

Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации  
Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей  
среды (Росгидромет)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ «СИБИРСКИЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ»  
(ФГБУ «СИБНИГМИ»)

УТВЕРЖДАЮ

Директор ФГБУ «СибНИГМИ»

О.В. Климов

2022 г.



## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

### АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОЦЕНКИ УСЛОВИЙ ВЕГЕТАЦИИ И ПРОГНОЗА УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНОВЫХ И ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР ПО АЛТАЙСКОМУ КРАЮ

по теме

1.2. Развитие методов и технологий метеорологических, гидрологических и агрометеорологических прогнозов, оценки состояния и загрязнения окружающей среды для повышения качества гидрометеорологического обслуживания УГМС региона Урала и Сибири

Раздел 1.2.4.1 Создание автоматизированной технологии оценок условий вегетации и динамико-статистических прогнозов урожайности зерновых и зернобобовых культур, яровой пшеницы, сахарной свеклы по Алтайскому краю, картофеля по Кемеровской и Новосибирской областям

плана НИТР Росгидромета на 2020-2024гг.

Новосибирск 2022

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

---

### **Автоматизированная технология оценки условий вегетации и прогноза урожайности зерновых и зернобобовых культур по Алтайскому краю**

---

(Проект)

Настоящие методические указания разработаны для территории Алтайского края и предназначены для расчета комплексной количественной оценки сложившихся агрометеорологических условий формирования урожая зерновых и зернобобовых культур на заданную дату вегетационного периода относительно аналогичного периода прошлого года и составления прогноза средней урожайности группы культур в принятые в гидрометеорологической службе стандартные сроки - 21-23 июня (предварительный) и 21-23 июля (уточнённый).

## ВВЕДЕНИЕ

За последнее время в практике агрометеорологического обеспечения сельскохозяйственного производства произошли существенные изменения – внедрение современных систем сбора и обработки агрометеорологической информации, совершенствование методов моделирования процессов формирования урожая культур и оснащение территориальных Центров гидрометеорологической службы более современной вычислительной техникой.

Впервые для территории Алтайского края разработаны методы количественной оценки агрометеорологических условий формирования урожая и прогноза средней урожайности зерновых и зернобобовых культур на основе применения современного динамико-статистического подхода и создана технологическая линия информационного обеспечения их расчетов на персональном компьютере.

Предлагаемые методы являются основным звеном разработанной автоматизированной системы расчета текущих оценок агрометеорологических условий формирования урожая и ожидаемых величин средней по региону урожайности зерновых и зернобобовых культур с использованием данных агрометеорологических наблюдений и суточных величин метеорологических параметров электронной таблицы ТСХ-1. В настоящее время электронные таблицы ТСХ-1 поступают в отдел агрометеорологии Алтайского ЦГМ ежедекадно по компьютерной Системе сбора оперативной гидрометеорологической информации с наблюдательной сети на базе открытых информационных сетей через Интернет, действующей в Западно-Сибирском УГМС.

## 1 Научные основы методов

Для агрометеорологического обеспечения производства продукции земледелия на территории Алтайского края в ФГБУ «СибНИГМИ» до настоящего времени на основе динамико-статистического моделирования были разработаны методы количественной оценки агрометеорологических условий формирования урожая и прогноза средней урожайности по ряду сельскохозяйственных культур. Объектом моделирования продукционных процессов в этих исследованиях выступали монокультуры - яровая пшеница, гречиха, кукуруза, картофель [1].

В представленной работе рассмотрена возможность применения наработанной методологии для группы культур, включающей все зерновые и зернобобовые культуры, из-за востребованности расчетных методов агрометеорологических расчетов и прогнозов по данной группе.

Согласно данным Федеральной Службы Государственной Статистики Алтайского края, ведущую роль в этой группе культур занимает яровая пшеница. В 2021 году около 56% посевной площади под всеми зерновыми и зернобобовыми культурами было засеяно яровой пшеницей. Корреляционная зависимость средней урожайности всех зерновых и зернобобовых культур и средней урожайности яровой пшеницы по Алтайскому краю за период 2009-18 гг. характеризуется коэффициентом корреляции, равным 0,98.

Таким образом, при наличии рабочей модели формирования урожая яровой пшеницы для рассматриваемой территории и актуального на текущий момент уравнения корреляционной связи урожайности всех зерновых и зернобобовых культур и средней урожайности яровой пшеницы в алгоритме итогового расчета урожайности, получаем **модель формирования урожая группы зерновых и зернобобовых для данной территории.**

Следовательно, для решения поставленных задач представляется возможным в качестве основного средства расчета необходимых

характеристик по группе зерновых и зернобобовых культур применить динамическую модель формирования урожая яровой пшеницы, адаптированную для условий данной территории с учётом корреляционной связи средней урожайности всех зерновых и зернобобовых культур и средней урожайности яровой пшеницы. Для этого алгоритм расчета урожайности всех зерновых и зернобобовых культур по рассматриваемой территории будет состоять из двух этапов:

**1) - расчета продуктивности яровой пшеницы на основе адаптированной для условий данной территории динамической модели;**

**2) - расчета продуктивности всех зерновых и зернобобовых культур по корреляционному уравнению связи средних по территории величин урожайности всех зерновых и зернобобовых культур и яровой пшеницы.**

Опыт решения аналогичных задач, включая автоматизацию расчетов по группе культур, апробирован для других регионов Сибирского Федерального округа - Новосибирской, Кемеровской и Томской областям [1].

Прикладной вариант модели суточного разрешения и методы оценки агрометеорологических условий формирования урожая и прогноза средней краевой урожайности яровой пшеницы для территории Алтайского края разработаны на основе модели «Погода-Урожай» [3,4] и применялись в оперативной практике с 2010 года [1,2]. **В процессе выполнения настоящего проекта (2021год), динамическая модель формирования урожая яровой пшеницы для территории Алтайского края адаптирована к современному уровню урожайности культуры, состоянию агрометеорологических ресурсов и новым технологиям сбора и обработки данных наблюдений.**

Для работы модели по зерновым и зернобобовым культурам произведена корректировка параметров  $\alpha$  и  $a_2$  модели по динамическому

ряду урожайности данной группы культур и расширенному списку станций, выполняющих многолетние агрометеорологические наблюдения по зерновым и зернобобовым культурам: *Барнаул, Благовещенка, Камень-на-Оби, Ребриха, Родино, Алейская, Пospelиха, Краснощеково, Усть-Чарышская Пристань, Троицкое*. Суточные данные по числу часов солнечного сияния выбирались по близлежащим станциям, выполняющим наблюдения по гелиографу.

В качестве **начальных условий** для выполнения расчетов приняты:

- **фенологические** - дата появления массовых всходов - 01.06, прекращения вегетации – 31.08;

- **биометрические** – рассчитанные по средней многолетней густоте стояния яровой пшеницы и экспериментальным данным начальные биомассы отдельных органов растений на дату всходов;

- **широта расположения станции, число дней от даты весеннего равноденствия, число декад вегетационного периода;**

- **данные инструментального определения агрогидрологических свойств почв по 10-см слоям, выполненных по полной программе ( 2-х типов по механическому составу) и запасов продуктивной влаги по стандартным слоям;**

- **блок метеорологической информации за вегетационный период, предшествующего года, включающий: средние суточные значения температуры воздуха, числа часов солнечного сияния, суточной суммы осадков и средние суточные значения дефицита влажности воздуха.**

Осредненный результат модельного расчета продуктивности культуры по всем станциям, включенным в расчет, при реально заданных начальных значениях почвенного увлажнения и метеорологических параметров вегетационного периода характеризует среднюю по территории величину продуктивности при заданных метеорологических условиях.

Выполнение данной работы предусматривает создание методов, являющихся основным звеном автоматизированной системы расчета

текущих оценок агрометеорологических условий формирования урожая и ожидаемых величин средней по территории рассматриваемого региона урожайности зерновых и зернобобовых культур с использованием данных агрометеорологических наблюдений, поступающих ежедекадно в оперативные службы в виде электронной версии таблицы ТСХ-1 по компьютерной Системе сбора оперативной гидрометеорологической информации с наблюдательной сети на базе открытых информационных сетей через Интернет, действующей в Западно-Сибирском УГМС.

### **1.1 Методологические основы расчета комплексной количественной оценки агрометеорологических условий формирования урожая зерновых и зернобобовых культур**

Для расчета комплексной количественной оценки агрометеорологических условий формирования урожая зерновых и зернобобовых культур за определенный отрезок периода вегетации, относительно эталонных условий за аналогичный период, применен подход, предложенный в [1,2]. В качестве эталона приняты условия прошлого года. Оценка условий формирования урожая относительно условий прошлого года на качественном уровне, наряду со средними многолетними, является наиболее часто применяемой в практической агрометеорологии. Использование в качестве эталонных условий прошлого года, кроме простоты восприятия потребителем, привлекательно с точки зрения технологии подготовки данных и выполнения расчетов.

