

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»
д-р физико-математ наук
В.Н.Крупчатников
« 25 » 12 2013 г.



МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Автоматизированная технология оценки условий вегетации и прогноза
урожайности зерновых и зернобобовых культур по Новосибирской области
по теме 1.1.7.1:

Разработка и усовершенствование методов прогнозов и технологий
агрометеорологического обеспечения сельского хозяйства

Новосибирск 2013

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Автоматизированная технология оценки условий вегетации и прогноза
урожайности зерновых и зернобобовых культур по территории
Новосибирской области

(Проект)

Настоящие методические указания разработаны для территории Новосибирской области 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 ожидаемой средней урожайности данной группы культур с заблаговременностью не более 2-х месяцев в принятые в гидрометеорологической службе стандартные сроки: 21-23 июня – предварительный прогноз, 21-23 июля - основной.

ВВЕДЕНИЕ

Агрометеорологическая оценка условий формирования урожая в течение вегетационного периода и прогноз урожайности зерновых и зернобобовых культур – важный элемент принятия хозяйственных и административных мер по обеспечению продовольственной безопасности региона. Согласно последним данным доля зерновых и зернобобовых культур составляет свыше 80% от всей посевной площади Новосибирской области.

В практике оперативного агрометеорологического обеспечения сельскохозяйственного производства важно дать объективную оценку всего комплекса сложившихся и ожидаемых погодных условий на любой момент вегетационного периода, их влияния на конечный результат с целью принятия возможных мер по увеличению продуктивности посевов.

Степень достоверности оценок условий отдельных отрезков периода вегетации и успешность прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур тесно зависят от полноты и объективности учета комплекса факторов внешней среды, влияющих на продукционный процесс растений.

До настоящего времени в оперативной практике Новосибирского ГМЦ оперативная оценка условий формирования урожая зерновых и зернобобовых культур выполняется преимущественно в виде качественных характеристик на основе анализа агрометеорологических наблюдений по общепринятым критериям. Такая оценка существенно зависит от квалификации и опыта работы специалистов.

Расчетные методы, применимые для прогноза средней урожайности зерновых и зернобобовых культур по Новосибирской области с заблаговременностью два месяца и менее в настоящее время отсутствуют.

На сегодня в регионе заметно внедрение новых сортов сельскохозяйственных культур, новой техники и, кардинально отличающихся от принятых ранее, технологий обработки почвы и ухода за

растениями. Все это требует совершенствовать и расширять возможности расчетных методов агрометеорологического обеспечения производства сельскохозяйственных культур, в том числе и для группы зерновых и зернобобовых культур.

С развитием новых вычислительных технологий, автоматизации сбора и обработки агрометеорологической информации, совершенствованием оснащенности территориальных Центров гидрометеорологической службы вычислительной техникой, появилась возможность совершенствовать агрометеорологическое обеспечение сельскохозяйственных культур в режиме реального времени.

Наиболее приемлемым современным аппаратом для решения таких задач являются динамические модели продукционного процесса сельскохозяйственных культур. Они позволяют наиболее полно использовать массовую агрометеорологическую информацию в сочетании с современными знаниями о взаимосвязях и взаимообусловленности сложнейшей экологической системы "почва-растение-атмосфера".

Хорошо обусловленные динамические модели формирования урожая, адекватно отражая влияние изменений условий внешней среды на продукционные процессы растительного сообщества, могут служить в качестве средства расчетов характеристик растительного покрова и среды его обитания при любых реально заданных условиях произрастания на заданный момент вегетации.

Данная работа посвящена разработке методов количественной оценки агрометеорологических условий формирования урожая и прогноза средней урожайности зерновых и зернобобовых культур для территории Новосибирской области на основе применения динамико-статистического подхода и созданию технологической линии информационного обеспечения их расчетов на персональном компьютере в режиме реального времени.

1 Научные основы методов

Согласно последним данным Федеральной Службы Государственной Статистики по Новосибирской области около 75% посевной площади под зерновыми и зернобобовыми культурами в Новосибирской области занимает яровая пшеница. Из этого следует наличие тесной корреляционной связи средней по области урожайности всех зерновых и зернобобовых культур и средней областной урожайности яровой пшеницы. Коэффициент корреляции равен 0,958.

Кроме того, еще 20% общей посевной площади под зерновыми и зернобобовыми культурами занимают биологически близкие яровой пшенице яровой ячмень и овес.

Таким образом, 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 и учитывающую корреляционную связь средней по территории области урожайности всех зерновых и зернобобовых культур и средней областной урожайности яровой пшеницы.

Такой подход позволяет использовать массовый объем информации о параметрах внешней среды с учетом их комплексного нелинейного влияния на продукционный процесс растений. Достижимое при этом расширение информативности метеорологических элементов, дает надежду, в определенной степени, компенсировать, наблюдаемое в последнее время, снижение освещенности территории агрометеорологической информацией.

В СибНИГМИ на основе одного из вариантов динамической модели ВНИИСХМ "Погода-Урожай" [1] разработана прикладная динамическая модель формирования урожая яровой пшеницы с суточным разрешением для условий Западной Сибири [2].

На базе данной модели разработаны и с 2009 года внедрены в оперативную практику методы оценки агрометеорологических условий формирования урожая и прогноза средней урожайности яровой пшеницы по территории Томской, Новосибирской, Кемеровской областей и Алтайского края [3].

Модель представляет собой систему обыкновенных дифференциальных уравнений, описывающих изменение во времени состояния внешней среды и связанные с ним изменения состояния посевов, начиная от даты всходов. Основными в этой системе являются уравнения, описывающие процессы фотосинтеза и распределения ассимилянтов между различными органами растения. Главные каналы влияния условий среды на продуктивность культуры проходят через центральную формулу модели - формулу фотосинтеза. Кроме этого модель включает концепцию роста, развития, дыхания, пищевого статуса, адаптационных процессов и систему уравнений, описывающих изменение метеорологических условий внешней среды, а также большой объем априорной информации необходимой для ее построения.

Расчет динамики важнейших моделируемых характеристик посева сводится к интегрированию системы обыкновенных дифференциальных уравнений [1]. Для задания начальных условий на дату массовых всходов необходимо по каждой станции, включенной в расчет располагать следующей агрометеорологической информацией:

- фенологической - дата появления массовых всходов для определения времени начала расчетов;

- биометрической - густота стояния растений, по величине которой и, полученным ранее экспериментальным путем, данным о величинах биомасс отдельных органов стандартного растения на дату массовых всходов, рассчитываются начальные биомассы отдельных органов растений;

- инструментального определения запасов влаги в отдельных слоях почвы на дату близкую к всходам и агрогидрологических свойств почв по 10-см слоям, выполненных по полной программе.

Таким образом, в исходном состоянии модельный посев культуры по каждой станции представлен, как посев, обладающий среднестатистическими значениями фенологических, биометрических и агрогидрологических параметров на дату всходов. Осредненный результат модельного расчета продуктивности культуры по всем станциям, включенным в расчет, при реально заданных начальных значениях почвенного увлажнения и метеорологических параметров вегетационного периода будет характеризовать среднюю по территории величину продуктивности при заданных метеорологических условиях.

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

Для расчета при помощи динамико-статистической модели комплексной количественной оценки агрометеорологических условий формирования урожая зерновых и зернобобовых культур за определенный отрезок периода вегетации, относительно эталонных условий за аналогичный период, применен известный подход, предложенный в [4,5].

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, 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 (η_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.

Средняя дата всходов для расчетов по данной группе культур ориентирована на многолетние показатели фенологических наблюдений яровых зерновых сети гидрометеорологических станций по территории Новосибирской области и приходится преимущественно на начало первой декады июня. При расчетах средних областных характеристик за начало вегетационного периода всех яровых зерновых культур условно принято 1 июня.

Конец вегетационного периода при этом определяется концом декады, на которую выпадает преобладающая по станциям рассматриваемой территории средняя многолетняя дата наступления фазы восковой спелости яровых зерновых.

Для большей части территории региона средняя многолетняя дата наступления фазы восковой спелости приходится на конец третьей декады августа. Расчетный конец вегетации динамическая модель определяет моментом накопления требуемой суммы эффективных температур воздуха, необходимой для достижения яровыми злаками – фазы восковой спелости. В данном случае, как и для расчетов на модели по яровой пшенице, условной средней датой окончания вегетационного периода принято 31 августа.

1.2 Методологические основы прогноза урожайности и валового сбора зерновых и зернобобовых культур

Разработка методов прогноза выполнялась с ориентацией на принятые в Росгидромете оперативные сроки составления прогноза урожайности зерновых и зернобобовых культур - предварительного (21-23 июня), и уточненного (21-23 июля) и соответствующие критерии оправдываемости.

