использовались данные о средних месячных значениях геопотенциала на уровне 500 гПа с июня по декабрь года, предшествующего году прогноза, и за январь и февраль прогнозируемого года, а также средние месячные значения температуры поверхности Атлантического океана за февраль прогнозируемого года.

Для расчета второго коэффициента разложения использовались данные о средних месячных значениях геопотенциала на уровне 500 гПа за январь прогнозируемого года и средние месячные значения температуры поверхности Атлантического океана за июнь–октябрь года, предшествующего году прогноза, и за январь прогнозируемого года,

Для построения уравнений использовались разности средних месячных значений геопотенциала в соседних узлах десятиградусной регулярной сетки и значения температуры поверхности воды Атлантического океана в узлах десятиградусной сетки.

Корреляционные связи между предикторами и предиктантами рассчитываются заново для каждого последующего года с учетом вновь поступившей информации.

Для расчета прогнозируемой теплообеспеченности по территории Свердловской области необходимо от рассчитанных по уравнениям первому и второму коэффициентам разложения перейти к прогнозируемым отклонениям от тренда и далее – к прогнозируемым суммам температур выше 10 °С для каждой из 11 станций:

$$\Delta T_{i+1,k} = A_{i+1,1} \Phi_{k,1} + A_{i+1,2} \Phi_{k,2},$$
$$T_{i+1,k} = \bar{T}_k + \Delta T_{i+1,k} \cdot \bar{T}_k.$$

Для составления прогнозов ожидаемой теплообеспеченности вегетационного периода разработан пользовательский интерфейс, позволяющий в значительной мере упростить работу агрометеоролога-прогнозиста. На рисунке показаны основные меню программного комплекса:

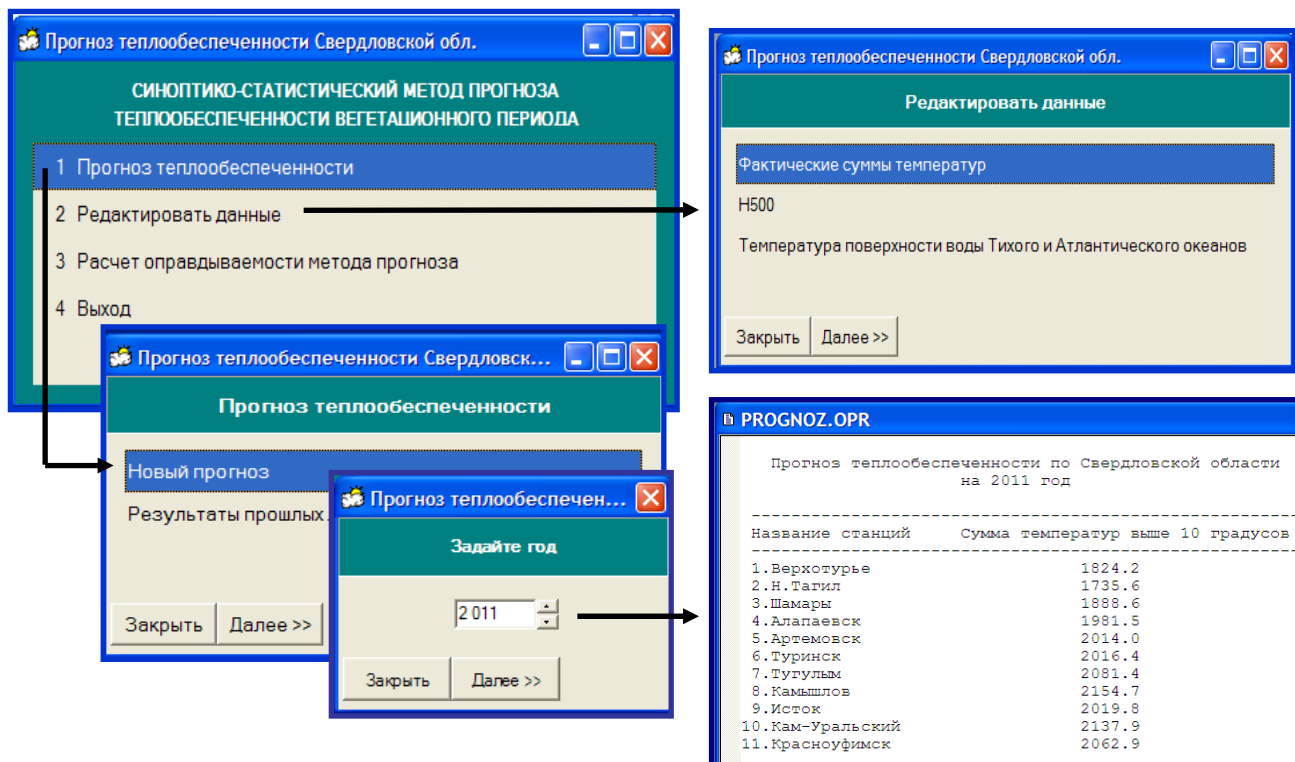


Рисунок. Меню программного комплекса.

Расчет ожидаемой теплообеспеченности вегетационного периода проводится в два этапа:

– в пункте меню «Подготовка данных» файлы исходных данных для проведения расчетов пополняются вновь поступившей информацией;

– в пункте меню «Прогноз теплообеспеченности» рассчитываются прогностические значения теплообеспеченности по 11 пунктам Свердловской области.

По мере поступления данных о фактической теплообеспеченности в пункте меню «Расчет оправдываемости метода прогноза» можно в автоматизированном режиме рассчитать оправдываемость метода и сравнить с оправдываемостью инерционного и климатологического методов прогнозов.

В 2009–2011 гг. в отделе агрометеорологических прогнозов и агрометеорологии ФГБУ «Свердловский ЦГМС-Р» проводились производственные испытания метода долгосрочного прогноза теплообеспеченности вегетационного периода по территории Свердловской области.

Оценка качества испытываемой методики проводилась в соответствии с требованиями [4], результаты представлены в табл. 1–3.

Оправдываемость испытываемого метода составила 80–90 % (по Нижнему Тагилу – 70 %), инерционного прогноза 50–80 %, климатологического 40–90 % (табл. 1). Ошибка

прогнозов по испытываемому методу по всем 11 станциям Свердловской области за годы авторских и производственных испытаний (2002–2011 гг.) составила 1,9–5,7 %, что меньше ошибок инерционного и климатологического прогнозов – 3,0–8,4 % (табл. 2).

Таблица 1

Оправдываемость (%) прогнозов теплообеспеченности вегетационного периода по территории Свердловской области за период авторских (2002–2008 гг.) и производственных (2009–2011 гг.) испытаний

Метеостанции	Оправдываемость, %		
	испытываемый метод	инерционный	климатологический
Верхотурье	90	70	50
Нижний Тагил	70	60	40
Алапаевск	90	70	70
Артемковский	90	60	80
Туринск	90	80	90
Тугулым	90	70	60
Камышлов	90	70	60
Исток	80	60	70
Каменск-Уральский	90	60	70
Красноуфимск	90	50	70
Шамары	90	70	70

Таблица 2

Средняя относительная ошибка (%) оправдавшихся прогнозов по территории Свердловской области за период авторских (2002–2008 гг.) и производственных (2009–2011 гг.) испытаний

Метеостанции	Средняя относительная ошибка, %		
	испытываемый метод	инерционный	климатологический
Верхотурье	3,0	5,6	5,2
Нижний Тагил	5,7	5,8	7,3
Алапаевск	2,0	4,3	5,9
Артемковский	3,2	3,9	5,8
Туринск	2,2	4,1	5,9
Тугулым	1,9	3,8	5,1
Камышлов	2,7	4,0	4,6
Исток	5,0	3,7	6,8
Каменск-Уральский	3,2	3,1	6,3
Красноуфимск	4,9	3,0	4,7
Шамары	3,8	4,0	8,4

Оправдываемость прогнозов за годы производственных испытаний (2009–2011 гг.) составила 79–99,9 %, относительная ошибка 0,1–21 %. В 2009 г. прогноз теплообеспеченности вегетационного периода не оправдался, абсолютная ошибка прогноза по всем 11

метеорологическим станциям была выше допустимой ошибки ($\sigma_{\text{доп.}} = \sigma$), в 2010–2011 гг. оправдываемость прогноза была высокой (табл. 3).

