

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

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор ФГБУ «СибНИГМИ»

Канд. геогр. наук

О.В. Климов



«25» *О.В. Климов* 2021 г.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

### **Автоматизированная технология оценки условий вегетации и прогноза урожайности яровой пшеницы 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.

(2020-2024гг.)

Новосибирск 2021

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

---

### **Автоматизированная технология оценки условий вегетации и прогноза урожайности яровой пшеницы по Алтайскому краю**

---

(Проект)

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

## ВВЕДЕНИЕ

Целью настоящей работы является создание автоматизированной технологии надёжного современного агрометеорологического сопровождения производства одной из основных зерновых культур для крупнейшего сельскохозяйственного региона Западной Сибири – Алтайского края. Она выполнялась по заявке ФГБУ «Алтайский ГМЦ» на обновление расчетных методов оценки условий формирования урожая и прогноза урожайности яровой пшеницы, применяемых с 2010 гг. [1], в связи со снижением их эффективности.

За прошедшее десятилетие произошли значительные изменения в сельскохозяйственной отрасли в целом, и в производстве зерновых культур в частности: введение новых высокопродуктивных сортов, новых технологий ухода за посевами, применения удобрений, борьбы с вредителями и болезнями, оснащение производства высокопроизводительной техникой.

Определенное влияние на продуктивность земледельческих отраслей оказывают наблюдаемые тенденции в изменении климата территории [2].

Всё это способствовало заметному росту уровня урожайности культуры. Если за предшествующее пятилетие (2011-2015гг) средняя урожайность яровой пшеницы всех категорий хозяйств в так называемом подработанном виде составляла 9,9 ц/га, то за 2016-2020 гг. она достигла 13,4 ц/га.

Существенные изменения за этот период произошли и в практике агрометеорологического обеспечения сельскохозяйственного производства – 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.

Все отмеченные перемены потребовали соответствующей корректировки параметров применяемых моделей и технологии расчетных методов.

## 1 Научные основы методов

Обновлению подлежат методы, разработанные на основе динамико-статистического моделирования.

Прикладная динамико-статистическая модель формирования урожая яровой пшеницы для территории отдельных субъектов РФ Западно-Сибирского региона [1] разработана на базе одного из вариантов модели продукционного процесса сельскохозяйственных культур с суточным разрешением «Погода–Урожай» (ВНИИСХМ, Сиротенко О.Д.) [3,4] и экспериментальных полевых наблюдений на производственных участках АМС Кемерово и АМС Огурцово.

Базовая динамическая модель формирования урожая сельскохозяйственных культур и область её практического применения [5,6] подробно описаны в «Методических указаниях...» предшествующей версии обновляемых методов.

Расчет динамики моделируемых характеристик посева сводится к интегрированию системы обыкновенных дифференциальных уравнений, описывающих изменение во времени состояния внешней среды и, связанные с ним, изменения состояния посевов, начиная от даты всходов. Аргументом всех биологических функций модели является биологическое время - сумма эффективных температур, рассчитываемая по биологическому минимуму моделируемой культуры.

Начальные условия для выполнения расчетов обозначенных характеристик для культуры конкретного региона задаются по каждой станции на декаду массовых всходов и включают следующую агрометеорологическую информацию:

- декаду появления массовых всходов и декаду технической спелости;
- биомасса отдельных органов стандартного растения;
- запасы влаги в отдельных слоях почвы на дату близкую к всходам;
- агрогидрологические свойства почвы распространённых типов.

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

Данные указания ориентированы на применение методов, являющихся основным звеном современной автоматизированной системы расчета текущих оценок агрометеорологических условий формирования урожая и ожидаемых величин средней по субъекту урожайности яровой пшеницы с использованием данных метеорологических и агрометеорологических наблюдений из электронной версии таблиц ТСХ-1.

*Технологическая линия разработана в виде единой программы для ПК, выполняющей в диалоговом режиме:*

- формирование рабочих наборов данных;
- расчет оценок агрометеорологических условий формирования урожая прошедшей части вегетационного периода на конец каждой декады, относительно выбранных эталонных условий;
- расчет прогнозов урожайности в принятые в Росгидромете сроки;
- формирование каталога прогностических фрагментов «годов-аналогов» долгосрочных прогнозов погоды.

Для расчета при помощи динамико-статистической модели комплексной количественной оценки агрометеорологических условий формирования урожая за определенный отрезок периода вегетации, относительно эталонных условий за аналогичный период, применен известный подход, предложенный в [5,6]. При этом 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, технологично с точки зрения 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 ( $\eta_p$ ) конечных урожаев, рассчитанных по условиям текущего ( $U_0$ ) и прошлого года ( $U_p$ ) за оцениваемый период:

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

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.

Возможна оценка условий относительно любого года, агрометеорологические условия которого представляют интерес специалистов. Для этого необходимо повторить полный цикл технологии с загрузкой данных заданного года-эталона, включая урожайность, рассчитанную за весь вегетационный период.

Прогнозы урожайности рассчитываются по автоматически составляемым комбинированным наборам данных: фактическим - от всходов до установленной даты выпуска прогноза и ожидаемым – по пролонгированному до конца вегетации году-аналогу, утвержденному по прогнозу погоды на предстоящий месяц. Фактические данные года-аналога выбираются автоматически из специально созданного и автоматически пополняемого каталога ANALOG.

## 2 Результаты корректировки параметров модели

Прикладной вариант модели и методов оценки агрометеорологических условий формирования урожая и прогноза средней краевой урожайности яровой пшеницы для территории Алтайского края применялись в оперативной практике с 2010 года [1]. Адаптация методов к современному уровню урожайности культуры, состоянию агрометеорологических ресурсов и к новым технологиям сбора и обработки данных наблюдений выполнялась путем корректировки основных параметров блока продуктивности и блока влажности модели на материалах наблюдений суточного разрешения 2008-2020гг. по списку станций предшествующей версии методики расчетов.

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  $CO_2$ .

Проверке также подвергались такие параметры, как химическое сопротивление ( $r_c$ ), параметр ( $K_0$ ) в формуле расчета гидравлической проводимости почвы, константа для вычисления транспирации ( $m$ ). Для этого **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.

Согласно расчетам установлено, что, при существующей освещенности территории региона агрометеорологической информацией, необходимой для работы модели по яровой пшенице, для наиболее чувствительного параметра ростового блока модели - угла наклона световой кривой фотосинтеза ( $\alpha$ ) наиболее приемлемы следующие величины: для периода лет 2008-2016гг.–

0,020 мг·см<sup>-2</sup>·сутки<sup>-1</sup>, для 2017-2020гг. и далее - 0,0245 мг·см<sup>-2</sup>·сутки<sup>-1</sup>. Значения константы ( $a_2$ ) в формуле расчета сопротивления устьиц потоку CO<sub>2</sub> исследовались в диапазоне 0,25-0,40 для текущего периода лет принята равной 0,35. Остальные отмеченные параметры изменений относительно предшествующей версии модели не претерпели.

Степень согласования рассчитанных и фактических характеристик урожайности и влажности почвы по обновленной модели для Алтайского края показаны на рисунках 1, и 2(а, б, в).