Данная работа ориентирована на создание методов, являющихся основным звеном автоматизированной системы расчета текущих оценок агрометеорологических условий формирования урожая и ожидаемых величин средней по субъекту региона урожайности зерновых и зернобобовых культур с использованием данных агрометеорологических наблюдений поступающих по каналам связи в системе "ГИС МЕТЕО" и электронной версии таблиц ТСХ-1.

В ходе разработки метода и технологии расчета прогноза средней урожайности зерновых и зернобобовых культур по территории Новосибирской области отработаны те варианты сценариев ожидаемых метеорологических условий на период от даты составления прогноза до конца вегетации, которые оказались наиболее эффективными при расчетах на модели продукционного процесса яровой пшеницы - "N2" и "N3" (обозначения вариантов сохранены).

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

Массив используемых данных в варианте "N2" состоит из фактической информации за период, предшествующий составлению прогноза, и инерционного прогноза метеорологических элементов за период от даты составления прогноза до конца вегетации в виде данных прошлого года.

В методическом варианте "N3" ожидаемые метеорологические условия после даты составления прогноза заданы в виде соответствующего блока фактических значений метеорологических параметров года-аналога синоптических процессов, прогнозируемого на август месяц .

2 Адаптация модели для расчета средней урожайности зерновых и зернобобовых культур по территории Новосибирской области

Существующие прикладные динамические модели и технологии их применения находятся в процессе дальнейшего совершенствования.

Для надежной работы и дальнейшего развития методов агрометеорологического обеспечения производства сельскохозяйственных культур и, в частности, разработанных на основе динамико-статистического подхода, необходима их систематическая корректировка. Соответствующие рекомендации по этой проблеме были выработаны участниками Международной научно-практической конференции «Агрометеорологическое обеспечение устойчивого развития сельского хозяйства в условиях глобального изменения климата» [6].

Так как динамическая модель формирования урожая яровой пшеницы [3] разработана в 2005 году, для дальнейшей работы произведено уточнение величин параметров ее функций с учетом материалов агрометеорологических наблюдений последующих 5 лет. Для адаптации модели привлечены данные десяти опорных ГМС, являющихся наиболее

информативными в отношении формирования входного потока информации для выполнения расчетов на модели и оценки их результатов: Болотное, Барабинск, Каргат, Коченево, Огурцово, Искитим, Купино, Ордынское, Кочки, Карасук. Недостающая информация по числу часов солнечного сияния восстановлена по близлежащим ГМС.

Уточнению подлежали параметры, наиболее сильно влияющие на расчет текущих значений биомассы отдельных органов растений и влажности корнеобитаемого слоя почвы: угол наклона световой кривой фотосинтеза (α), константа (a) в формуле расчета устьичного сопротивления потоку CO_2 , химическое сопротивление (r_c) и параметр (K_0) в формуле расчета гидравлической проводимости почвы.

Определение и уточнение параметров модели выполнено путем статистической обработки данных наблюдений за 1991-2007 годы и методом итерационного подбора оптимальных величин параметров.

Для этого решалась задача максимального пошагового приближения рассчитанных при помощи модели и фактических величин средней урожайности. Оптимальные величины параметров определялись на основе оценок согласования результатов модельных расчетов с данными по урожайности территориального органа Федеральной Службы Государственной Статистики по Новосибирской области.

После введения в расчет уравнения связи средней областной урожайности всех зерновых и зернобобовых культур и средней урожайности яровой пшеницы выполнена корректировка параметров модели по динамическому ряду урожайности зерновых и зернобобовых культур.

Оценка согласования рассчитанных и наблюдаемых характеристик выполнена методом корреляционного анализа. Таким образом, модель, адаптирована для расчета средней урожайности, настроена на средний уровень культуры земледелия на рассматриваемом временном отрезке (при отсутствии значимого тренда урожайности) и, следовательно, на некие средние условия уборки культуры. Тренд урожайности всех зерновых и

зернобобовых культур на временном отрезке 1991-2007гг. не значим на 5%-ном уровне значимости - коэффициент корреляции равен 0,282 при значимой величине равной 0,482.

В ходе идентификации параметров модели по материалам описания условий уборки в агрометеорологических ежегодниках [7] выделены годы с ярко выраженными неблагоприятными (1993, 1996, 2005) и исключительно благоприятными (2001) условиями уборки. Условия уборки в остальные годы в целом удовлетворительные и условно приняты среднестатистическими.

Анализ модельных расчетов показал, что средние из абсолютных ошибок расчета урожайности в годы с неблагоприятными условиями уборки на 3,0 ц/га ниже, а в годы с благоприятными условиями на 4,0 ц/га выше величин, рассчитанных на модели. Это обстоятельство позволяет значительно упростить процедуру альтернативных расчетов при ее применении в практических целях. Последнее важно иметь в виду особенно в зоне рискованного земледелия, исходя из того, что урожайность является интегральным показателем, как агрометеорологических, так и хозяйственных условий возделывания, и в большой степени зависит от качества уборки.

Результаты адаптации модели представлены в таблице 1 и на рисунке 1.

Достигнуто удовлетворительное согласование рассчитанных и фактических величин урожайности всех зерновых и зернобобовых культур. Коэффициент корреляции без учета поправок на условия уборки равен 0,551 при значимой величине на 5%-ном уровне значимости равном 0,482, а с учетом поправок значительно выше - 0,891.

Обеспеченность расчетов урожайности с ошибкой, не превышающей 0,67 σ_y за 1991-2007 (равной 1,7 ц/га), составила без учета поправки на условия уборки 70%, с учетом поправки - 88%. Обеспеченность расчетов с относительной ошибкой не более 20 % составила соответственно 76% и 94 % (таблица 1).

Таблица 1 - Теснота согласования рассчитанных и фактических средних величин урожайности зерновых и зернобобовых культур (r), средние значения и обеспеченность относительных отклонений разной величины (%) по результатам адаптации модели за период 1991-2007 гг

| Показатель | Коэффициент Корреляции, r ($r = 0,482$) зн | Среднее отклонение, % | Обеспеченность отклонений разной величины, % откл. обесп. |
|---|---|--------------------------|---|
| Урожайность зерновых и зернобобовых культур | | | |
| - без учета условий уборки | 0,551 | 13,0 | < 10 59 < 20 76 < 30 88 |
| - с учетом условий уборки | 0,891 | 5,9 | < 10 82 < 20 94 < 30 100 |

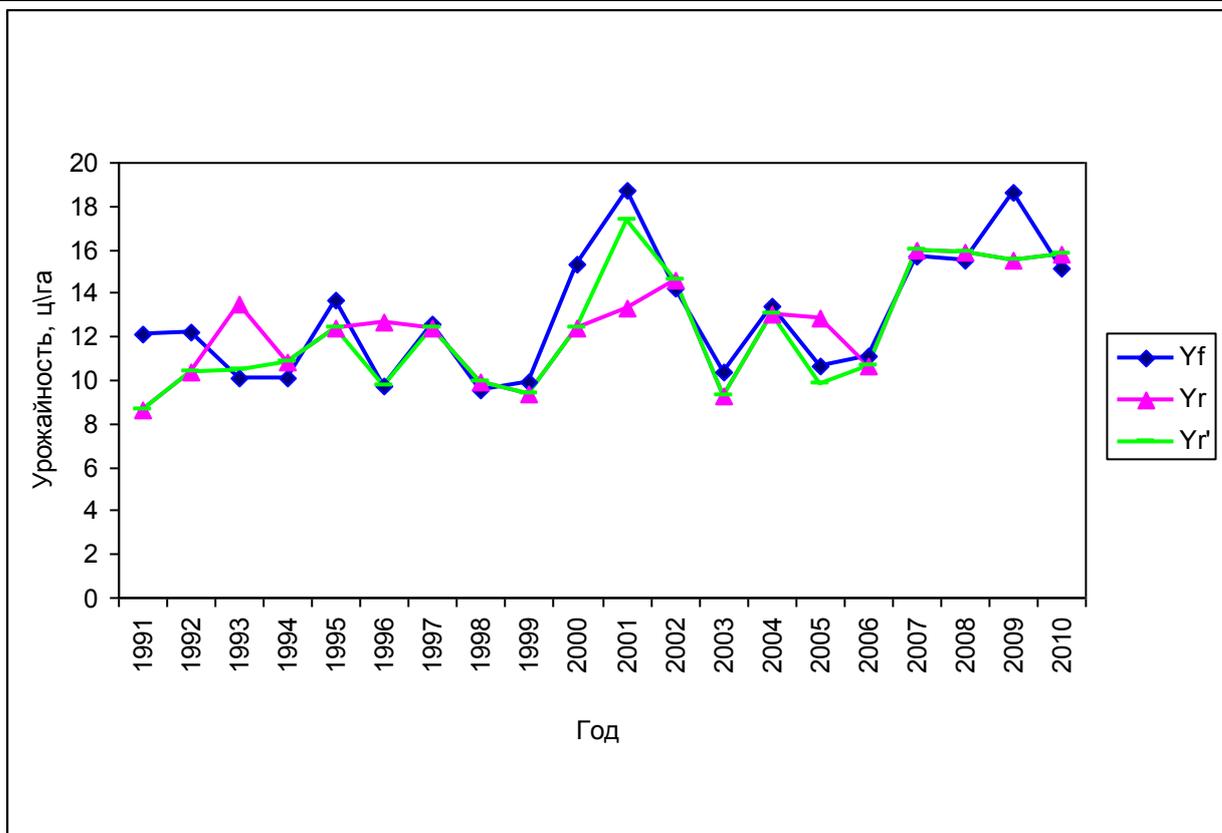


Рисунок 1 - Согласование рассчитанных (Yr) в том числе и с поправкой на условия уборки (Yr') и фактических (Yf) величин средней урожайности зерновых и зернобобовых культур по Новосибирской области