Рассматривая урожай в качестве интегральной характеристики агрометеорологических условий вегетационного периода, мерой отличия оцениваемых условий текущей вегетации от прошлогодних будет отношение (Е) конечных урожаев, рассчитанных по условиям текущего ( $У_0$ ) и прошлого года ( $У_p$ ) за оцениваемый период:

$$E = \frac{U_0}{U_p} \cdot 100\% . \quad (1)$$

Таким образом, чтобы дать количественную оценку агрометеорологических условий формирования урожая зерновых и зернобобовых культур, например, по состоянию на 20 июля текущего года относительно условий прошлого года, необходимо рассчитать отношение (1), где:  $U_0$  - урожай, рассчитанный по фактическим данным текущего года от всходов до 20 июля, и данным прошлого года от 21 июля до конца вегетации;  $U_p$  - урожай, рассчитанный по данным прошлого года от всходов до конца вегетации.

## **1.2 Методологические основы расчета прогноза урожайности и валового сбора зерновых и зернобобовых культур**

Методология прогнозов урожайности зерновых и зернобобовых культур ориентирована на принятые в Росгидромете оперативные сроки их составления - предварительного (21-23 июня), и уточненного (21-23 июля) и соответствующие критерии оправдываемости [7].

В ходе разработки метода и технологии расчета прогноза средней урожайности зерновых и зернобобовых культур по территории Алтайского края применён вариант сценария ожидаемых метеорологических условий на период от даты составления прогноза до конца вегетации, который оказался наиболее эффективным при расчетах на модели продукционного процесса яровой пшеницы и других сельскохозяйственных культур [1].

В них модель применяется для расчета ожидаемой урожайности зерновых и зернобобовых, используя комбинированные наборы данных из фактически сложившихся метеорологических условий и ожидаемых по прогнозу погоды.

Массив прогностических данных в предлагаемом варианте состоит из фактической информации суточного разрешения за период,



предшествующий составлению прогноза и соответствующего блока фактических значений метеорологических параметров года-аналога по долгосрочному прогнозу погоды на предстоящий месяц, с пролонгацией до конца вегетационного периода.

## 2 Результаты адаптации базовой модели

Прикладной вариант модели суточного разрешения и методы оценки агрометеорологических условий формирования урожая и прогноза средней краевой урожайности яровой пшеницы для территории Алтайского края разработаны на основе модели «Погода-Урожай» [3,4] и применялись в оперативной практике с 2010года [1,2]. **В процессе выполнения настоящего проекта (2021год), динамическая модель формирования урожая яровой пшеницы для территории Алтайского края адаптирована к современному уровню урожайности культуры, состоянию агрометеорологических ресурсов и новым технологиям сбора и обработки данных наблюдений.**

Для работы модели по зерновым и зернобобовым культурам произведена корректировка параметров  $\alpha$  и  $a_2$  модели по динамическому ряду урожайности данной группы культур и расширенному списку станций, выполняющих многолетние агрометеорологические наблюдения по зерновым и зернобобовым культурам: *Барнаул, Благовещенка, Камень-на-Оби, Ребриха, Родино, Алейская, Поспелиха, Краснощеково, Усть-Чарышская Пристань, Троицкое*. Суточные данные по числу часов солнечного сияния выбирались по близлежащим станциям, выполняющим наблюдения по гелиографу.

Уточнению подлежали параметры, наиболее сильно влияющие на расчет текущих значений биомассы отдельных органов растений и влажности корнеобитаемого слоя почвы. Основные из них это угол наклона световой кривой фотосинтеза ( $\alpha$ ), и константа ( $a_2$ ) в формуле расчета сопротивления устьиц потоку  $CO_2$ . **Решалась задача максимального пошагового приближения рассчитанных при помощи модели и фактических величин урожайности и влажности почвы.** Оптимальные величины параметров определялись на основе оценок согласования

результатов модельных расчетов и фактических данных по урожайности и влажности почвы методом корреляционного анализа.

Методом итерационного подбора параметров определено, что, при существующей освещенности территории региона агрометеорологической информацией, необходимой для работы модели по зерновым и зернобобовым культурам, оптимальное значения константы  $a_2$  в формуле расчета сопротивления устьиц потоку  $CO_2$  для текущего периода лет принято равным **0,35**. Для наиболее чувствительного параметра ростового блока модели - угла наклона световой кривой фотосинтеза  $\alpha$  получены следующие значения: на период **2008-2015 гг.** - **0,0225 мг•см<sup>-2</sup>•сутки<sup>-1</sup>**; **2016-2020 гг.** - **0,0255 мг•см<sup>-2</sup>•сутки<sup>-1</sup>**; на **2021 г.** - **0,036 мг•см<sup>-2</sup>•сутки<sup>-1</sup>**.

В связи с ожидаемым появлением значимого положительного тренда урожайности зерновых и зернобобовых культур, (в 2021 году собран максимальный урожай данной группы культур за исследуемый период лет) для последующего периода лет значение параметра  $\alpha$  - показателя эффективности фотосинтетической продуктивности посевов, зависящего не только от агрометеорологических но и от экономических условий и так называемой «культуры земледелия», будет уточнено в процессе оперативных испытаний методов.

В настоящее время скользящий 15-летний тренд урожайности всех зерновых и зернобобовых культур статистически не значим на 5%-ном уровне значимости на временном отрезке 2005-2021 гг. При значимой величине, равной 0,514, коэффициент корреляции на временных отрезках следующие: 2005-2019 гг. - 0,488; 2006-2020 гг. – 0,267, 2007-2021 гг. -0,371.

Результаты адаптации модели представлены на рисунке 1.

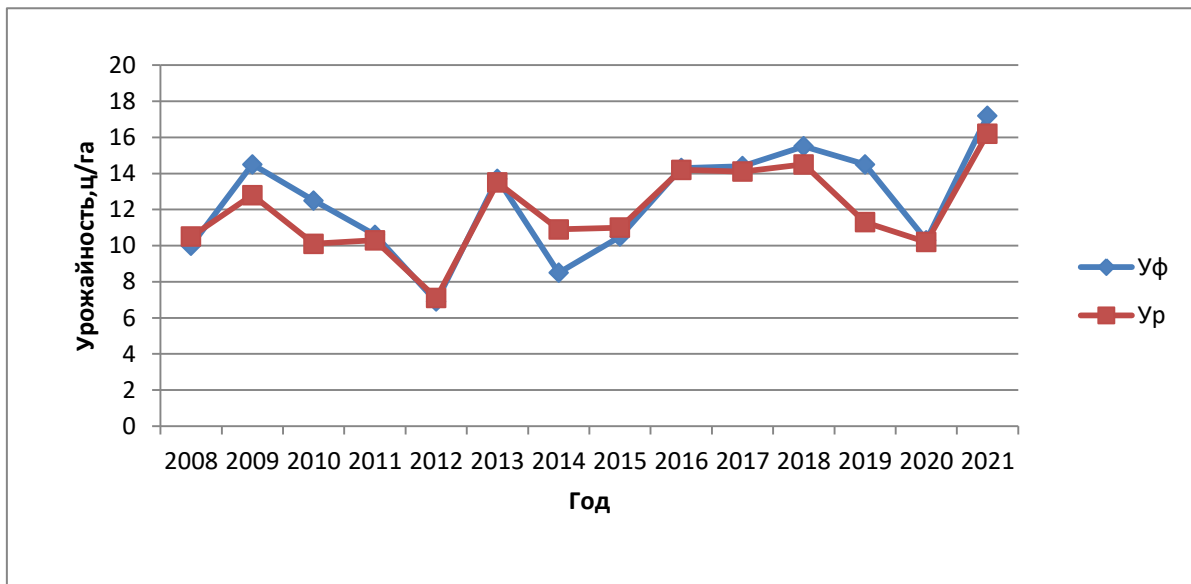


Рисунок 1 - Согласование рассчитанной ( $U_p$ ) и фактической ( $U_f$ ) средней урожайности зерновых и зернобобовых культур по Алтайскому краю за полный вегетационный период

при  $a_2=0,35$ ;  $\alpha=2008-2015$  гг. =  $-0,0225 \text{ мг} \cdot \text{см}^{-2} \cdot \text{сутки}^{-1}$ ;  
 $2016-2020$  гг. =  $0,0255 \text{ мг} \cdot \text{см}^{-2} \cdot \text{сутки}^{-1}$ ; на  $2021$  г. =  $0,036 \text{ мг} \cdot \text{см}^{-2} \cdot \text{сутки}^{-1}$ .