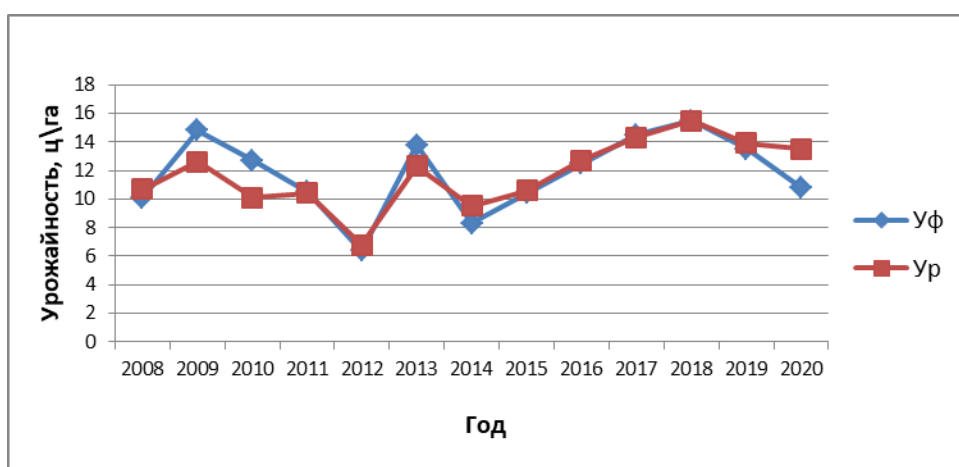


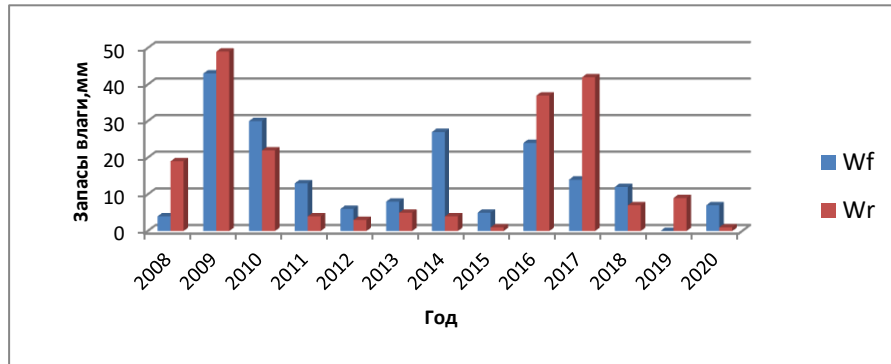
Рисунок 1 - Согласование рассчитанных ( $U_r$ ) и фактических ( $U_f$ ) средних величин урожайности яровой пшеницы по территории Алтайского края (все категории хозяйств)  $r=0.86$

Получен удовлетворительный результат согласования рассчитанных и фактических величин, как по средней краевой продуктивности культуры, так и по запасам влаги в отдельных слоях почвы на отдельных станциях, (рис 2а, б, в), подтверждаемые значимыми коэффициентами корреляции.

По станции Благовещенка, расположенной в более засушливом агроклиматическом районе, чем станция Ребриха, коэффициент корреляции рассчитанных и наблюдаемых запасов влаги в метровом слое почвы на вторую декаду июля равен 0,88 за тот же период лет.



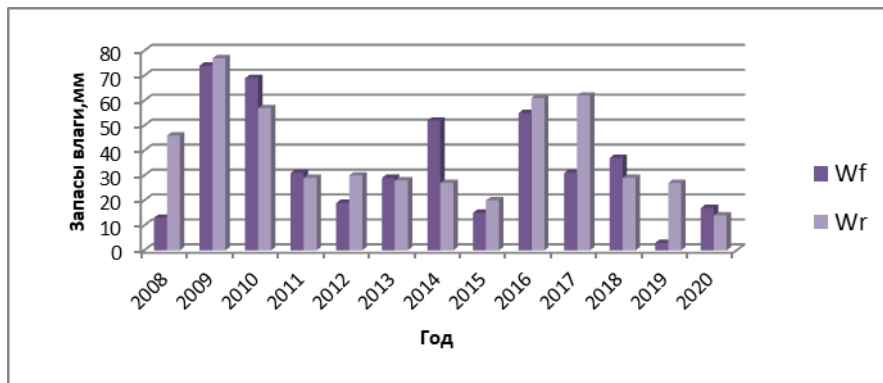
а)



см,

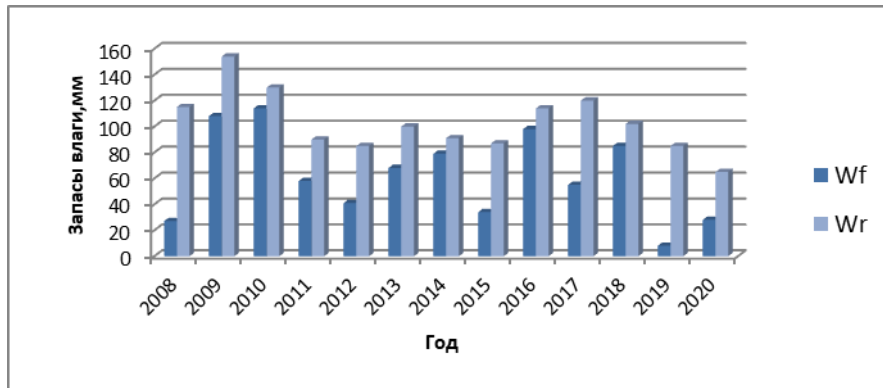
Слой 0-20  
r=0.64,

б)



Слой 0-50 см, r=0.68

в)



Слой 0-100 см, r=0.69

Рисунок 2 - Продуктивные запасы влаги в почве под яровой пшеницей. II декада июля рассчитанные (Wr) и наблюдаемые (Wf), ГМС Ребриха (перед основным прогнозом урожайности по зерновым культурам)

### 3 Верификация модели

Верификация модели выполнена на независимых данных 2018-2020 годов. Обеспеченность расчетов урожайности с ошибкой, не превышающей допустимую, (равную 1,6 ц/га), составляет 100% (таблица 1).

Таблица 1 - Результаты верификации динамической модели формирования урожая яровой пшеницы на независимых данных 2018-2020

Год	Фактическая урожайность (Уф), ц/га	Рассчитанная урожайность (Ур), ц/га	Абсолютная ошибка ( $\Delta U$ ), ц/га	Относительная ошибка (Pi), %
2018	15,5	15,0	0,5	3,2
2019	13,5	12,0	1,5	11,1
2020	10,8	11,7	-0,9	8,3

Рассмотренный вариант модели продукционного процесса яровой пшеницы для Алтайского края с обновленным набором параметров для ближайшего временного периода может быть применен при решении 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 2018-2020гг.** представлены в таблице 2 .

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

Год	Урожайность, ц/га				Оценка, %		Отклонение, %	
	фактическая		рассчитанная		фактическая	рассчитанная	абсолютная	относительная
	текущий год	прошлый год	текущий год	прошлый год				
2018	15,5	14,5	15,0	15,2	106,9	98,7	8,2	7,7
2019	13,5	15,5	12,0	15,0	87,1	80,0	7,1	8,2
2020	10,8	13,5	11,7	12,0	80,0	97,5	-17,5	21,9

Для прогноза средней областной 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 значения температуры воздуха, недостатка насыщения

влажности воздуха, суточных сумм атмосферных осадков и числа часов солнечного сияния.

Допустимое отклонение рассчитанной величины урожайности от фактической, рассчитанное по критерию  $0,67\sigma_y$ , равно 1,6ц/га.

По результатам анализа абсолютных ошибок методического инерционного и климатологического прогнозов, согласно [7], рассчитаны оценки оправдываемости методов прогноза средней урожайности яровой пшеницы по Алтайскому краю (таблица 3).

Таблица 3 - Сравнительная оценка качества методов прогноза средней краевой урожайности яровой пшеницы всех категорий хозяйств по независимым данным 2018-2020гг.