Достигнуто удовлетворительное согласование рассчитанных и фактических величин урожайности всех зерновых и зернобобовых культур. Коэффициент корреляции без учета поправок на условия уборки равен 0,551 при значимой величине на 5%-ном уровне значимости равном 0,482, а с учетом поправок значительно выше - 0,891.

Обеспеченность расчетов урожайности с ошибкой, не превышающей 0,67 σ_y за 1991-2007 (равной 1,7 ц/га), составила без учета поправки на условия уборки 70%, с учетом поправки - 88%. Обеспеченность расчетов с относительной ошибкой не более 20 % составила соответственно 76% и 94 % (таблица 1).

Верификация модели выполнена на независимых данных 2008-2010 гг. Для варианта без поправок на условия уборки получены следующие оценки верификации модели: обеспеченность расчетов урожайности с ошибкой, не превышающей 0.67 σ_y равна 67 %, а с относительной ошибкой, не превышающей 20 % равна 100 % , а с поправкой - все оценки 100 % (таблица 2).

Таблица 2 - Результаты верификации динамической модели формирования урожая зерновых и зернобобовых культур по Новосибирской области

| Год | Фактическая урожайность (Уф), ц/га | Расчетная урожайность (Ур), ц/га | Абсолютная ошибка (ΔУ), ц/га | Относительная ошибка (Pi), % |
|------|------------------------------------|----------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 2008 | 15,5 | 15,9 | -0,4+ | 2,6 |
| 2009 | 18,6 | 15,7 | 2,9- | 15,6 |
| 2010 | 15,1 | 15,8 | -0,7+ | 4,6 |

Для решения обозначенных ранее прикладных задач далее будет использоваться рассмотренный вариант модели, ориентированный на расчет средней по территории Новосибирской области урожайности зерновых и зернобобовых культур после доработки, в том числе и с учетом корректировки результатов на условия уборки.

3 Апробация методов

Рассмотренные в разделе 1 методологические подходы реализованы для расчета количественной оценки сложившихся агрометеорологических условий формирования урожая и ожидаемых средних величин урожайности зерновых и зернобобовых культур по Новосибирской области.

3.1 Апробация метода оценки сложившихся агрометеорологических условий формирования урожая зерновых и зернобобовых культур

Для верификации метода расчета комплексной количественной оценки сложившихся агрометеорологических условий формирования урожая официально принятых критериев не существует. Поэтому решение о качестве метода расчета оценки сложившихся условий, относительно условий аналогичного периода прошлого года, выработано с применением общепринятого статистического критерия - среднеквадратического отклонения ряда фактических оценок условий всего вегетационного периода относительно условий прошлого года. В качестве фактической комплексной оценки условий формирования урожая конкретного года, относительно условий прошлого года принято отношение фактических величин урожайности последующего года к урожайности предыдущего.

Успешность метода расчета количественной оценки сложившихся условий формирования урожая зерновых и зернобобовых культур относительно аналогичного периода прошлого года характеризуется статистическими оценками за полный вегетационный период (рис. 3).

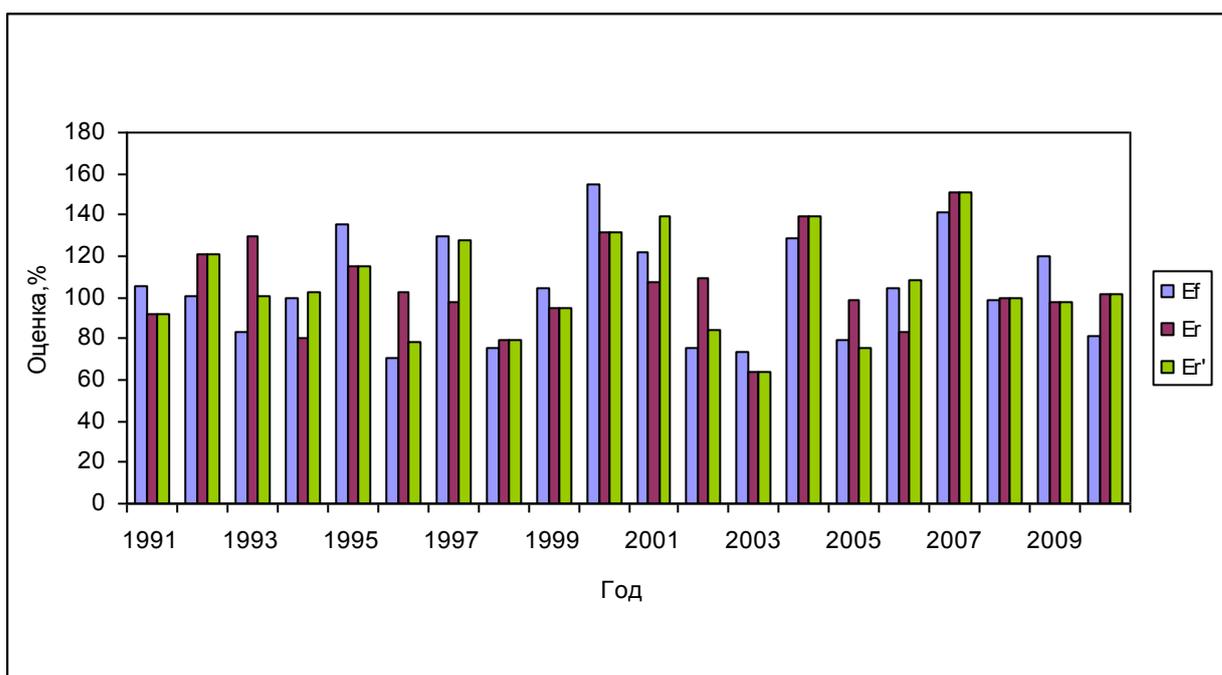


Рисунок 2 - Согласование рассчитанных в сравнении с прошлым годом оценок агрометеорологических условий формирования урожая зерновых и зернобобовых культур без учета (E_r) и с учетом условий уборки (E_r') с фактическими (E_f)

Коэффициент корреляции рассчитанных и фактических оценок условий формирования урожая зерновых и зернобобовых культур за период 1991-2007 гг. составляет 0,567, а при учете условий уборки 0,877 при значимой величине на 5%-ном уровне равной 0,482. Допустимое отклонение абсолютных значений рассчитанных и фактических оценок по показателю $0,67\sigma_y$ равно 19,5%. Обеспеченность допустимой ошибки при учете исключительных условий уборки за тот же период составляет 82%, а относительной ошибки не превышающей 20% - 94%.

Оценку успешности данного расчетного метода на каждые сутки вегетации, в том числе и на конец каждой декады, можно проводить в оперативном режиме, сравнивая ее с описанием характеристик состояния посевов, относительно аналогичного периода прошлого года.