### 3 Верификация модели

Верификация модели выполнена на независимых данных 2019-2021 годов. Обеспеченность расчетов урожайности с ошибкой, не превышающей допустимую (равную 1,9 ц/га), составляет 67% (таблица 1).

Таблица 1 - Результаты верификации динамической модели формирования урожая зерновых и зернобобовых культур на независимых данных 2019-21гг.

Год	Фактическая урожайность (Уф), ц/га	Рассчитанная урожайность (Ур), ц/га	Абсолютная ошибка ( $\Delta U$ ), ц/га	Относительная ошибка (Pi), %
2019	14,5	11,3	3,2	23,2
2020	10,3	10,2	0,1	0,7
2021	17,2	16,2	1,0	6,9

Представленный вариант модели, адаптирован для расчета средней урожайности зерновых и зернобобовых культур по Алтайскому краю, настроен на средний уровень культуры земледелия на рассматриваемом временном отрезке и может быть предложен для решения обозначенных прикладных задач - расчетов количественной оценки сложившихся агрометеорологических условий формирования урожая подекадно и ожидаемых средних величин урожайности в стандартные сроки.

#### 4 Апробация методов

Успешность метода расчета количественной оценки сложившихся условий формирования урожая относительно условий аналогичного периода прошлого года характеризуется статистическими оценками за полный вегетационный период. Результаты сравнения рассчитанных и фактических оценок за полный вегетационный период **по независимым данным 2019-21гг.** представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Сравнение рассчитанных и фактических величин комплексных оценок агрометеорологических условий формирования урожая зерновых и зернобобовых культур относительно условий прошлого года за полный вегетационный период

Год	Урожайность, ц/га				Оценка, %		Отклонение, %	
	фактическая		рассчитанная		факти- ческая	рассчи- танная	абсо- лютная	относи- тельная
	текущий год	прошлый год	текущий год	прошлый год				
2019	14,5	15,5	11,3	14,5	93,5	77,9	15,6	16,7
2020	10,3	14,5	10,2	11,3	71,0	90,3	19,3	27,2
2021	17,2	10,3	16,2	10,2	167,0	158,8	9,2	5,5

Для прогноза средней краевой урожайности принят вариант сценария ожидаемых метеорологических условий на период от даты составления прогноза погоды - по фактическим данным года аналога на предстоящий месяц в суточном разрешении, пролонгированный до конца вегетации.

Он предполагает использовать комбинированные наборы данных из фактически сложившихся метеорологических условий по каждой станции на дату составления прогноза и ожидаемых по долгосрочному прогнозу погоды в виде фактических данных года аналога.

Метеорологическая часть рабочего набора данных состоит из среднесуточных значений температуры воздуха, недостатка насыщения влажности воздуха, суточных сумм атмосферных осадков и числа часов солнечного сияния.

Допустимое отклонение рассчитано по критериям  $0,80\sigma_y$  и  $0,67\sigma_y$ , где  $\sigma_y$  - среднеквадратическое отклонение величин урожайности за расчетный 15-летний период на начало авторских испытаний. Получены величины допустимого отклонения для предварительного прогноза - 2,3 ц/га, уточненного – 1,9 ц/га.

По результатам анализа абсолютных ошибок методического инерционного и климатологического прогнозов согласно [7] рассчитаны оценки оправдываемости методов прогноза средней урожайности зерновых и зернобобовых культур по Алтайскому краю (таблицы 3, 4).

Таблица 3 - Сравнительная оценка качества методов прогноза средней краевой урожайности зерновых и зернобобовых культур всех категорий хозяйств по независимым данным 2019-2021 гг.

Год	Фактическая урожайность, ц/га	Прогнозируемая урожайность, ц/га	Абсолютная ошибка, ц/га	Относительная ошибка, %	Прогнозируемая урожайность, ц/га	Абсолютная ошибка, ц/га	Относительная ошибка, %				
								Методические прогнозы			
								Предварительный		Уточненный	
2019	14,5	13,8	0,7+	5,1	12,2	<b>2,3-</b>	16,6				
2020	10,3	9,2	1,1+	8,0	10,8	-0,5+	3,6				
2021	17,2	15,5	1,7+	11,8	17,6	-0,4+	2,8				
		Инерционный		Климатологический							
2019	14,5	15,5	-1,0+	7,2	12,6	1,9+	13,8				
2020	10,3	14,5	-4,2-	30,4	13,8	-3,5-	25,4				
2021	17,2	10,3	6,9-	47,9	13,8	3,4-	23,6				

Таблица 4 – Оправдываемость прогноза урожайности зерновых и зернобобовых культур всех категорий хозяйств по Алтайскому краю на независимых данных

Тип прогноза	Оправдываемость методов, %	Средняя относительная ошибка оправдавшихся прогнозов, %
Предварительный	100	8,3
Уточненный	66,7	3,2
Инерционный	33,3	7,2
Климатологический	33,3	13,8

По результатам расчетов на независимых данных 2019-2021гг. (таблицы 3,4) предварительные прогнозы были успешными за все годы испытаний – оправдываемость 100%, при средней относительной ошибке 8,3%, уточненные - в двух годах из трех – оправдываемость 66,7% при средней относительной ошибке 3,2%, инерционный и климатологический по одному году - оправдываемость 33,3% с относительной ошибкой 7,2% и 13,8%, соответственно.

Методы оценки агрометеорологических условий формирования урожая и прогноза урожайности в предварительный и уточненный сроки и технологическую линию обеспечения их расчетов можно рекомендовать передать на оперативные испытания. Технологическая линия обеспечения расчетов - это пакет программ, выполняющих автоматизированное формирование рабочих наборов данных, пополнение архива прогностических фрагментов годов-аналогов с включением программ расчета оценок и прогнозов.



## 5 Технология выполнения и программное обеспечение расчетов

Для выполнения расчетов оценки сложившихся агрометеорологических условий формирования урожая и ожидаемой средней областной урожайности яровой пшеницы по предлагаемой технологии созданы:

1) Пакет программ для персонального компьютера **“Зернобоб\_Алтай22”** на языке Фортран - программы усвоения ежедневных и декадных данных из электронной версии таблицы ТСХ-1 рабочими наборами данных **“zzb.dat”, “zzb1.dat”,** и **“zzbo.dat”,** загрузочный модуль **“zzbobe\_a.exe”**;

- программы расчета оценки сложившихся условий формирования урожая зерновых и зернобобовых культур, относительно аналогичного периода прошлого года, на любой момент вегетационного периода (загрузочный модуль **“pzlo.exe”**) – рекомендовано на конец каждой декады;

- программы расчета ожидаемых средних по Алтайскому краю величин урожайности зерновых и зернобобовых культур (загрузочный модуль **“pzl.exe”**);

- инструкции по корректировке данных и эксплуатации технологической линии.

2) Каталоги фрагментов прогностических метеорологических блоков рабочих наборов данных за 1971-21гг., содержащие ежегодные среднесуточные метеорологические данные опорных станций за 21.06 - 31.08 по Алтайскому краю (помещены в поддиректории **“ANALOG”**).

3) Технология выполнения расчетов количественной оценки сложившихся условий формирования урожая относительно условий аналогичного периода прошлого года и прогноза урожайности зерновых и зернобобовых культур по территории Алтайского края в заданные сроки изложены в инструкции по эксплуатации программного комплекса.

## 6 Инструкция по эксплуатации программы

### "Расчет количественной оценки условий формирования урожая и прогноза урожайности зерновых и зернобобовых культур по Алтайскому краю"

Программа предназначена:

- 1) для автоматизации процесса занесения в наборы данных zzb.dat, zzbo.dat, zzb1.dat. Выборка среднесуточной температуры (°C), продолжительности солнечного сияния (час), суммы осадков (мм), среднего дефицита (Гпа), запасов продуктивной влаги в мм в слое почвы: 0-10 см., 0-20 см., 0-50 см, 0-100см. производится из электронных таблиц ТСХ-1 на 10 -ти станциях Алтайского края и на 2-х станциях (Змеиногорск, Чарышское) берутся только продолжительности солнечного сияния (час);
- 2) для расчета количественной оценки условий формирования урожая и прогноза урожайности зерновых и зернобобовых по Алтайскому краю.