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		
2018	15,5	13,8	1,6+	13,1	14,7	0,8+	6,6						
2019	13,5	12,8	0,7+	5,3	12,8	0,7+	5,3						
2020	10,8	13,9	-3,1-	23,1	11,3	-0,5+	3,7						
		Инерционный			Климатологический								
2018	15,5	14,5	1,0+	8,2	10,4	5,1-	41,8						
2019	13,5	15,5	-2,0+, -	15,0	10,4	3,1-	23,3						
2020	10,8	13,5	-2,7-	20,1	10,4	0,4+	3,0						

Таблица 4 - Оценка оправдываемости методов прогноза средней краевой урожайности яровой пшеницы всех категорий хозяйств по независимым данным 2018-20гг.

Тип прогноза		Оправдываемость, %	Ошибка, %
Методический	предварительный	<b>66,7</b>	<b>9,2</b>
	уточненный	<b>100</b>	<b>5,2</b>
Инерционный	предварительный	66,7	11,6
	уточненный	33,3	8,2
Климатологический	предварительный	33,3	3,0
	уточненный	33,3	3,0

Согласно таблицам 2, 3 и 4, для практического применения по оперативному агрометеорологическому обеспечению производства яровой пшеницы на территории Алтайского края преимущество определено за методическим прогнозом. Можно рекомендовать передать на оперативные испытания адаптированные к современным условиям методы оценки агрометеорологических условий формирования урожая и прогноза урожайности в предварительный и уточненный сроки.

Для этого выполнен перевод программ технологии выполнения расчетов по яровой пшенице для Алтайского края из системы DOS в систему WINDOWS. Это пакет программ, выполняющих автоматизированное формирования 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 “Пшеница\_Алт\_21” на языке Фортран - программы усвоения ежедневных и декадных данных из электронной версии таблицы ТСХ-1 рабочими наборами данных “zlak.dat”, “zlak1.dat”, и “zlako.dat”, загрузочный модуль “пшеница\_ae.exe”;

- программы расчета оценки сложившихся условий формирования урожая гречихи, относительно аналогичного периода прошлого года, на любой момент вегетационного периода (загрузочный модуль “pzlo.exe”);

- программы расчета ожидаемых средних по области величин урожайности гречихи (загрузочный модуль “pzl.exe”);

- инструкции по корректировке данных и эксплуатации технологической линии.

2) Каталоги фрагментов метеорологических блоков рабочих наборов данных за 1971-20гг., содержащих ежегодные среднесуточные метеорологические данные опорных станций за 21.06 - 30.08 по Алтайскому краю (помещены в поддиректории “ANALOG”).

3) Методики расчетов количественной оценки сложившихся условий формирования урожая, относительно условий аналогичного периода прошлого года и прогноза урожайности яровой пшеницы по территории Алтайского края в заданные сроки изложены в инструкции по эксплуатации программного комплекса.

## **6 Инструкция по эксплуатации программы "Расчета количественной оценки условий формирования урожая и прогноза урожайности яровой пшеницы по Алтайскому краю"**

Программа предназначена:

- 1) для автоматизации процесса занесения в наборы данных zlak.dat, zlako.dat, zlak1.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 6 -ти станциях Алтайского края;
- 2) для расчета количественной оценки условий формирования урожая и прогноза урожайности яровой пшеницы по Алтайскому краю.

Список станций:

1.	Барнаул	29838
2.	Благовещенка	29916
3.	Змеиногорск	36038
4.	Камень на Оби	29822
5.	Ребриха	29923
6	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 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 **Пшеница\_АЛТ\_21.rar**.

### **1. Установка программы:**

1. Скопируйте файл **Пшеница\_АЛТ\_21.rar** на нужный диск.
2. Разархивируйте **Пшеница\_АЛТ\_21.rar**. На диске будет создан директорий

### **Пшеница\_АЛТ\_21.**

3. Корректировка файла конфигурации **conf.phn**

3.1. В файле **Пшеница\_АЛТ\_21\conf.phn** 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 ТСХ-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 производится расчет оценок и урожайности яровой пшеницы, индексы. Если на конкретной станции не ведется наблюдение "продолжительности солнечного сияния", то в колонку " \* Замещ.сияния" (с 42 колонки экрана) поставить номер станции, на которой наблюдается сияние. Станции на которых нет расчета прогноза урожайности

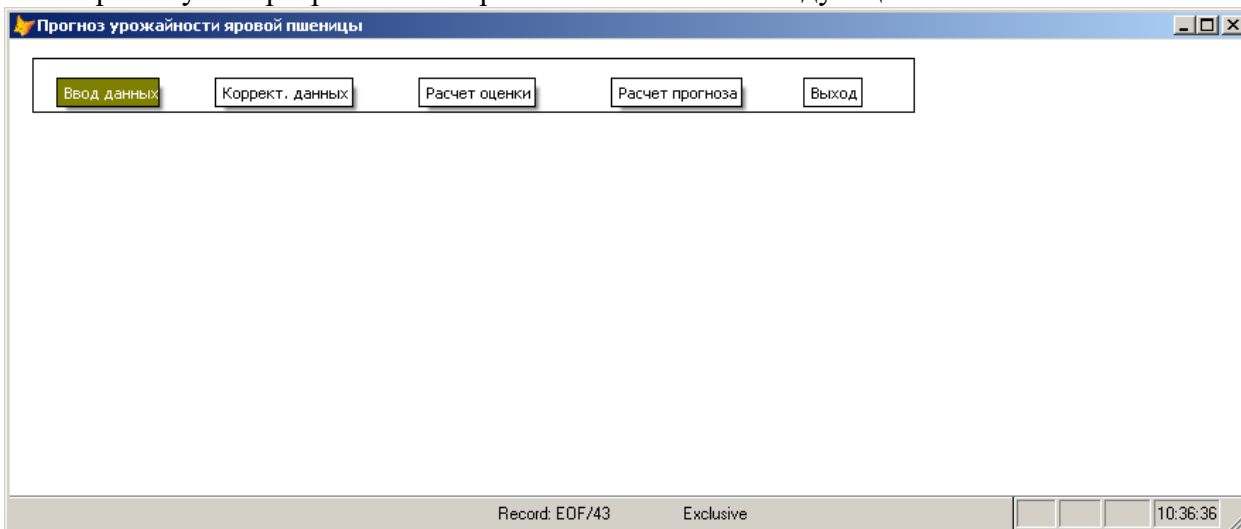
пшеницы, но их данные используются для замещения «солнечного сияния» на других станциях, заносите в конец списка. Конец списка: <подчёркивание> -----  
(знак - минус).

## 2. Запуск программы.

1. Выведите ярлык `pusk.bat` на экран и запустите с ярлыка или
2. Войдите в каталог Пшеница\_АЛТ\_21 и нажмите <Enter> ( или мышкой ) на `pusk.bat` .