Результаты сравнения рассчитанных с фактическими величинами оценок за полный вегетационный период по независимым данным представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Сравнение рассчитанных и фактических величин комплексных оценок агрометеорологических условий формирования урожая зерновых и зернобобовых культур за полный вегетационный период, относительно условий прошлого года (независимые данные)

| Год | У р о ж а й н о с т ь, ц/га | | | | Оценка, % | | Отклонение, % | |
|------|-----------------------------|------|---------------|------|--------------|-------|---------------|------|
| | фактич. | | рассчит. | | факт. рассч. | | абс. относ. | |
| | текущ. прошл. | | текущ. прошл. | | | | | |
| | год | год | год | год | | | | |
| 2008 | 15,5 | 15,7 | 15,9 | 16,0 | 98,7 | 99,4 | 0,7 | 0,7 |
| 2009 | 18,6 | 15,5 | 15,5 | 15,9 | 120,0 | 97,5 | 22,5 | 18,8 |
| 2010 | 15,1 | 18,6 | 15,8 | 15,5 | 81,2 | 101,9 | 20,7 | 25,5 |

В 2009 году наблюдался существенный недобор суммы эффективных температур воздуха за вегетационный период в сравнении с 2008 годом на 160°С, а с 2010 годом – на 76°С. Высокий уровень фактической урожайности - результат относительно благоприятных условий уборки.

3.2 Апробация методов прогноза урожайности зерновых и зернобобовых культур

В соответствии с рассмотренными в разделе 1.2 подходами на основе адаптированной модели разработаны методы прогноза урожайности в 2-х вариантах, в зависимости от выбранного сценария ожидаемых метеорологических условий на период от даты составления прогноза до конца вегетации:

N2 - с использованием инерционного сценария ожидаемых метеорологических условий, приравненных к условиям прошлого года;

N3 - с использованием долгосрочного прогноза погоды в виде года-аналога утвержденного на август месяц.

В таблице 4 представлена диагностическая оценка обеспеченности расчетов ожидаемой урожайности зерновых и зернобобовых культур, выполненных по методическим прогностическим схемам "N2" и "N3" в сравнении с инерционным и климатологическим по зависимому ряду лет (1991-2007).

Допустимое отклонение расчетной величины урожайности зерновых и зернобобовых культур от фактической по критерию $0,67 \sigma_y$, оцениваемое по зависимому ряду лет, равно 1,7 ц/га. По данной величине допустимого отклонения проведена диагностическая оценка методов прогноза урожайности с учетом отсутствия значимого тренда временного ряда урожайности за рассматриваемый период лет.

Диагностическая оценка методического прогноза "N3" проводилась по ограниченному числу лет, так как информацию об утвержденных годах-аналогах по долгосрочным прогнозам погоды удалось восстановить на июль только с 2001 года, на август - с 1997 года по текущий год.

Согласно табл. 4 на предварительный срок прогноза удовлетворительная обеспеченность прогностических расчетов получена по методическому прогнозу N3. Оправдываемость метода по критерию $0,80 \sigma_y$ равна 85,7%, при обеспеченности расчетов с относительной ошибкой, не превышающей 20 % равной 85,7 % без учета поправки на условия уборки и 100 % с учетом поправки. На основной срок прогноза диагностические оценки методических прогнозов N2 и N3 по этим критерию $0,67 \sigma_y$ за аналогичный период лет идентичны и равняются соответственно 72.7% и 81.8% без учета поправки на условия уборки, 81.8% и 90,9% - с учетом поправки.

Таблица 4 - Диагностическая оценка методических прогнозов в сравнении с инерционным и климатологическим

| Метод | Число лет | Критерий оценки | | | |
|-------------------------|--------------|--------------------------------|--------|--|-----------------|
| | | Коэффициент корреляции r | | 0,80 σ_y (предв.), 0,67 σ_y , (осн.) % | Pi < 20% , % |
| Предварительный прогноз | | | | | |
| N 2 | 17 | 0,769 | 0,482 | 47,0 | 64,7 |
| *N 2 | 17 | 0,769 | 0,482 | 64,7 | 76,5 |
| N2** | 7 | 0,235 | >0,632 | 42,8 | 71,4 |
| *N2** | 7 | 0,676 | >0,632 | 57,1 | 85,7 |
| N 3 | 7 | 0,592 | >0,632 | 85,7 | 85,7 |
| *N 3 | 7 | 0,950 | >0,632 | 85,7 | 100 |
| Инерционный | 17 | 0,181 | 0,482 | 29,4 | 35,3 |
| | 7 | - | - | 14,3 | 14,3 |
| Климатологи- ческий | 17 | 0,352 | 0,482 | 41,2 | 58,8 |
| | 7 | - | - | 28,6 | 28,6 |
| Основной прогноз | | | | | |
| N 2 | 17 | 0,465 | 0,482 | 64,7 | 70,5 |
| *N 2 | 17 | 0,858 | 0,482 | 82,4 | 88,2 |
| N2** | 11 | 0,643 | 0,604 | 72,7 | 81,8 |
| *N2** | 11 | 0,908 | 0,604 | 81,8 | 90,9 |
| N 3 | 11 | 0,602 | 0,604 | 72,7 | 81,8 |
| *N 3 | 11 | 0,925 | 0,604 | 81,8 | 90,9 |
| Инерционный | 17 | 0,181 | 0,482 | 29,4 | 35,3 |
| | 11 | | | 28,6 | 28,6 |
| Климатологи- ческий | 17 | 0,352 | 0,482 | 41,2 | 58,8 |
| | 11 | | | 45,4 | 45,4 |

* с учетом условий уборки
** за аналогичный период лет с N3

Авторская оценка успешности методов прогноза урожайности зерновых и зернобобовых культур на независимых данных за 2008-2010 годы (таблица 5) выполнена согласно "Методическим указаниям по проведению производственных (оперативных) испытаний новых и усовершенствованных методов гидрометеорологических прогнозов (РД.52.27.284-91) [8].

Сравнительная оценка испытываемых методов проводилась с инерционным и климатологическим прогнозами. Допустимое отклонение согласно [8] рассчитано за 15-летний период, включая первый испытываемый год, по критерию $0,67 \sigma_y$, где σ_y - среднеквадратическое отклонение величин урожайности за расчетный период. На начало авторских испытаний получена величина допустимого отклонения, равная 1,8 ц/га, на начало оперативных испытаний – 1,9ц/га.

На рисунках 4а и 4б представлено сравнение фактических и прогнозируемых величин урожайности, рассчитанных по двум сценариям метеорологических условий до конца вегетационного периода за аналогичные периоды лет(из них 2008-2010 годы – по независимым данным).

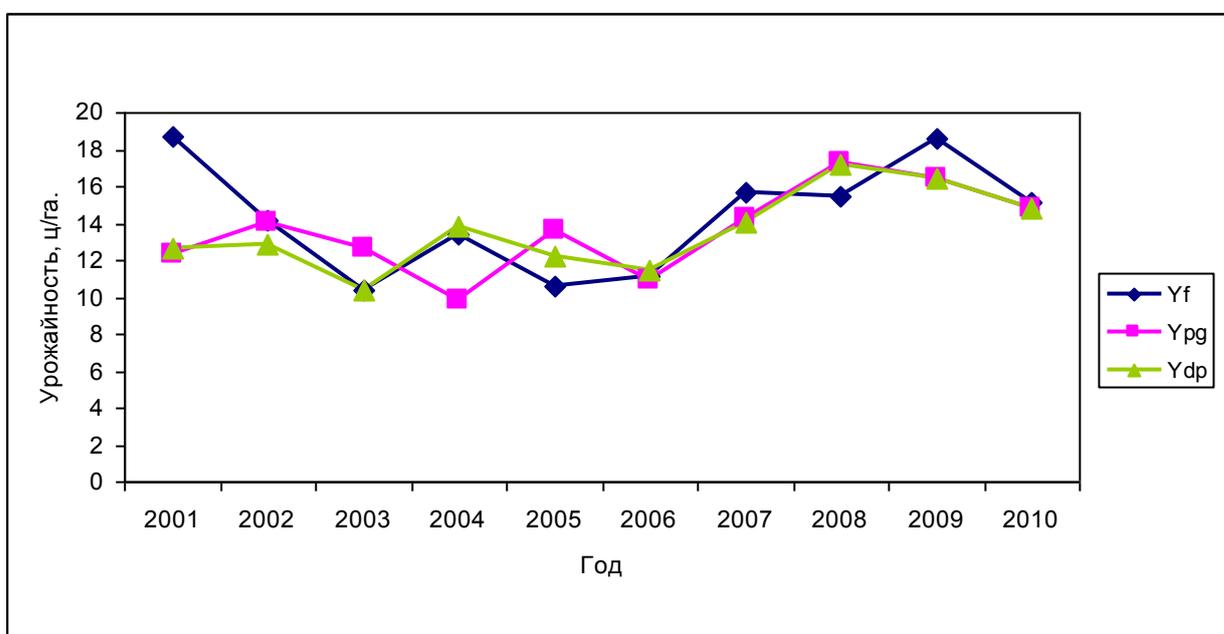


Рисунок 3 - Сравнение прогнозируемой урожайности зерновых и зернобобовых культур по сценариям "прошлый год" (Ypg) и "год-аналог" (Ydp) с фактической (Yf). Предварительный прогноз без поправок на условия уборки