1.	Барнаул	29838
2.	Благовещенка	29916
3.	Камень на Оби	29822
4.	Ребриха	29923
5	Родионо	36020
6	Алейское	36037
7	Поспелиха	36032
8	Краснощеково	36036
9.	У-Ч Пристань	36041
10.	Троицкое	29936
-11.	Змеиногорск	36038
-12.	Чарышское	36047

Технология автоматизированной подготовки агрометеорологической таблицы ТСХ-1 позволяет в соответствии с требованиями "Наставления гидрометеорологическим станциям и постам вып. 11, ч.1, 2000г." в сетевых наблюдательных организациях Западно-Сибирского УГМС, привлеченных к производству агрометеорологических наблюдений и оснащенных компьютерами и "АРМ наблюдателя ГМС", заносить метеорологические и агрометеорологические данные наблюдений в электронную форму ТСХ-1. Передача электронной таблицы ТСХ-1 в отдел агрометеорологии Алтайского ЦГМ осуществляется ежедекадно по компьютерной "Системе сбора оперативной гидрометеорологической информации с наблюдательной сети на базе открытых информационных сетей" через Интернет, действующей в Западно-Сибирском УГМС.

Компьютерные таблицы ТСХ-1 используются для последующей выборки данных.

Программа поставляется в виде файла **Z-zb\_АЛТ\_22.rar**.

### **1. Установка программы:**

1. Скопируйте файл **Z-zb\_АЛТ\_22.rar** на нужный диск.

2. Разархивируйте **Z-zb\_АЛТ\_22.rar**. На диске будет создан директорий **Z-zb\_АЛТ\_22**.

3. Корректировка файла конфигурации **conf.zzb**

3.1. В файле **conf.zzb** в первой строчке нужно прописать путь, где находится ТСХ-1: **tcx-1= C:\tcx-1\**. Программу лучше установить на тот компьютер, на котором работает программа ТСХ-1 или **обязательно**, чтобы компьютер с ТСХ-1 был доступен в сети. В файле **Tcx-1\spraw.dbf** в поле **Index** должны быть прописаны индексы станций. Их нужно ввести следующим образом:

1. Запустить программу ТСХ-1.

2. Войти во 2-й пункт меню **<Ввод списка >** и ввести в колонку **<Индекс>** индексы.

3.2. Далее идет список станций, на которых происходит расчет оценок и урожайности зерновых и зернобобовых, индексы. Если на конкретной станции не ведется наблюдение "продолжительности солнечного сияния", то в колонку **"\*Замещ.сияния"** (с 42 колонки экрана) поставить номер ближайшей станции, на которой проводятся наблюдения по гелиографу. Станции, на которых нет расчета прогноза урожайности зерновых и зернобобовых, но их данные используются для замещения «солнечного сияния» на других станциях, заносите в конец списка. Конец: **<подчёркивание> ----- (знак - минус)**.

### **2. Запуск программы.**

1. Выведите ярлык **pusk.bat** на экран и запустите с ярлыка, **или:**

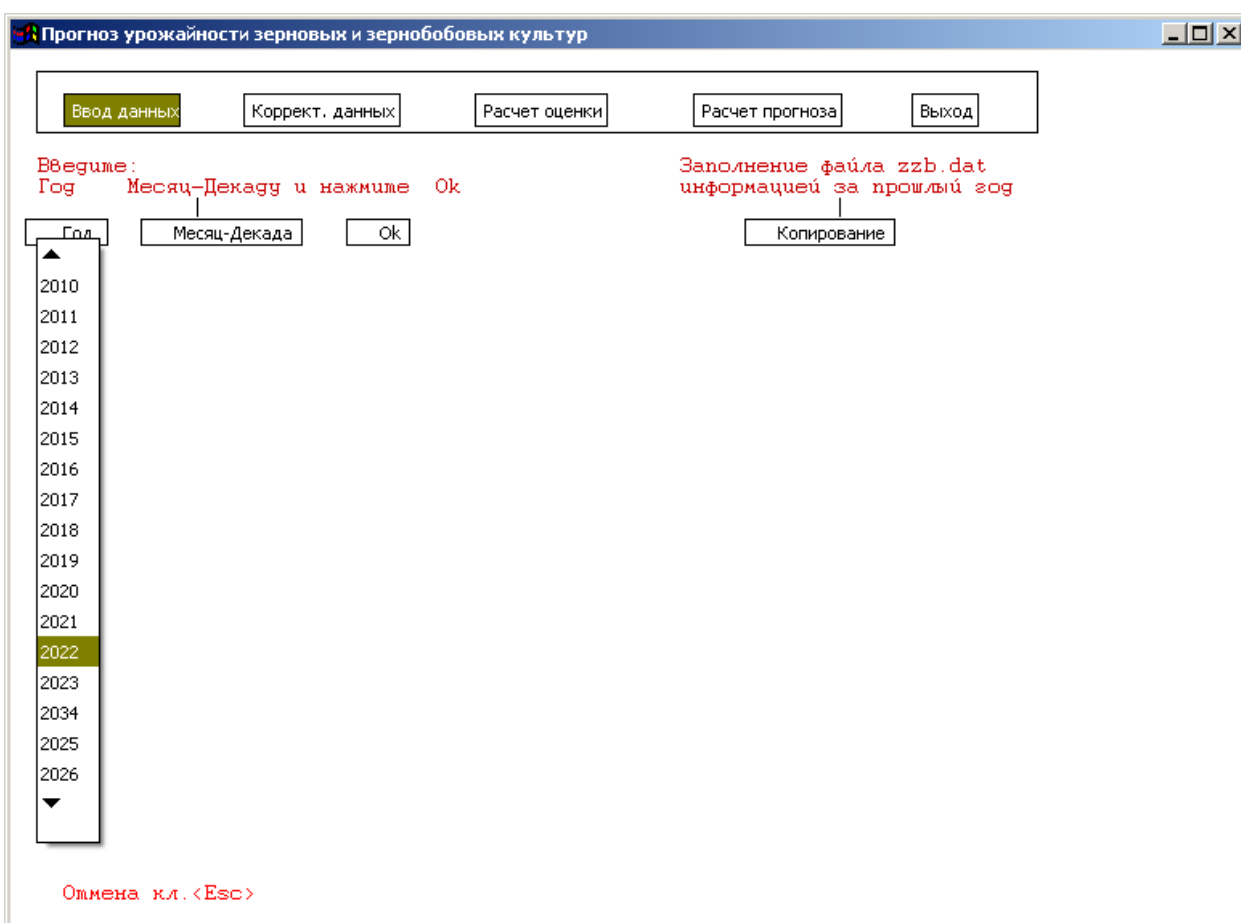
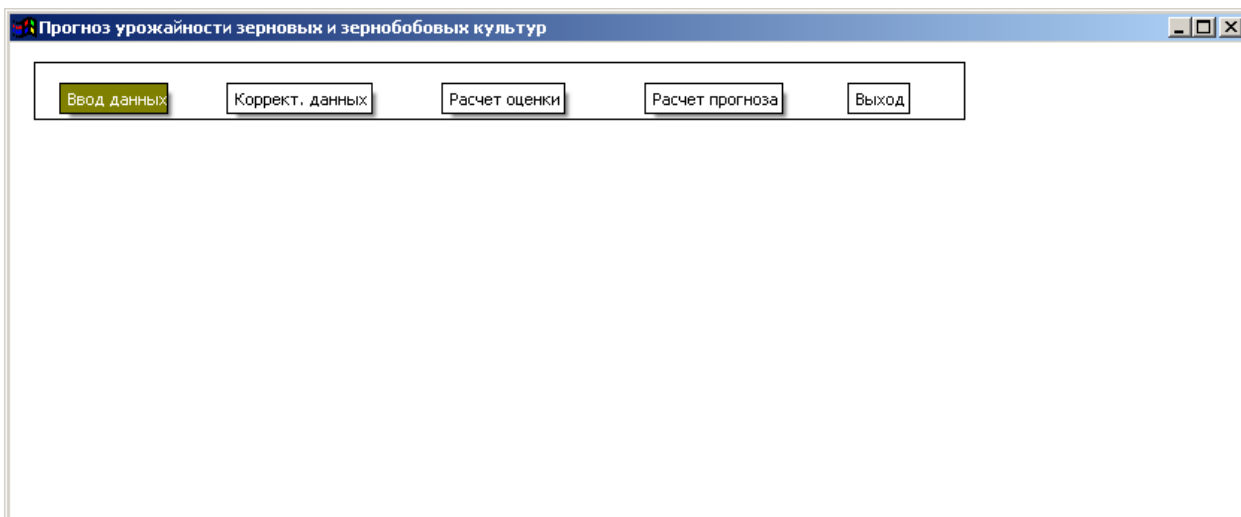
2. Войдите в каталог **Z-zb\_АЛТ\_22** и нажмите **<Enter>** (или мышкой) на **pusk.bat**.