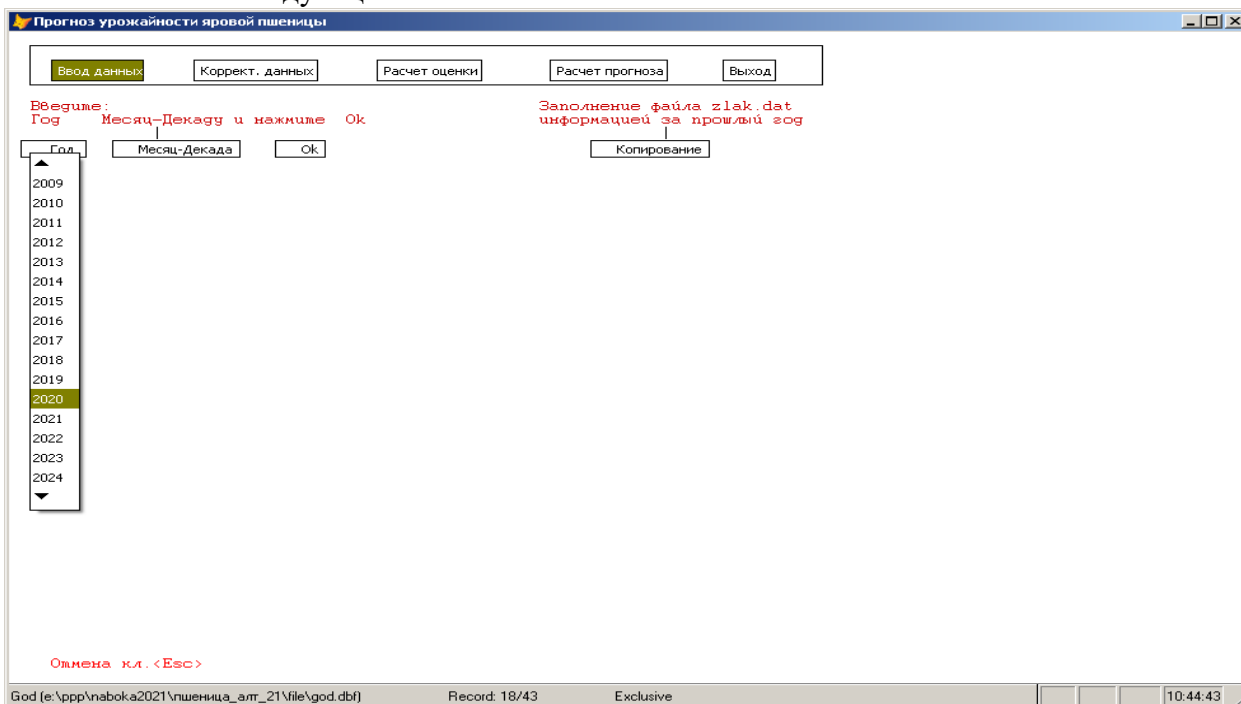
## 3. Инструкция по работе программы.

1. При запуске программы на экране высвечивается следующее меню:

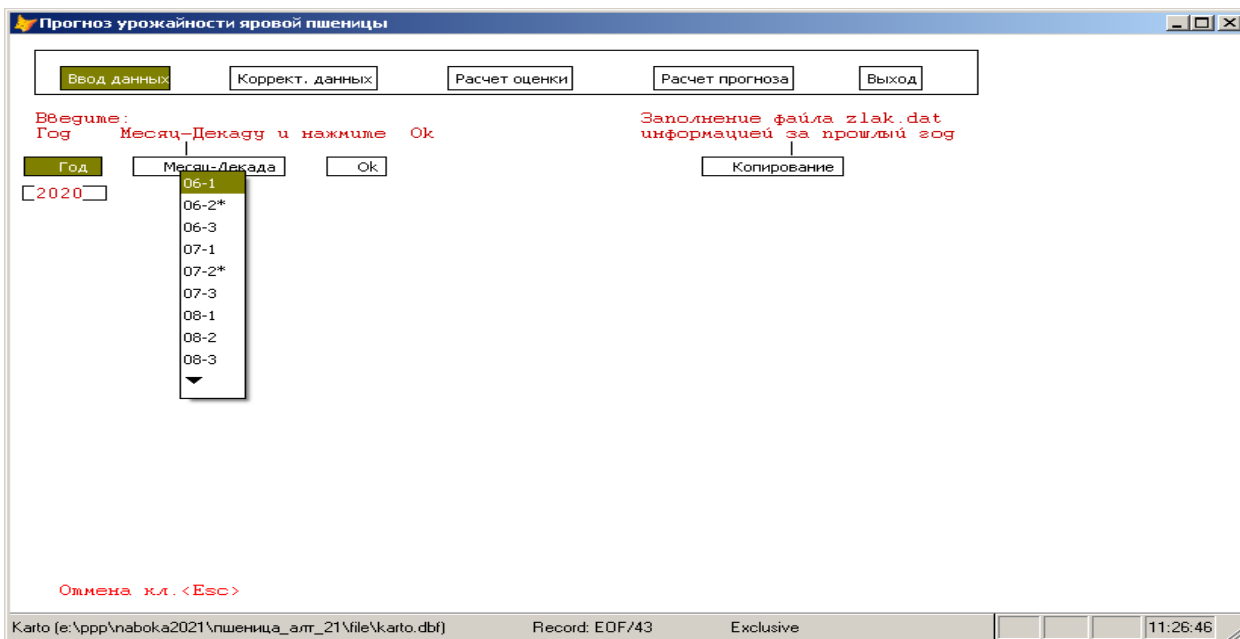


Для ввода данных подведите курсор к пункту меню <Ввод данных> и щелкните мышкой или нажмите клавишу <Enter>.

1. Высвечивается следующее меню:





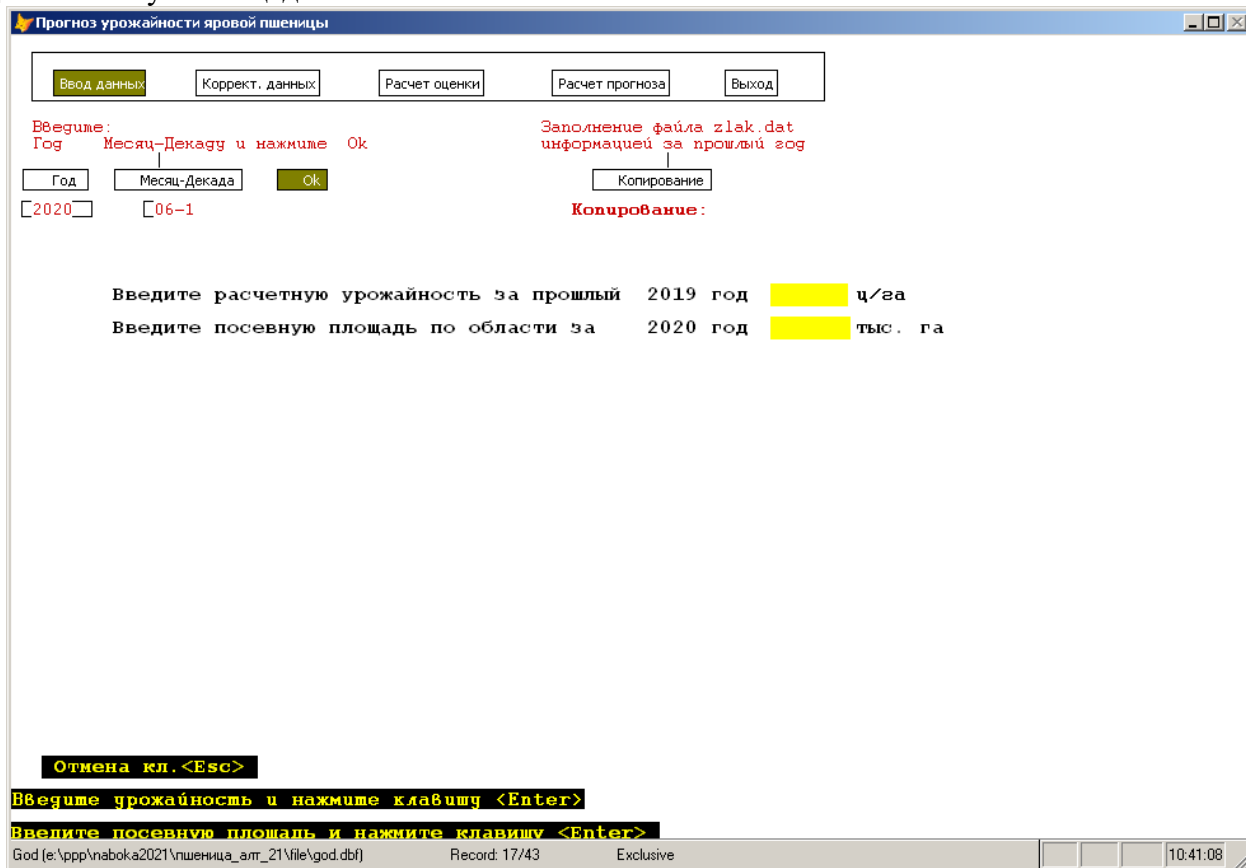


2.Используя подсказки на экране, введите год, месяц и декаду выборки данных и нажмите на **Ok**.