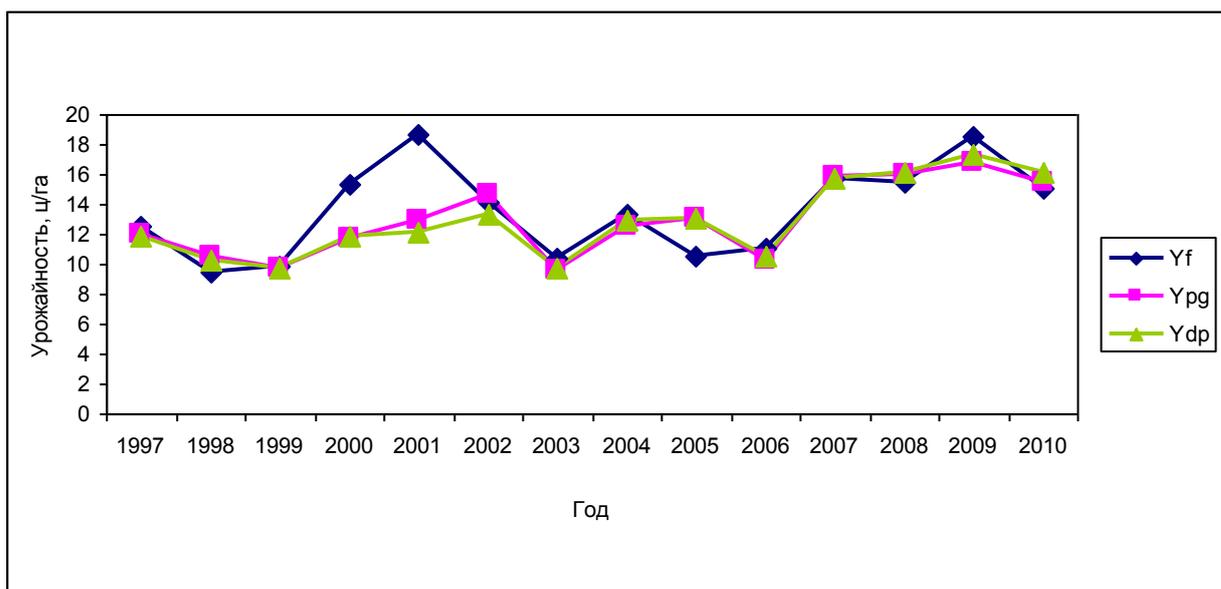


Рисунок 4 - Сравнение прогнозируемой урожайности зерновых и зернобобовых культур по сценариям "прошлый год" (Y_{pg}) и "год-аналог" (Y_{dp}) с фактической (Y_f). Основной прогноз без поправок на условия уборки

Согласно результатам анализа абсолютных ошибок методических, инерционного и климатологического прогнозов (таблица 5) рассчитаны оценки оправдываемости методов прогноза средней урожайности зерновых и зернобобовых культур (таблица 6). По числу оправдавшихся прогнозов методические "N3" и "N2" совпадают: в предварительный срок два из трех, в основной – три. Методический прогноз "N3" имеет преимущество относительно "N2" по ошибке метода в предварительный срок на 0,4%, а в основной наоборот – ошибка метода "N2" на 0,7% меньше ошибки метода "N3".

Инерционный и климатологический прогнозы оправдались только по одному году из трех.

По средней оправдываемости прогнозов, согласно таблице 7 незначительным преимуществом в предварительный срок прогнозирования обладает методический прогноз "N3" (на 0,2%), по основному сроку - методический прогноз "N2" (на 0,8%).

Таблица 5 - Сравнительная оценка качества методов прогноза средней областной урожайности зерновых и зернобобовых культур всех категорий хозяйств по независимым данным 2008-2010гг

Предварительный прогноз

| Год | Факт. урожай (Уф) ц/га | Т и п п р о г н о з а | | | | | |
|------|------------------------|--------------------------|---------------------|-----------------------|--------------------------|---------------------|-----------------------|
| | | Методический N2 | | | Методический N3 | | |
| | | прогн. урожай (Уп), ц/га | абс. Ошиб (ΔУ) ц/га | относ. ошибка (Pi), % | прогн. урожай (Уп), ц/га | абс. Ошиб (ΔУ) ц/га | относ. ошибка (Pi), % |
| 2008 | 15,5 | 17,3 | -1,8+ | 13,5 | 17,2 | -1,7 + | 12,8 |
| 2009 | 18,6 | 16,4 | 2,2- | 15,4 | 16,4 | 2,2 - | 15,4 |
| 2010 | 15,1 | 14,8 | 0,3+ | 2,0 | 14,8 | 0,3+ | 2,0 |

Основной прогноз

| Год | Факт. урожай (Уф) ц/га | Т и п п р о г н о з а | | | | | |
|------|------------------------|--------------------------|---------------------|-----------------------|--------------------------|---------------------|-----------------------|
| | | Методический N2 | | | Методический N3 | | |
| | | прогн. урожай (Уп), ц/га | абс. Ошиб (ΔУ) ц/га | относ. ошибка (Pi), % | прогн. урожай (Уп), ц/га | абс. Ошиб (ΔУ) ц/га | относ. ошибка (Pi), % |
| 2008 | 15,5 | 16,0 | - 0,5+ | 3,8 | 16,2 | - 0,7+ | 5,3 |
| 2009 | 18,6 | 16,8 | 1,8+ | 12,6 | 17,3 | 1,3+ | 9,1 |
| 2010 | 15,1 | 15,5 | - 0,4+ | 2,6 | 16,1 | -1,0+ | 6,6 |

Стандартные прогнозы

| Год | Факт. урожай (Уф) ц/га | Т и п п р о г н о з а | | | | | |
|------|------------------------|--------------------------|---------------------|-----------------------|--------------------------|---------------------|-----------------------|
| | | Инерционный | | | Климатологический | | |
| | | прогн. урожай (Уп), ц/га | абс. Ошиб (ΔУ) ц/га | относ. ошибка (Pi), % | прогн. урожай (Уп), ц/га | абс. Ошиб (ΔУ) ц/га | относ. ошибка (Pi), % |
| 2008 | 15,5 | 15,7 | -0,2 + | 1,5 | 12,2 | 3,3 - | 24,8 |
| 2009 | 18,6 | 15,5 | 3,1- | 21,7 | 13,3 | 5,3- | 37,1 |
| 2010 | 15,1 | 18,6 | -3,5- | 23,0 | 14,3 | 0,8 + | 5,3 |

Таблица 6 - Оценка оправдываемости методов прогноза средней урожайности зерновых и зернобобовых культур всех категорий хозяйств по независимым данным

| Тип прогноза | Оправдываемость, % | Ошибка, % |
|-------------------------|--------------------|-----------|
| Предварительный прогноз | | |
| Методический N2 | 66,7 | 7,8 |
| Методический N3 | 66,7 | 7,4 |
| Основной прогноз | | |
| Методический N2 | 100 | 6,3 |
| Методический N3 | 100 | 7,0 |
| Стандартные прогнозы | | |
| Инерционный | 33,3 | 1,5 |
| Климатологический | 33,3 | 5,2 |

Таблица 7 - Сравнительная оценка оправдываемости прогнозов средней урожайности зерновых и зернобобовых культур всех категорий хозяйств по независимым данным

| Метод | Оправдываемость прогнозов, % | | | |
|-------------------------|------------------------------|------|------|------|
| | Средняя за 2008-2010 гг. | 2008 | 2009 | 2010 |
| Предварительный прогноз | | | | |
| Методический N2 | 91,5 | 88,4 | 88,2 | 98,0 |
| Методический N3 | 91,7 | 89,0 | 88,2 | 98,0 |
| Основной прогноз | | | | |
| Методический N2 | 94,8 | 96,8 | 90,3 | 97,4 |
| Методический N3 | 94,0 | 95,5 | 93,0 | 93,4 |
| Стандартные прогнозы | | | | |
| Инерционный | 86,3 | 98,7 | 83,3 | 76,8 |
| Климатологический | 81,6 | 78,7 | 71,5 | 94,7 |

4 Методика выполнения расчетов

Типовой рабочий набор данных для расчетов на модели представлен в.