Таблица 3

**Результаты производственных испытаний метода долгосрочного прогноза
теплообеспеченности вегетационного периода по территории Свердловской области**

Метеостанции	Год испытания	Сумма положительных температур выше 10 °С, за период		Относи- тельная ошибка, %	Оправды- ваемость, %
		прогноз	фактическая		
Верхотурье	2009	1594,6	1975,9	19,3	80,7
	2010	1878,7	2014,0	6,7	93,3
	2011	1839,4	1873,1	1,8	98,2
Нижний Тагил	2009	1548,9	1947,0	20,4	79,6
	2010	1696,3	1983,0	14,5	85,5
	2011	1537,6	1806,3	14,9	85,1
Алапаевск	2009	1708,8	2063,1	17,2	82,8
	2010	2027,7	2104,0	3,6	96,4
	2011	1968,2	1950,3	0,9	99,1
Артемовский	2009	1727,2	2061,3	16,2	83,8
	2010	2093,7	2097,0	0,2	99,8
	2011	2091,5	1959,3	6,7	93,3
Туринск	2009	1738,5	2059,9	15,6	84,4
	2010	2067,8	2065,0	0,1	99,9
	2011	2021,6	1960,0	3,1	96,9
Тугулым	2009	1785,7	2261,2	21	79,0
	2010	2146,0	2188,0	1,9	98,1
	2011	2108,6	2008,7	5,0	95,0
Камышлов	2009	1851,1	2155,1	14,1	85,9
	2010	2254,7	2307,0	2,3	97,7
	2011	2276,1	2222,2	2,4	97,6
Исток	2009	1737,6	2032,9	14,5	85,5
	2010	2121,9	2115,0	0,3	99,7
	2011	2179,1	1966,8	10,8	89,2
Каменск-Уральский	2009	1834,1	2162,7	15,2	84,8
	2010	2252,9	2272,0	0,8	99,2
	2011	2299,2	2186,7	5,1	94,9
Красноуфимск	2009	1774,4	2050,0	13,4	86,6
	2010	2149,4	2209,0	2,7	97,3
	2011	2148,2	1934,6	11,0	89,0
Шамары	2009	1645,0	1997,2	17,6	82,4
	2010	1945,6	2137,7	9,0	91,0
	2011	1903,7	1907,6	0,2	99,8

Рекомендации о внедрении

Технический совет Департамента Росгидромета по УФО от 27.03.2012 г., заслушав и обсудив доклад Н.М. Черкашенко, агрометеоролога Отдела агрометпрогнозов и агрометеорологии ФГБУ «Свердловский ЦГМС-Р», об испытании метода долгосрочного прогноза теплообеспеченности вегетационного периода по территории Свердловской области постановил:

– учитывая хорошие результаты испытания нового метода, его достаточную заблаговременность (прогноз составляется 15 марта) и автоматизацию, рекомендовать использовать его в качестве консультативного при составлении докладов и справок для обслуживания сельского хозяйства.

Список литературы

1. *Лебедева В.М.* Метод долгосрочного прогноза теплообеспеченности вегетационного периода // Метеорология и гидрология. – 2005. – № 9. – С. 93–99.
2. *Лебедева В.М.* Долгосрочный синоптико-статистический метод прогноза валового сбора зерновых культур по федеральным округам и России в целом // Труды ГУ «ВНИИСХМ». – 2010. – Вып. 37. – С. 69–81.
3. *Мещерская А.В., Руховец Л.В., Юдин М.И., Яковлева Н.И.* Естественные составляющие метеорологических полей. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 200 с.
4. РД 52.27.284-91. Методические указания. Проведение производственных (оперативных) испытаний новых и усовершенствованных методов гидрометеорологических и гелиогеофизических прогнозов. – М.: Госкомгидромет, 1991. – С. 98–107.
5. *Русакова Т.И., Лебедева В.М., Грингоф И.Г., Шкляева Н.М.* Современная технология поэтапного прогнозирования урожайности и валового сбора зерновых культур // Метеорология и гидрология. – 2006. – № 7. – С. 101–108.