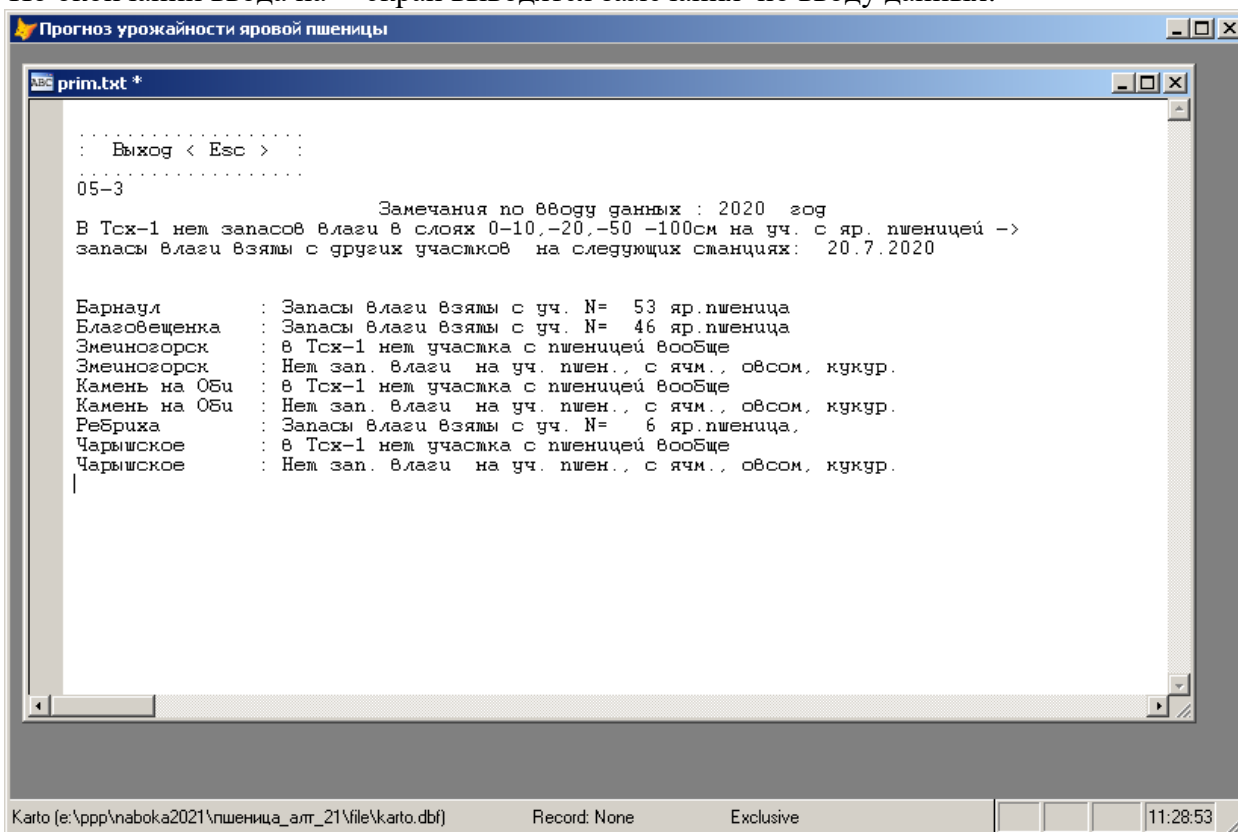
При первом счете (6 дек 01 мес) войдите в п. <Копирование>, чтобы сформировать исходный файл Zlak.dat (При работе в 2020 г. исходным будет файл за 2019 г. Произойдет выборка данных из таблиц Tcx-1 и заполнение наборов Zlak.dat, Zlako.dat, Zlak1.dat.

При счете за 1 декаду июня файлы заполняются запасами влаги из Tcx-1.

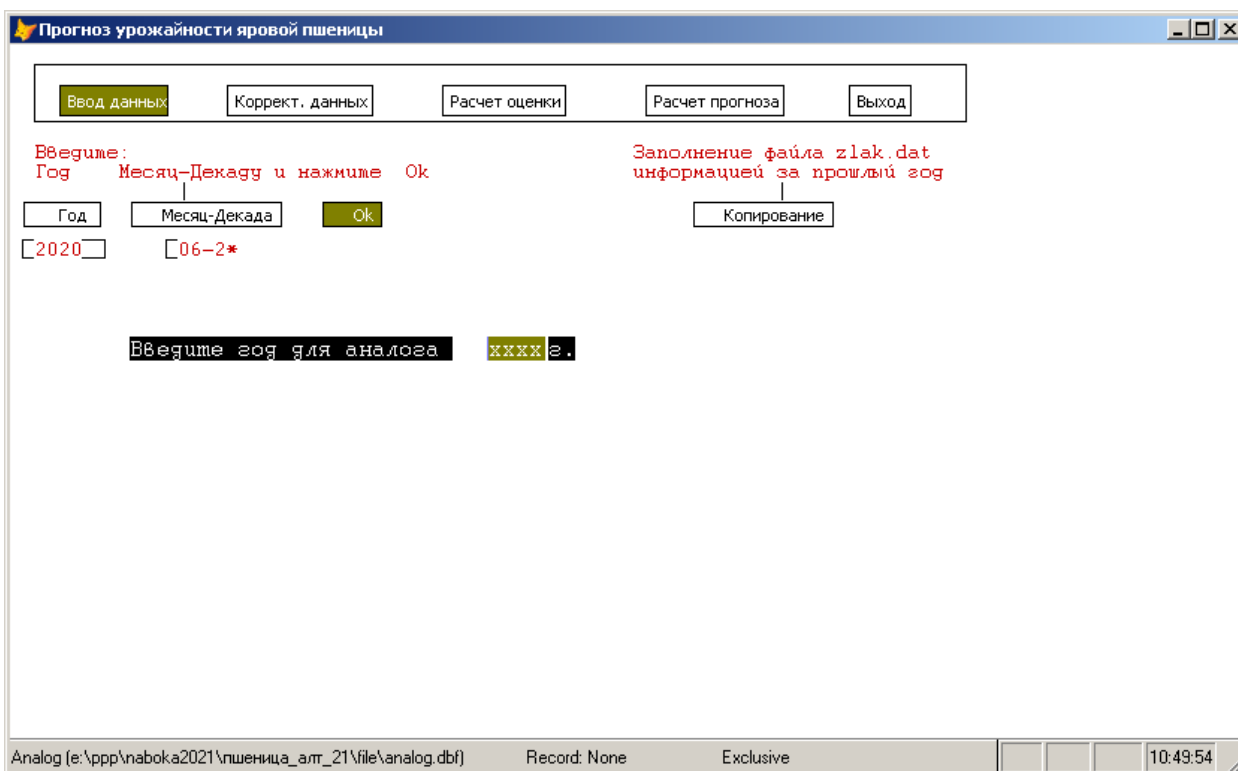
При счете 1-ой декады июня требуется ввести расчетную урожайность за предыдущий год в ц /га посевную площадь в тыс.га.