Для выполнения расчетов оценки сложившихся агрометеорологических условий формирования урожая и ожидаемой средней областной урожайности зерновых и зернобобовых культур по выбранным вариантам методических прогнозов созданы:

1) Пакет программ для персонального компьютера на языке Фортран, помещенных в директории “Z_bobnso” и состоящий из:

- программы усвоения ежедневных и декадных данных из электронной версии таблицы ТСХ-1 рабочими наборами данных “zzb.dat”, “zzby.dat”, и zzbo.dat загрузочные модули “pusk.bat” и “Z_bobnso.exe”);

- программы расчета оценки сложившихся условий формирования урожая зерновых и зернобобовых культур, относительно аналогичного периода прошлого года, на любой момент вегетационного периода (загрузочный модуль pzzbo.exe) ;

- программы расчета ожидаемых средних по области величин урожайности зерновых и зернобобовых культур (загрузочный модуль pzzb.exe);

- инструкции по корректировке данных и эксплуатации технологической линии.

2) Каталоги фрагментов метеорологических блоков рабочих наборов данных за 1971-2010 гг., содержащие ежегодные среднесуточные метеорологические данные опорных станций за 21.06 - 31.08

Методика расчета оценки сложившихся условий формирования урожая и прогноза урожайности зерновых и зернобобовых культур изложена в инструкции по эксплуатации технологической линии.

ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА

" Расчета количественной оценки условий формирования урожая и прогноза урожайности зерновых и зернобобовых культур по Новосибирской области".

Программа предназначена:

1)Для автоматизации процесса занесения в наборы данных zzb.dat, zzbo.dat, zzby.dat. Выборка среднесуточной температуры (°С), 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 Новосибирской области.

2)Для расчета оценки и прогноза.

Список станций:

| | | |
|----|-----------|-------|
| 1 | Болотное | 29539 |
| 2 | Барабинск | 29612 |
| 3 | Каргат | 29624 |
| 4 | Коченево | 29626 |
| 5 | Огурцово | 29638 |
| 6 | Искитим | 29730 |
| 7 | Купино | 29706 |
| 8 | Ордынское | 29726 |
| 9 | Кочки | 29724 |
| 10 | Карасук | 29814 |

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 Новосибирского ЦГМС 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.

При отсутствии данных Тсх-1 или при возникновении других вопросов можно заказать выборку за конкретную декаду из 90, 91 зон таблиц ежедневных и 94 зоны декадных агротелеграмм (запасы влаги), поступающих в ГИС МЕТЕО.

Программа поставляется в виде файла z_bobnso.exe.

1. Установка программы:

1. Скопируйте каталог Z_bobNso на нужный диск.

2. В conf.zbo в первой строчке нужно прописать путь, где находятся

а) данные Tcx-1:

tcx-1: tcx-1=t:\work\agrobmen\

б) данные ГИС МЕТЕО:

eden=t:\work\agro\arx_eden\;

deka=t:\work\agro\arx_dek\;

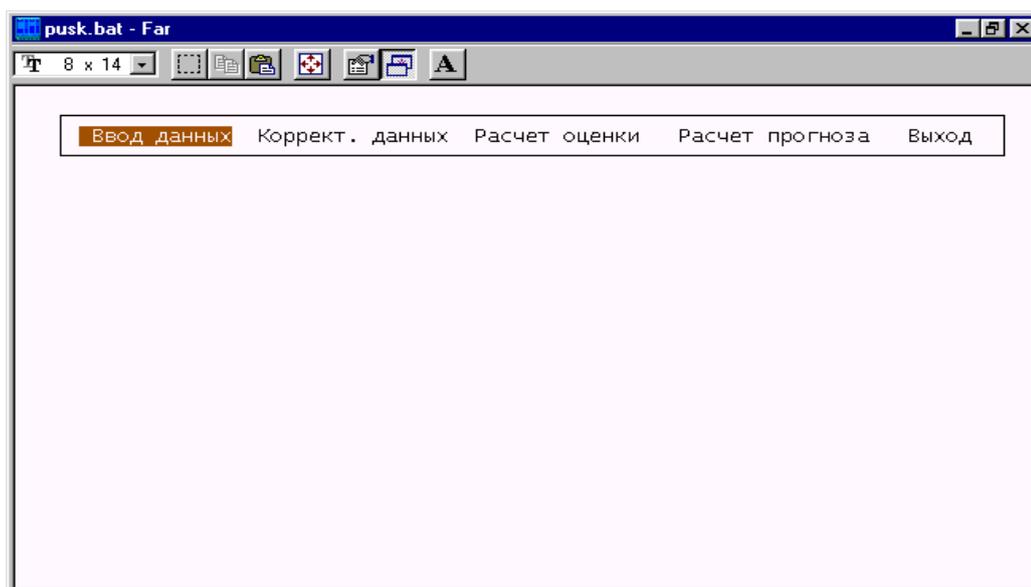
2. Запуск программы.

1. Выведите ярлык pus.k.bat на экран и запустите с ярлыка или

2. Войдите в каталог Z_bobNso и нажмите <Enter> (или мышкой) на pus.k.bat .

3. Инструкция по работе программы.

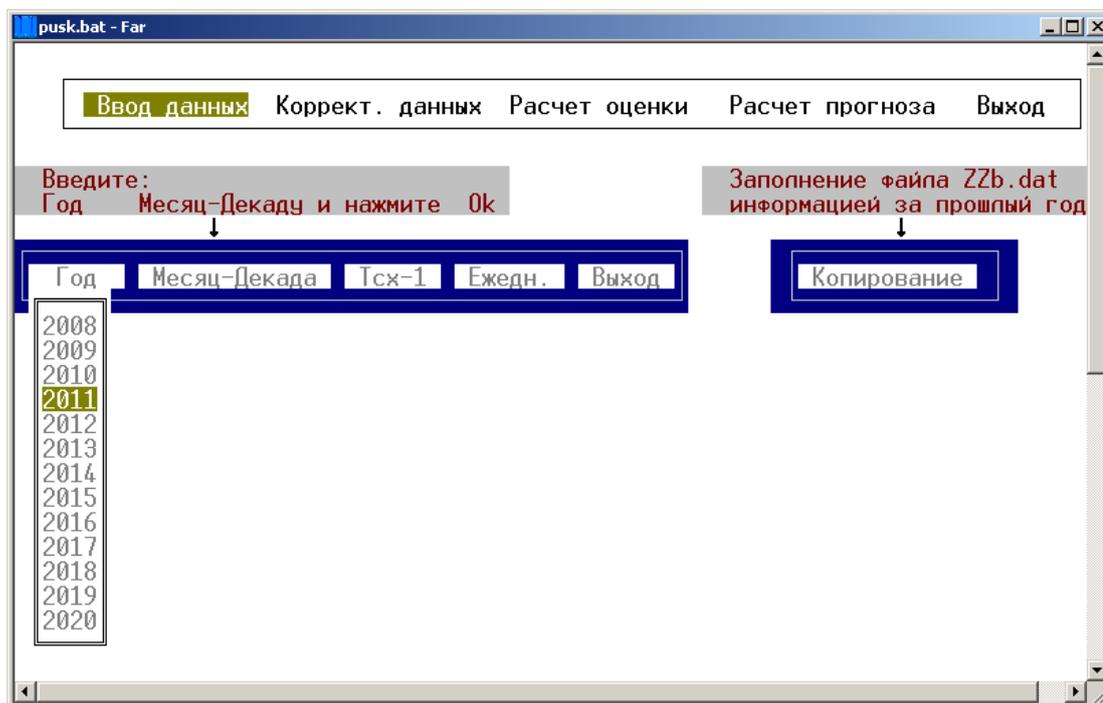
1. При запуске программы на экране высвечивается следующее меню:



2. Для ввода данных подведите курсор к пункту меню <Ввод данных> и

щелкните мышкой или нажмите клавишу <Enter>.