### **3. Инструкция по работе программы.**

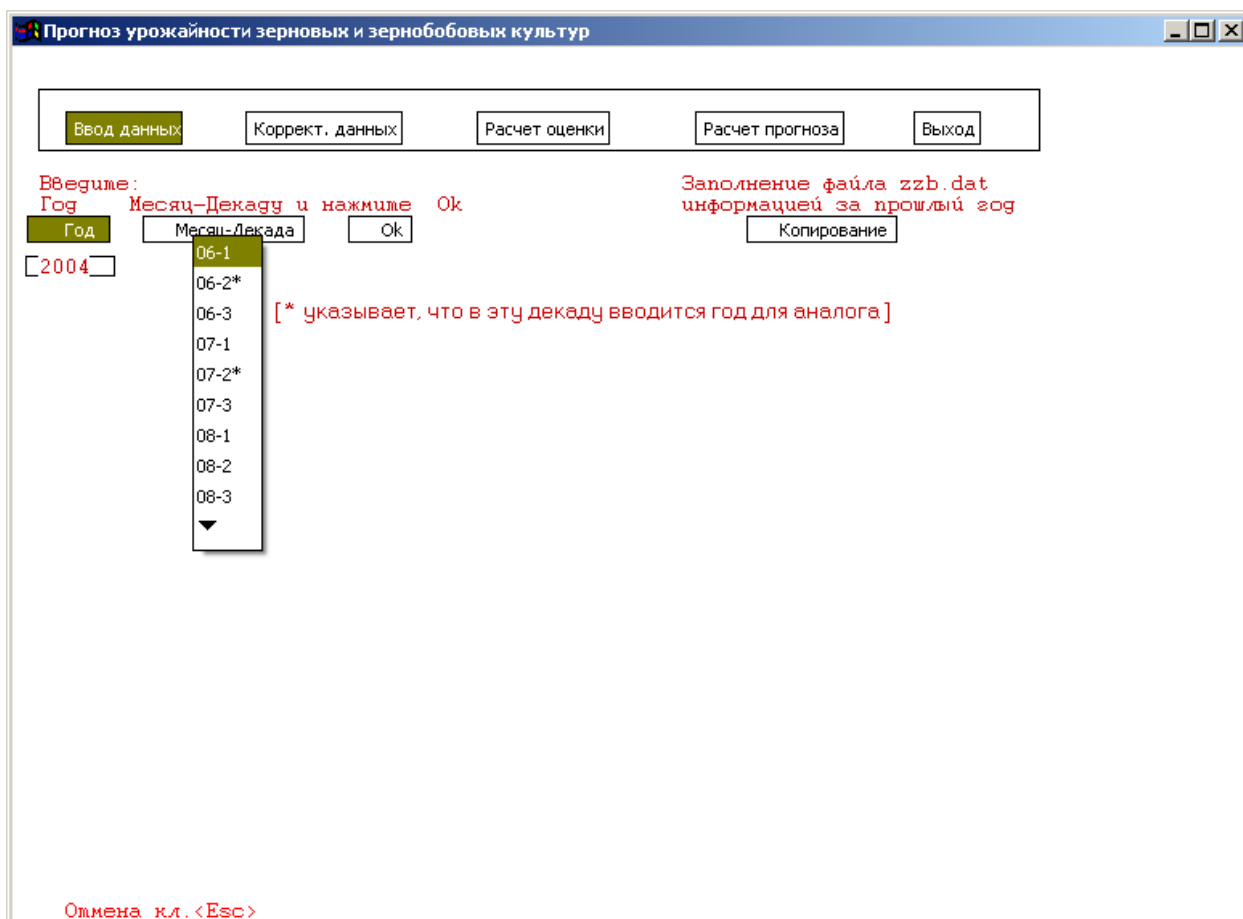
1. При запуске программы на экране высвечивается следующее меню:

Для ввода данных подведите курсор к пункту меню **<Ввод данных>** и щелкните мышкой или нажмите клавишу **<Enter>**.

2. Высвечивается следующее меню:



3.Используя подсказки на экране, введите год, месяц и декаду выборки данных и нажмите на **Ok**.

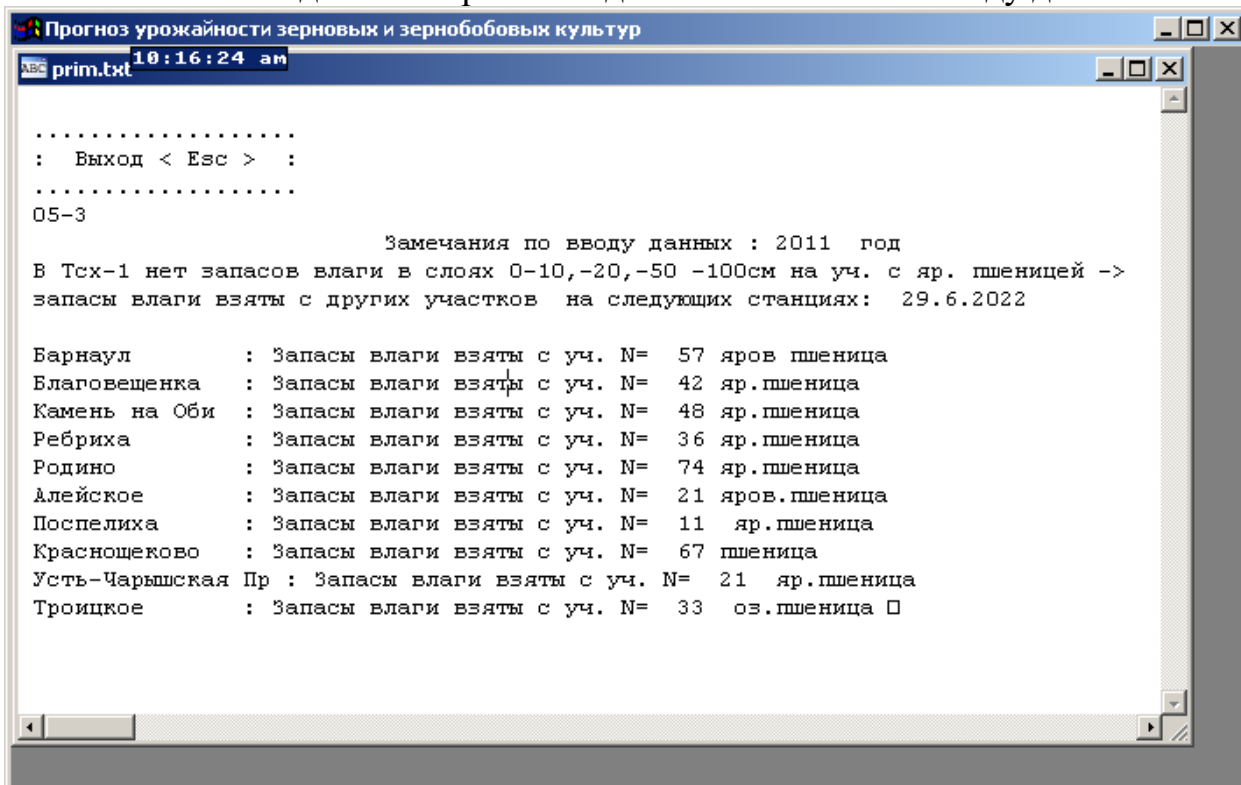


При первом счете (1 дек 06 мес) сначала войдите в п. <Копирование>, чтобы сформировать исходный файл Zzb.dat (при работе в 2022 г. исходным будет и автоматически загрузится файл фактических данных за 2021г.) После ввода «06-1» произойдет выборка данных из таблиц Тсх-1 и замещение в наборах Zzb.dat, Zzbo.dat, Zzb1.dat данных прошлого года данными текущего года. Обозначенные файлы автоматически заполняются данными о запасах влаги из Тсх-1 за 3-ю декаду мая и суточными величинами метеорологических параметров из Тсх-1 за первую декаду июня. Требуется также ввести расчетную урожайность за предыдущий год в ц /га и посевную площадь текущего года в тыс.га.

После проверки правильности ввода данных можно произвести расчет оценки прошедшей части вегетационного периода, относительно аналогичного периода прошлого года.