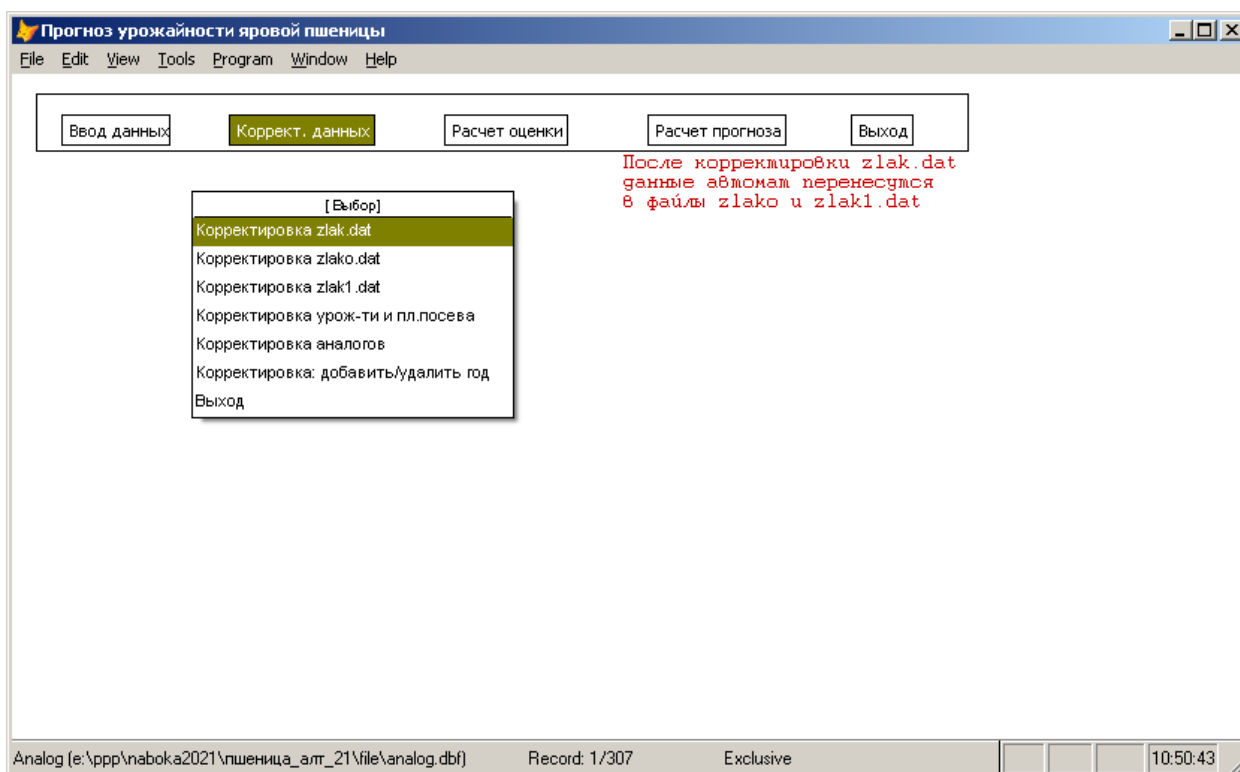
По окончании ввода на экран выводятся замечания по вводу данных:



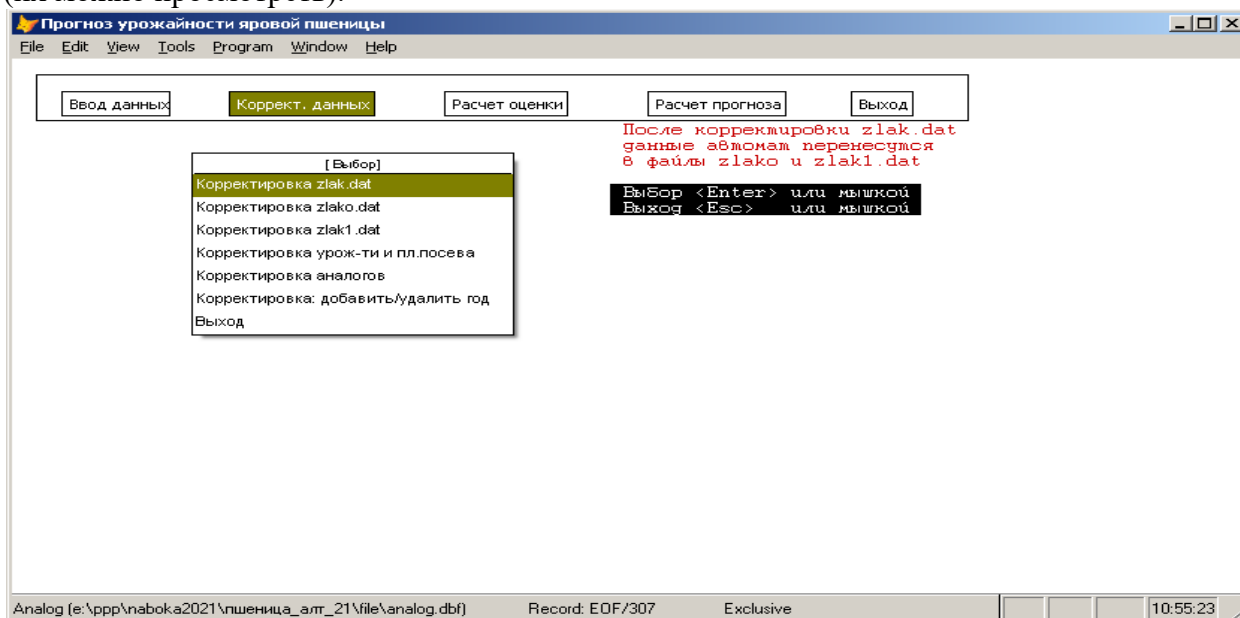
При обработке 2-ей декады 06 месяца и 2-ей декады 07 месяца требуется ввести год аналог по долгосрочному прогнозу погоды на июль и август соответственно. (Эти декады в меню отмечены звездочкой). В последнюю декаду расчетного периода (3д 08 мес) будет автоматически сформирован файл аналог и zlak2020.dat за текущий год.