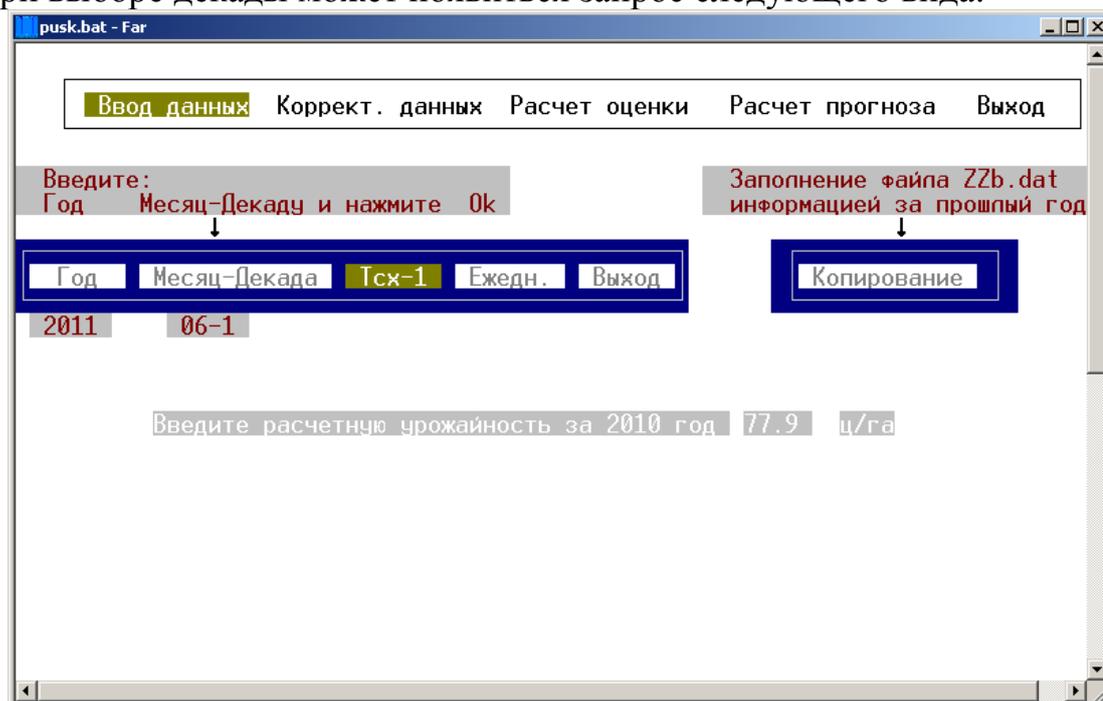
3. Высвечивается следующее меню:



4. При первом счете (1 дек июня) войдите в п. <Копирование>, чтобы сформировать исходный файл ZZb.dat (При работе в 2010 г. исходным будет файл за 2009 г.

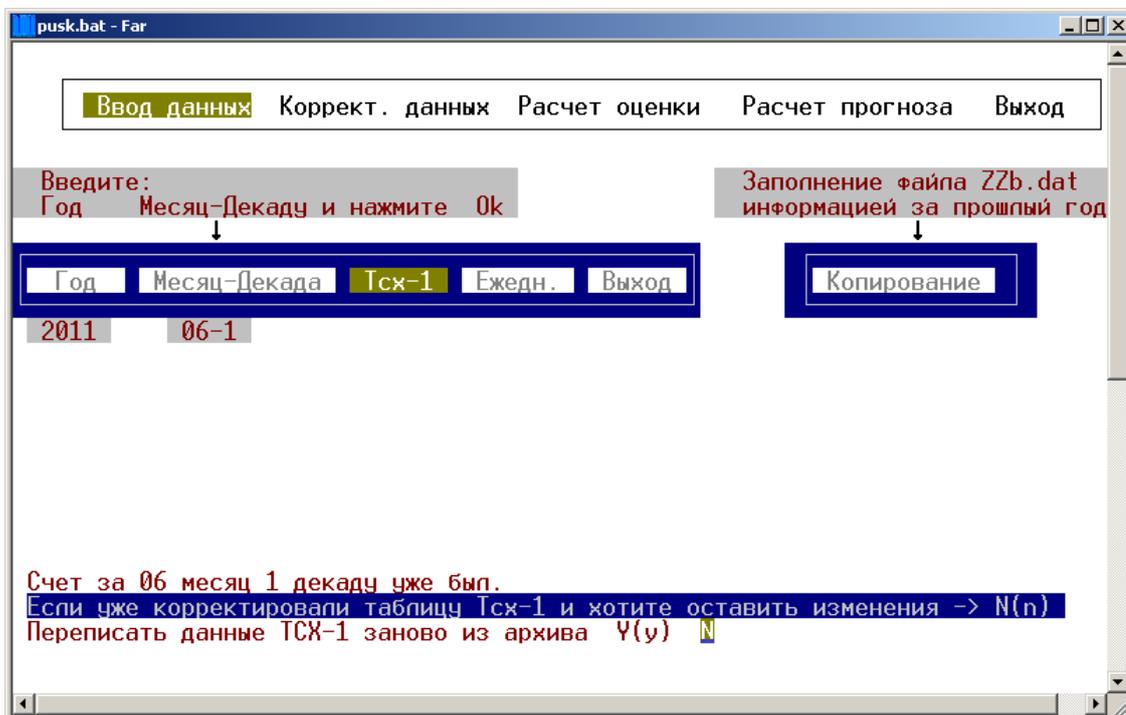
Используя подсказки на экране, введите год, месяц и декаду выборки данных и нажмите на <Тсх-1> или <Ежедн.>.

5. При выборе декады может появиться запрос следующего вида:

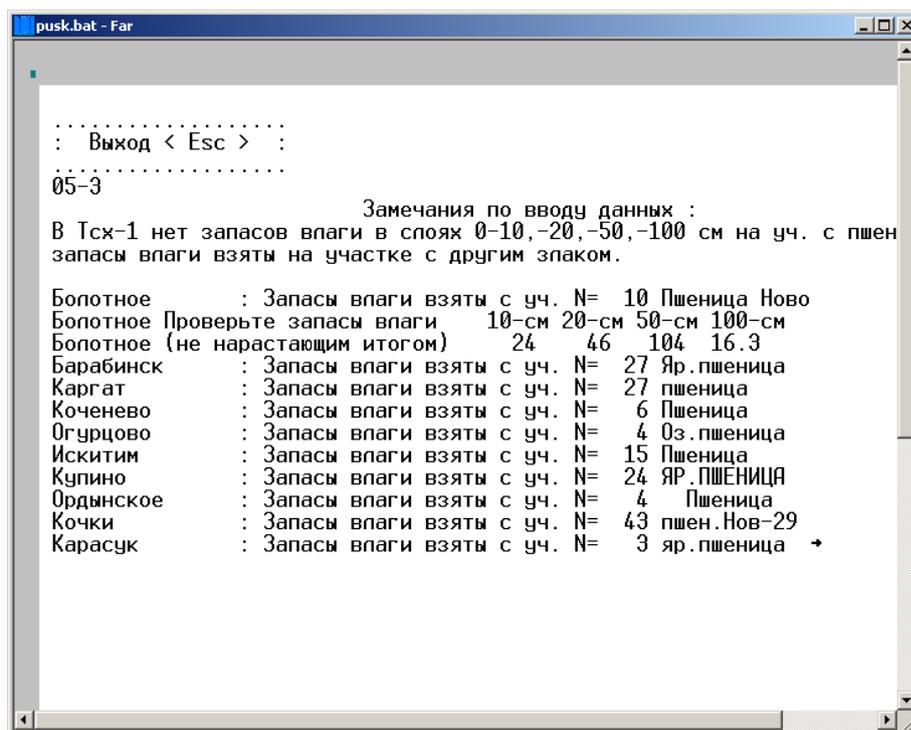


Если ранее уже был счет и корректировка данных за эту декаду и нет необходимости повторной выборки исходных данных из ТСХ-1, то ответ < N >.

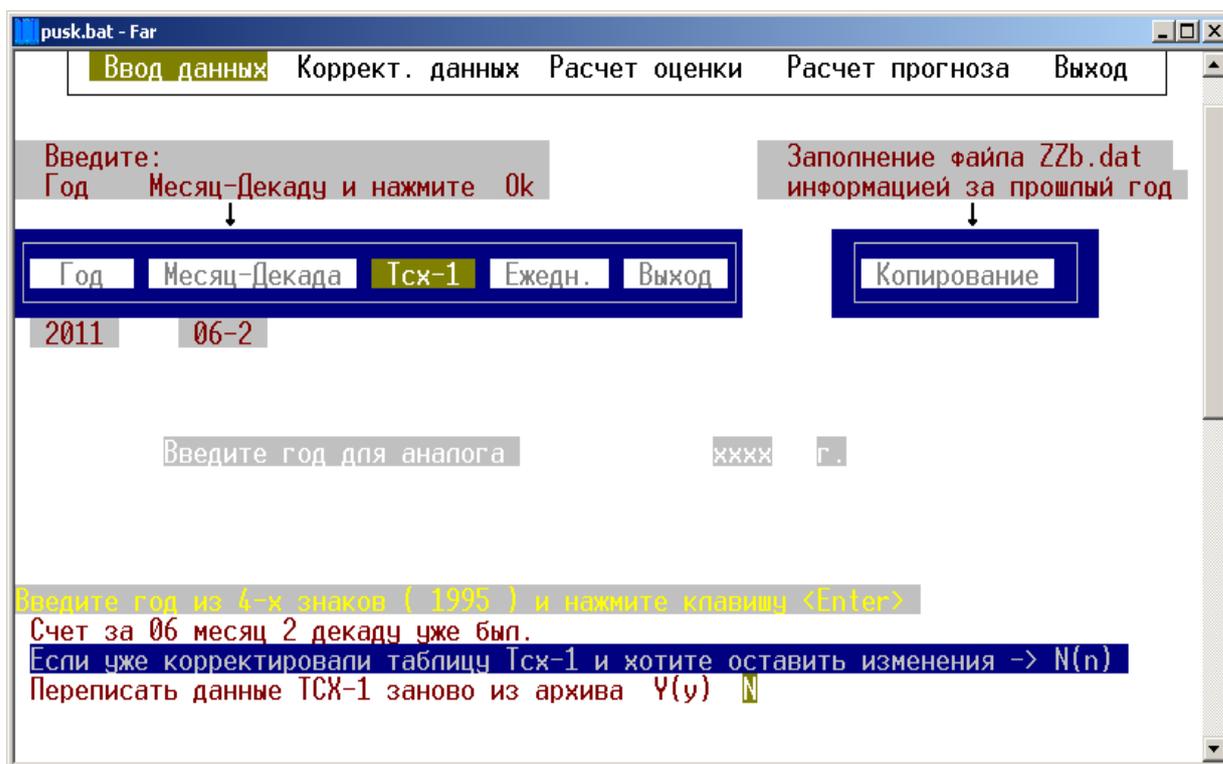
Если хотите заново занести данные из ТСХ-1, то ответ < Y >.