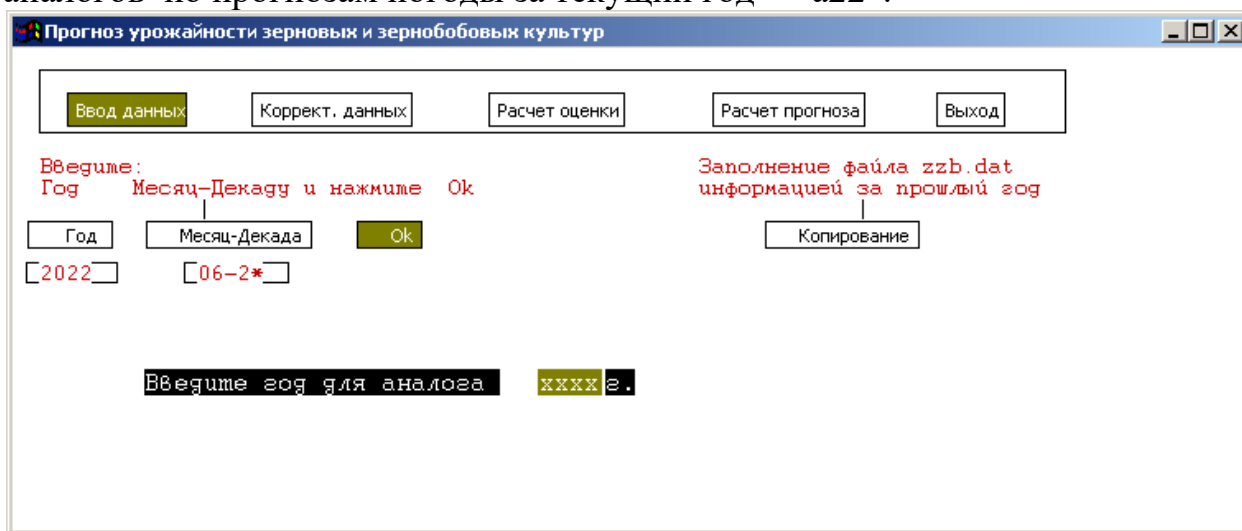


По окончании ввода на экран выводятся замечания по вводу данных:

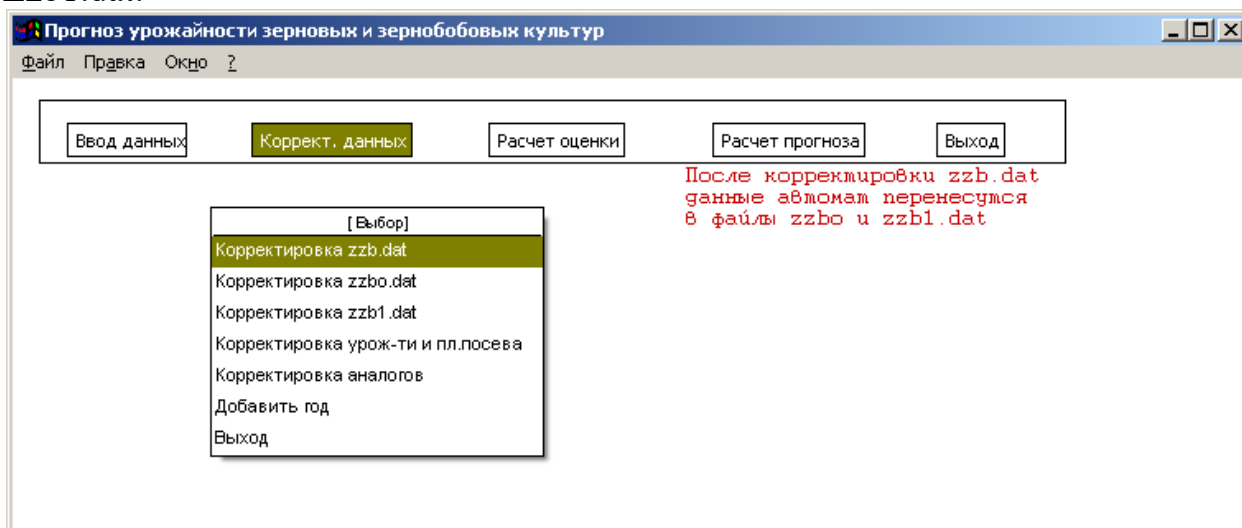


Далее последовательно вводятся данные и выполняются соответствующие расчеты по каждой декаде вегетационного периода.

4. При обработке 2-ой декады 06 месяца и 2-ой декады 07 месяца формируются наборы данных для расчета предварительного и уточненного прогнозов урожайности. Для этого требуется ввести годы-аналоги по долгосрочному прогнозу погоды на июль и август, соответственно. (Эти декады в меню отмечены звездочкой). В последнюю декаду расчетного периода (Зд 08 мес.) будут автоматически сформированы исходный файл для расчетов предстоящего года - "zzb2022.dat" и файл для каталога аналогов по прогнозам погоды за текущий год - "a22".

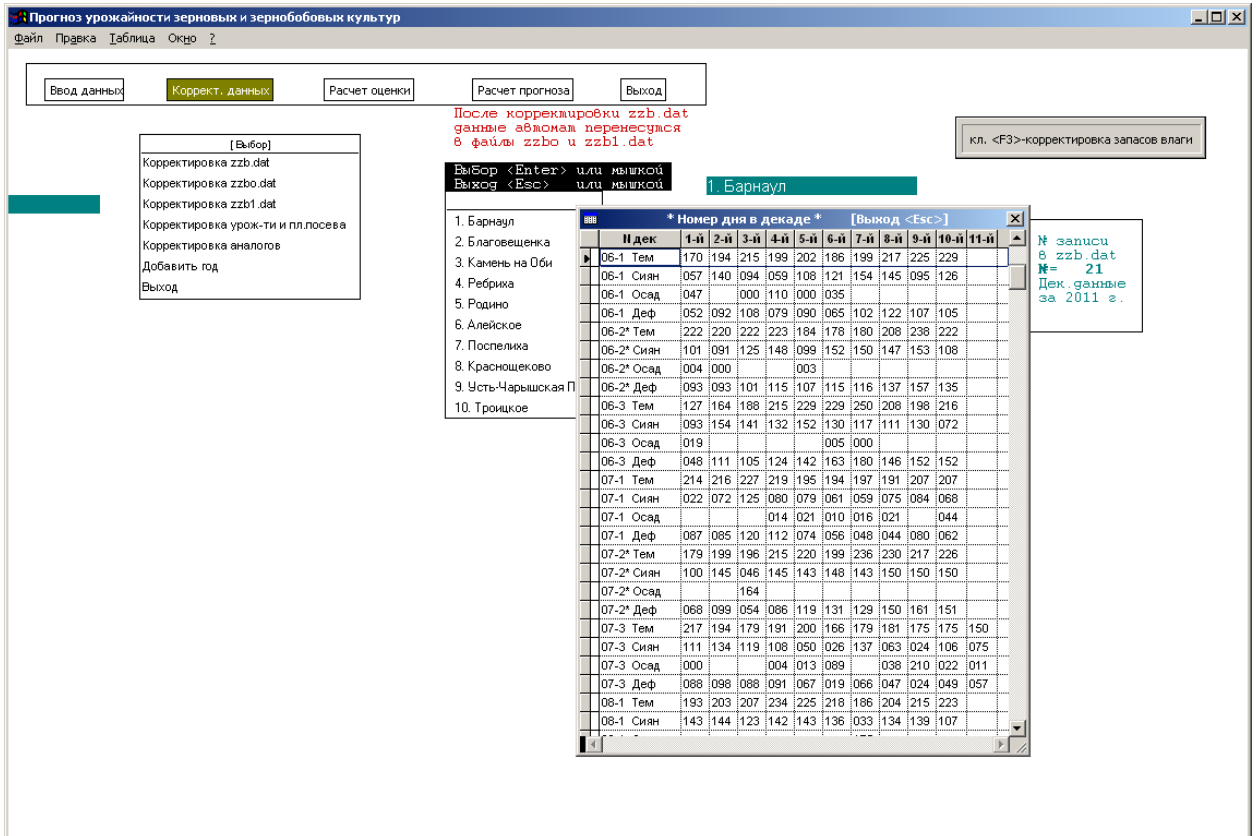
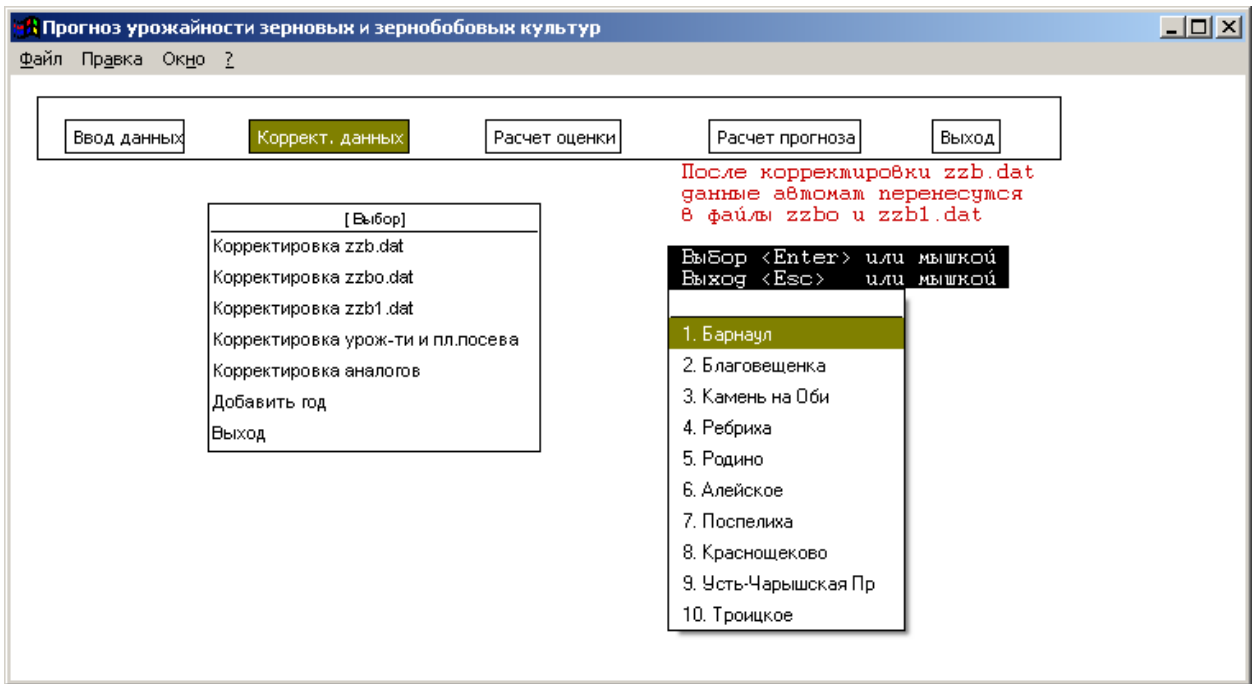