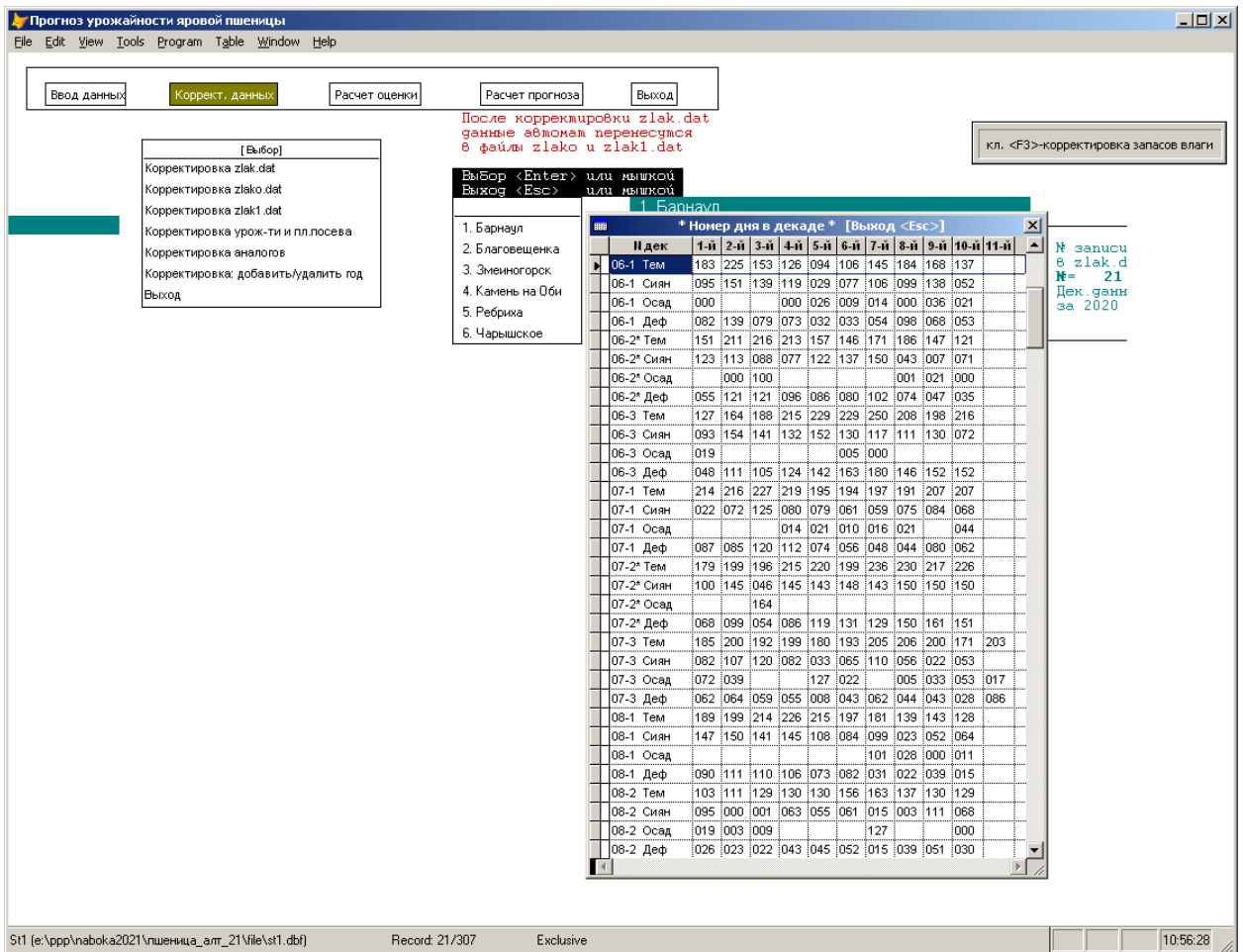


После ввода данных нужно войти во 2-й пункт меню и просмотреть / откорректировать файлы Zlak.dat, Zlako.dat, Zlak1.dat.

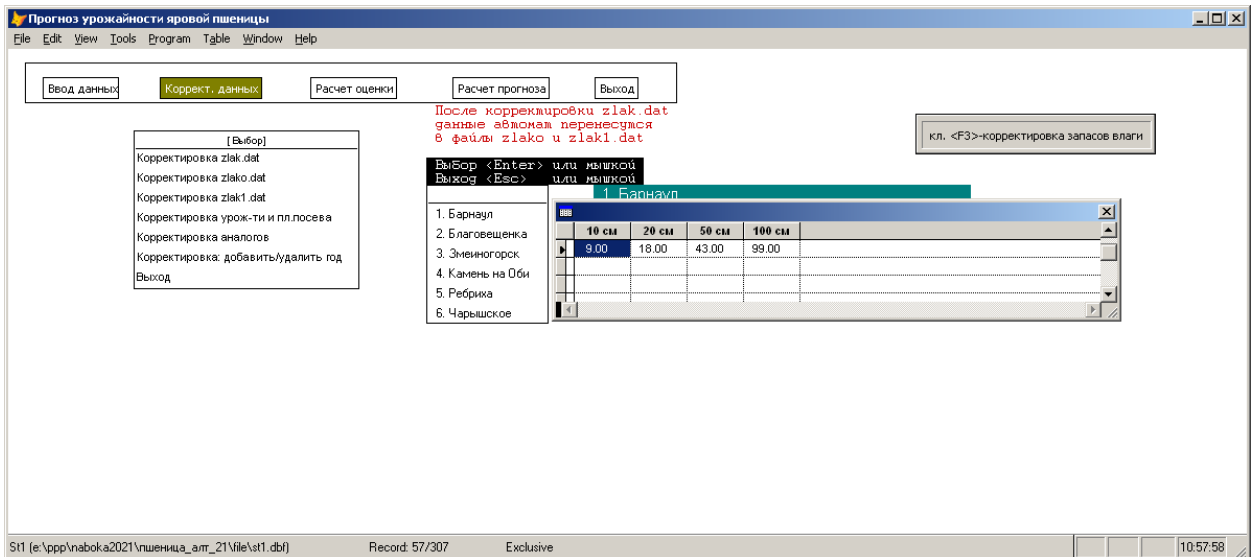


Если **отсутствуют** некоторые данные (нет поступления или ошибки в таблицах Tcx-1), надо отредактировать или **ввести** данные. Корректировать следует только **Zlak.dat**. При этом все изменения автоматически перенесутся в файлы Zlako.dat и Zlak1.dat (их можно просмотреть).

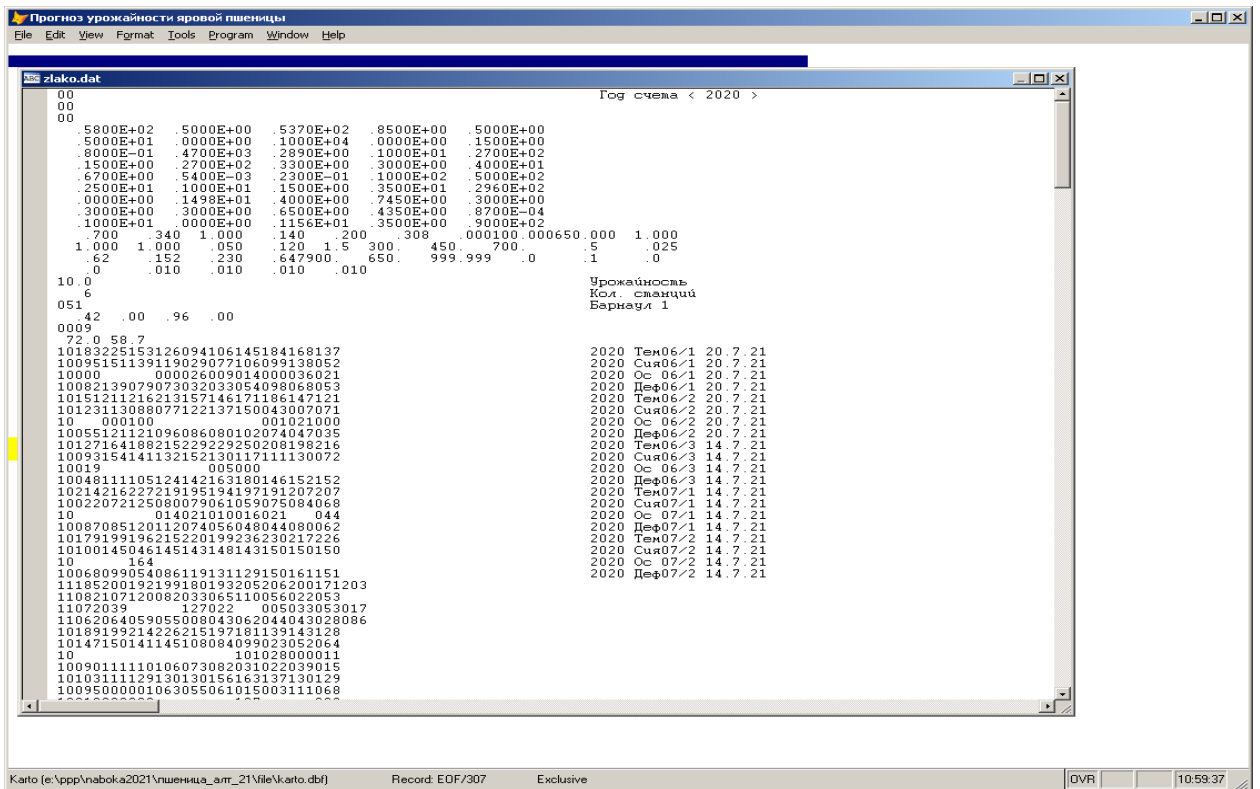




Нажмите клавишу F3 для корректировки запасов влаги:

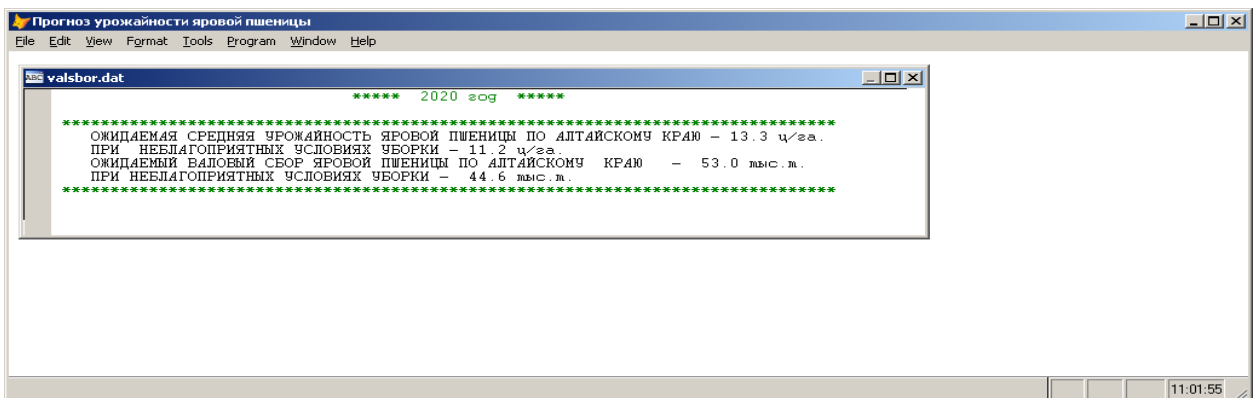
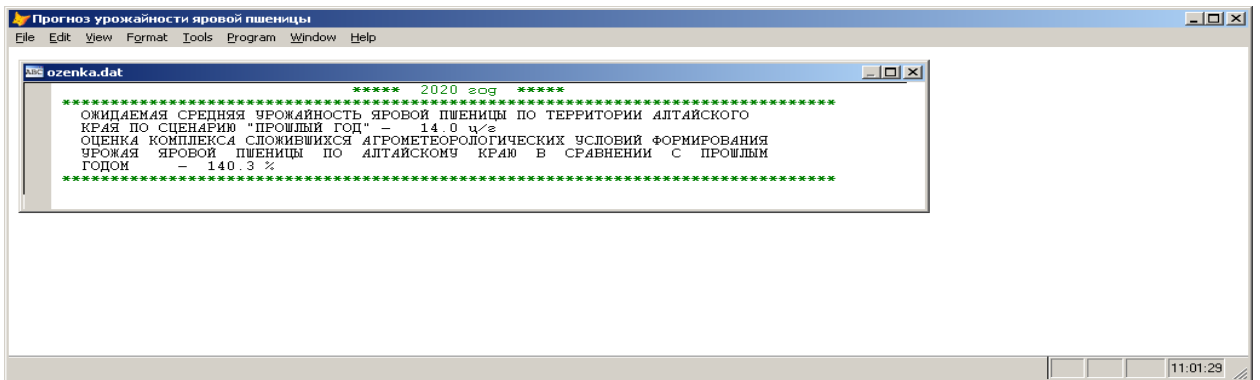


9. В наборах Zlak.dat и др. есть некоторые подписи - подсказки для данных, например, набор Zlako.dat:



11. Далее входите в пункт меню "Расчет оценки" или "Расчет прогноза".

6. Результаты выводятся на экран и в файлы Ozenka.dat (оценка ) и Valsbor.dat (прогноз урожайности и валового сбора).



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Получены удовлетворительные результаты адаптации динамической модели формирования урожая яровой пшеницы к современным условиям Алтайского края.

Для агрометеорологического сопровождения производства яровой пшеницы на территории Алтайского края можно рекомендовать методы оценки условий формирования урожая и прогноза урожайности в предварительный и уточненный сроки, адаптированные к современному уровню урожайности культуры, состоянию агрометеорологических ресурсов и к новым технологиям сбора и обработки данных наблюдений, и передать на оперативные испытания с применением обновленной технологической линии в системе WINDOWS.

Для выполнения расчетов предлагается использовать обновленную технологическую линию, включающую пакеты программ для персонального компьютера и материалы информационного обеспечения:

- программу автоматизированного сбора информации и формирования рабочих наборов данных по опорным станциям из электронной версии таблиц ТСХ-1, поступающих в ГИС МЕТЕО;

- программу расчета оценки сложившихся условий формирования урожая, относительно условий прошлого года, а при необходимости – любого года-эталона;

- программу расчета прогноза урожайности по сценарию ожидаемых агрометеорологических условий - “год-аналог“ прогноза погоды;

- каталоги «ANALOG» фрагментов метеорологических блоков рабочих наборов данных за 1971-20 годы, содержащие ежегодные среднесуточные метеорологические данные опорных станций за 21.06 - 31.08 для ввода данных по долгосрочному прогнозу погоды;

- программу автоматического пополнения каталога «ANALOG»;
- инструкцию по эксплуатации программного комплекса.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Набока В.В., И.Г. 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. 2011.-№38.- С.115-130.
2. Решение участников Международная научно-практическая конференция «Агрометеорологическое обеспечение устойчивого развития сельского хозяйства в условиях глобального изменения климата». (ГУ «ВНИИСХМ», Росгидромет, г. Обнинск, 9-13 октября 2006 г.) // Тр.ВНИИСХМ. - 2006. – Вып. 36. – С. 437–440.
3. Сиротенко О.Д. Математическое моделирование водно-теплового режима и продуктивности агроэкосистем.- Л.:Гидрометеиздат,1981. -167с
4. Абашина Е.В., Просвиркина А.Г., Сиротенко О.Д. Упрощенная динамическая модель формирования урожая ярового ячменя // Тр. ИЭМ.- 1977.- Вып. 8(67). - С. 54-67.
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 // Тр. 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.

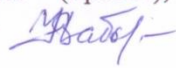
## СОДЕРЖАНИЕ

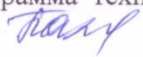
Введение

1 Научные основы методов .....	4
2 Результаты корректировки параметров модели.....	7
3 Верификация модели .....	10
4 Апробация методов .....	11
5 Технология выполнения и программное обеспечение расчетов .....	14
6 Инструкция по эксплуатации программы .....	15
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	22
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	22



Исполнители:

С.н.с. В.В.Набока - программы расчета оценок и прогнозов, алгоритм технологической линии, корректировка параметров модели, таблицы, рисунки, методические указания (проект), программа оперативных испытаний, промежуточный отчет. 

М.н.с. Т.М.Пахомова - программа технологической линии, инструкция пользователя, интерфейс. 

Нормоконтролёр



Т.П.Панькова