5. После ввода данных нужно войти во 2-й пункт меню, просмотреть наборы данных и, при необходимости, откорректировать файлы Zzb.dat, Zzbo.dat, Zzb1.dat.



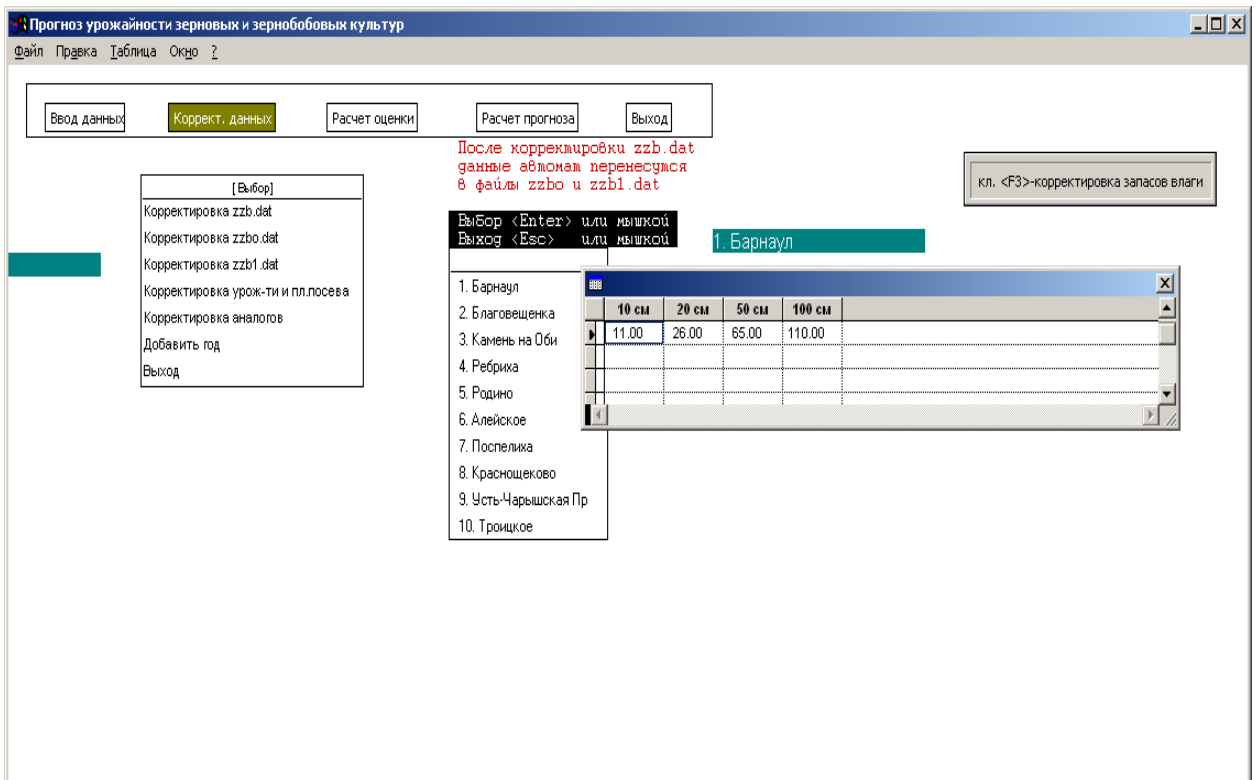
Если **отсутствуют** некоторые данные (нет поступления или ошибки в таблицах Тсх-1), надо отредактировать или **ввести** данные. Корректировать следует только **Zzb.dat**.

При этом все изменения автоматически перенесутся в файлы Zzbo.dat и Zzb1.dat (их можно просмотреть).

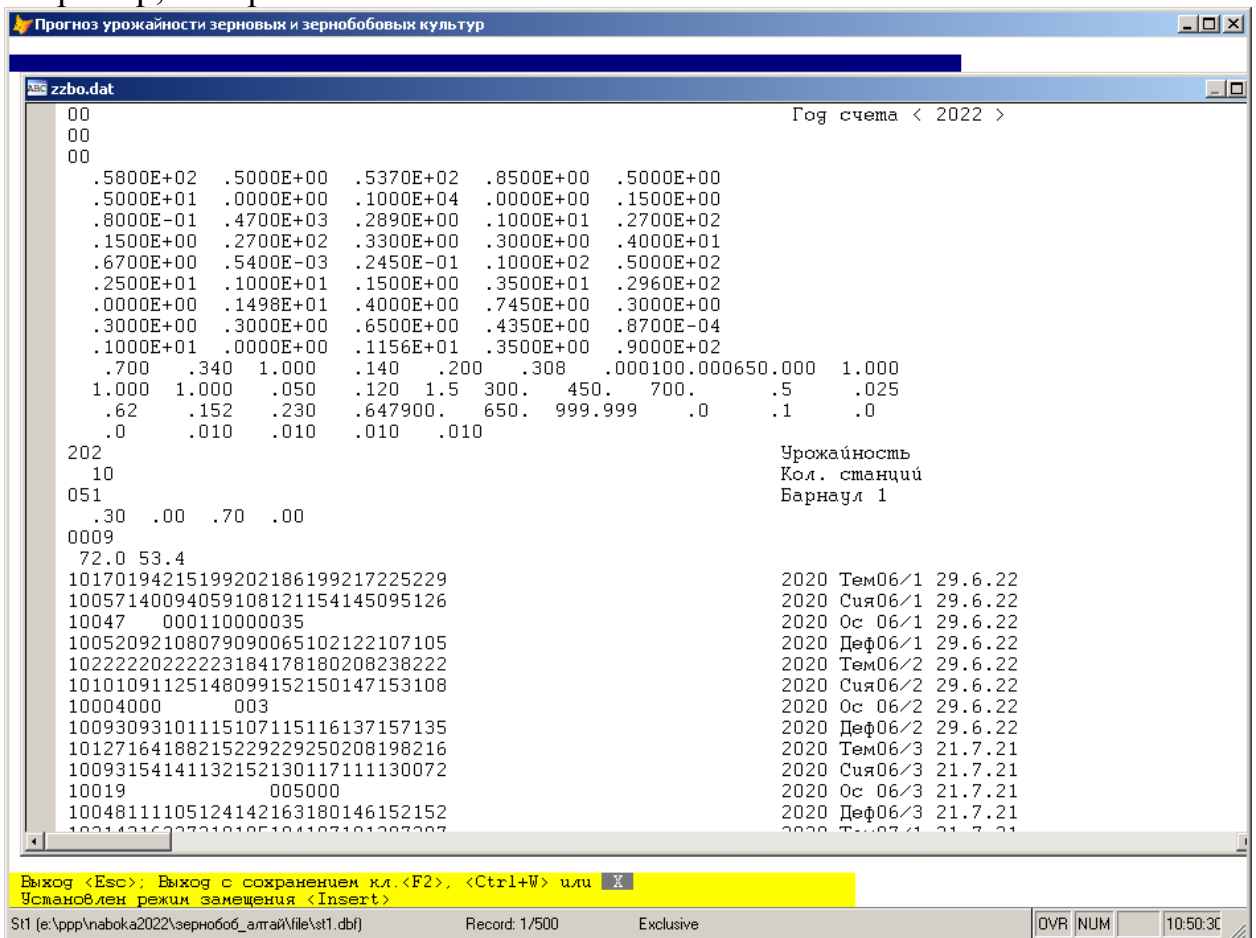


Нажмите клавишу F3 для корректировки запасов влаги:

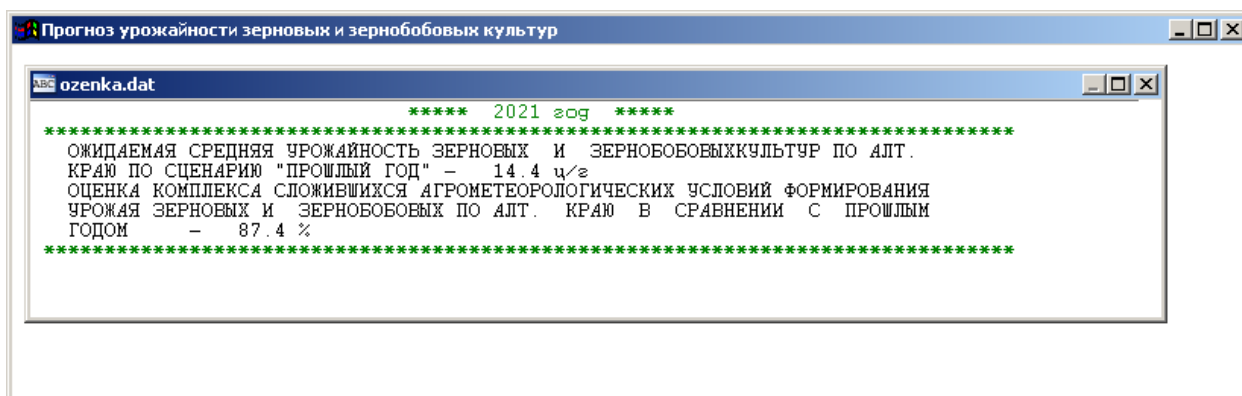




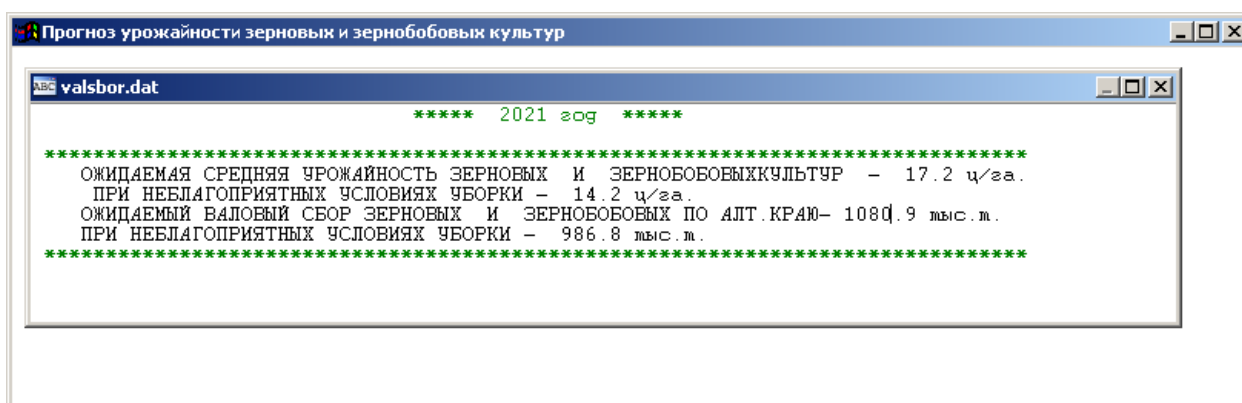
7. В наборах Zzb.dat и др. есть некоторые подписи - подсказки для данных, например, набор Zzbo.dat:



8. Далее входите в пункт меню "Расчет оценки" или "Расчет прогноза". Результаты выводятся на экран и в файлы Ozenka.dat (оценка) и Valsbor.dat (прогноз урожайности и валового сбора).



```
Прогноз урожайности зерновых и зернобобовых культур
-----
ozenka.dat
***** 2021 год *****
*****
ОЖИДАЕМАЯ СРЕДНЯЯ УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНОВЫХ И ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР ПО АЛТ.
КРАЮ ПО СЦЕНАРИЮ "ПРОШЛЫЙ ГОД" - 14.4 ц/га
ОЦЕНКА КОМПЛЕКСА СЛОЖИВШИХСЯ АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ
УРОЖАЯ ЗЕРНОВЫХ И ЗЕРНОБОБОВЫХ ПО АЛТ. КРАЮ В СРАВНЕНИИ С ПРОШЛЫМ
ГОДОМ - 87.4 %
*****
```



```
Прогноз урожайности зерновых и зернобобовых культур
-----
valsbor.dat
***** 2021 год *****
*****
ОЖИДАЕМАЯ СРЕДНЯЯ УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНОВЫХ И ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР - 17.2 ц/га.
ПРИ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ УСЛОВИЯХ УБОРКИ - 14.2 ц/га.
ОЖИДАЕМЫЙ ВАЛОВОЙ СБОР ЗЕРНОВЫХ И ЗЕРНОБОБОВЫХ ПО АЛТ. КРАЮ - 1080.9 тыс.т.
ПРИ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ УСЛОВИЯХ УБОРКИ - 986.8 тыс.т.
*****
```

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Набока В.В. Опыт применения динамической модели агроценоза суточного разрешения (ВНИИСХМ, О.Д.Сиротенко) для агрометеорологического обеспечения растениеводства в Западной Сибири // Труды СибНИГМИ. - 2021. - Вып.107. - С.100-111.
2. Набока В.В., Ковригина И.Г. Методы оценки условий формирования урожая и прогноза средней урожайности яровой пшеницы по территории Томской, Новосибирской, Кемеровской областей и Алтайского края и результаты их оперативных испытаний // Информационный сборник № 38. Результаты испытания новых и усовершенствованных технологий, моделей и методов гидрометеорологических прогнозов. - 2011. - С.104-117.
3. Абашина Е.В., Просвиркина А.Г., Сиротенко О.Д. Упрощенная динамическая модель формирования урожая ярового ячменя // Труды ИЭМ. - 1977. - Вып. 8(67). - С. 54-67.
4. Сиротенко О.Д. Математическое моделирование водно-теплового режима и продуктивности агроэкосистем. - Л: Гидрометеиздат,1981. – 167 с.
- 5.Сиротенко О.Д., Абашина Е.В. Об использовании динамических моделей для оценки агрометеорологических условий формирования урожая // Метеорология и гидрология. - 1982. - №8. - С.95-101.
6. Сиротенко О.Д., Абашина Е.В., Павлова В.Н. Динамическая модель ПОГОДА-УРОЖАЙ для яровых зерновых культур и ее использование при оценке агрометеорологических условий формирования урожая в аридной зоне // Труды ВНИИСХМ. – 1985. – Вып.10. – С.43-61.
7. Методические указания по проведению производственных (оперативных) испытаний новых и усовершенствованных методов гидрометеорологических и гелиогеофизических прогнозов: РД 52.27.284-91. - М: Гидрометеиздат,1991. - С.98-107.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1 Научные основы методов .....	4
1.1 Методологические основы расчета комплексной количественной оценки агрометеорологических условий формирования урожая ....	7
1.2 Методологические основы прогноза урожайности и валового сбора зерновых и зернобобовых культур .....	8
2 Результаты адаптации базовой модели.....	10
3 Верификация модели .....	13
4 Апробация методов .....	14
5 Технология выполнения и программное обеспечение расчетов .....	17
6 Инструкция по эксплуатации программы .....	18
Список использованных источников .....	27
Содержание .....	26

## ИСПОЛНИТЕЛИ

Ст. научн. сотр.



В.В.Набока (программы расчета оценок и прогнозов, алгоритм технологической линии, идентификация параметров модели, таблицы, рисунки)

Мл.научн.сотр.



Т.М.Пахомова (программа технологической линии, инструкция пользователя, интерфейс)

Нормоконтролёр



Т.П.Панькова