6. Произойдет выборка данных из таблиц Тсх-1 (или “ежедневки”) и Заполнение наборов Zzb.dat, Zzbo.dat, Zzby.dat и вывод на экран сообщений или замечаний по вводу данных. Этот же текст находится в файле prim.txt или primed.txt

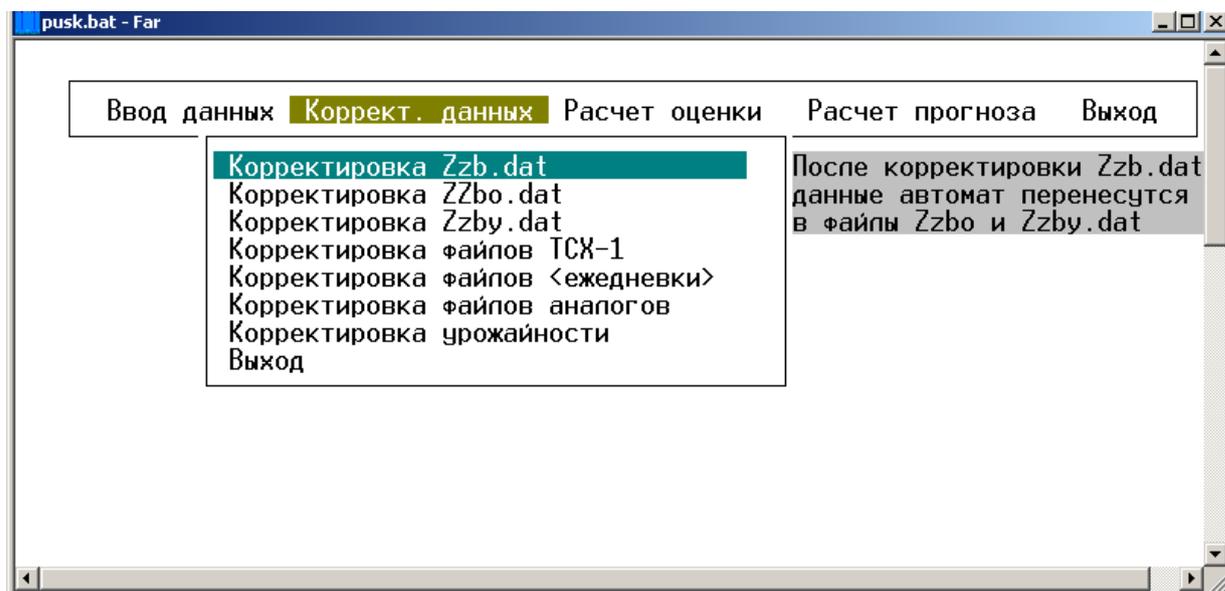


При обработки 2-й декады июня (06 месяца) и 2-й декады июля требуется ввести год аналога.



При выборе 3-й декады августа (08-3), например, 2011 г. произойдет формирование файла Zzb2011.dat, который будет исходным файлом для начала работы (06-1) в 2012 г. А также будет автоматически сформирован файл-аналог за 2011 г. - \Analog\n11.

7. После ввода данных нужно войти во 2-й пункт меню и просмотреть наборы Zzb.dat, Zzbo.dat, Zzby.dat.



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

Все данные автоматически перенесутся в Zzbo.dat и Zzby.dat. Выберите станцию из правого меню и откорректируйте данные.

pusk.bat - Far

Ввод данных **Коррект. данных** Расчет оценки Расчет прогноза Выход

Корректировка Zzb.dat
Корректировка Zzbo.dat
Корректировка Zzby.dat

После корректировки Zzb.dat данные автоматом перенесутся в файлы Zzbo и Zzby.dat

кп. <F3>-коррект. запасов влаги >

Выбор <Enter> или мышкой
Выход <Esc> или мышкой

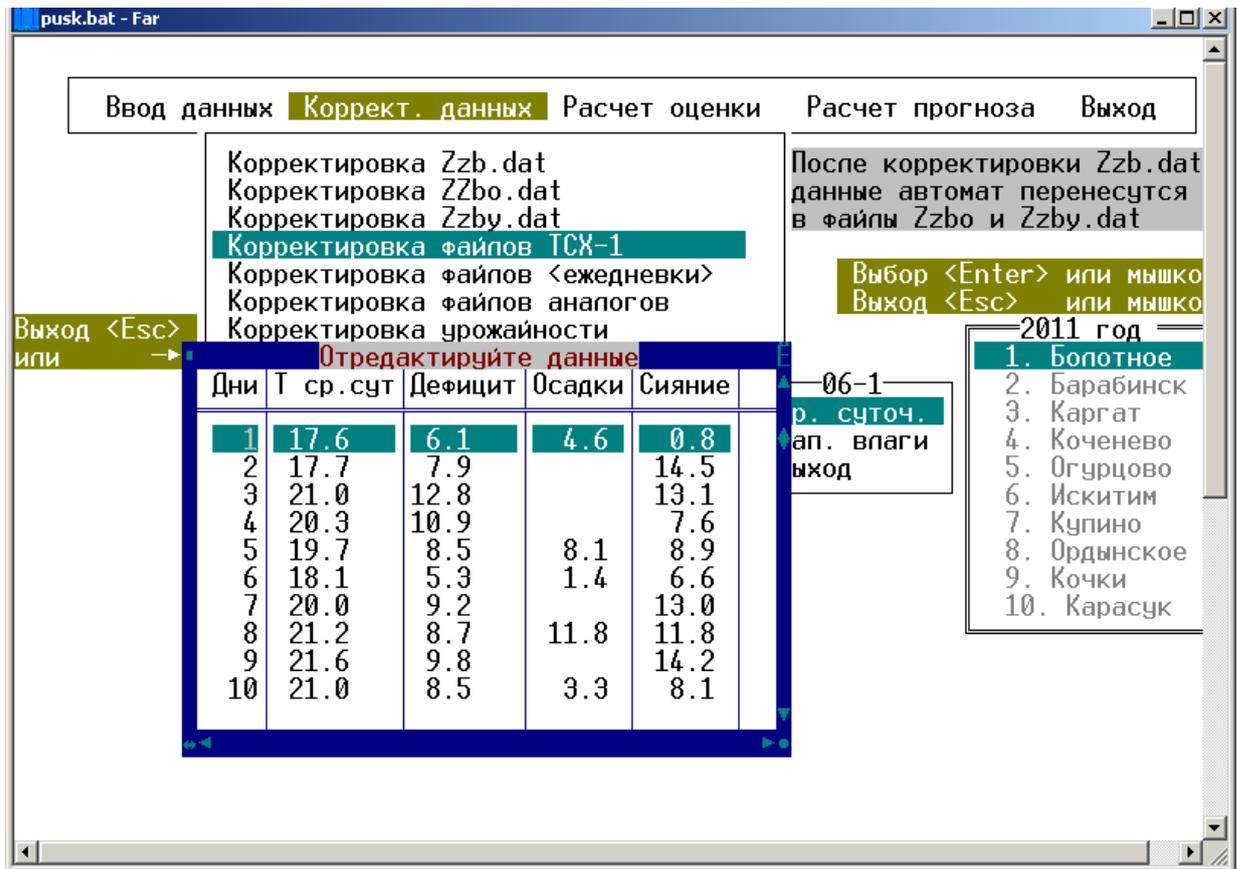
Выход <Esc> или

1. Болотное

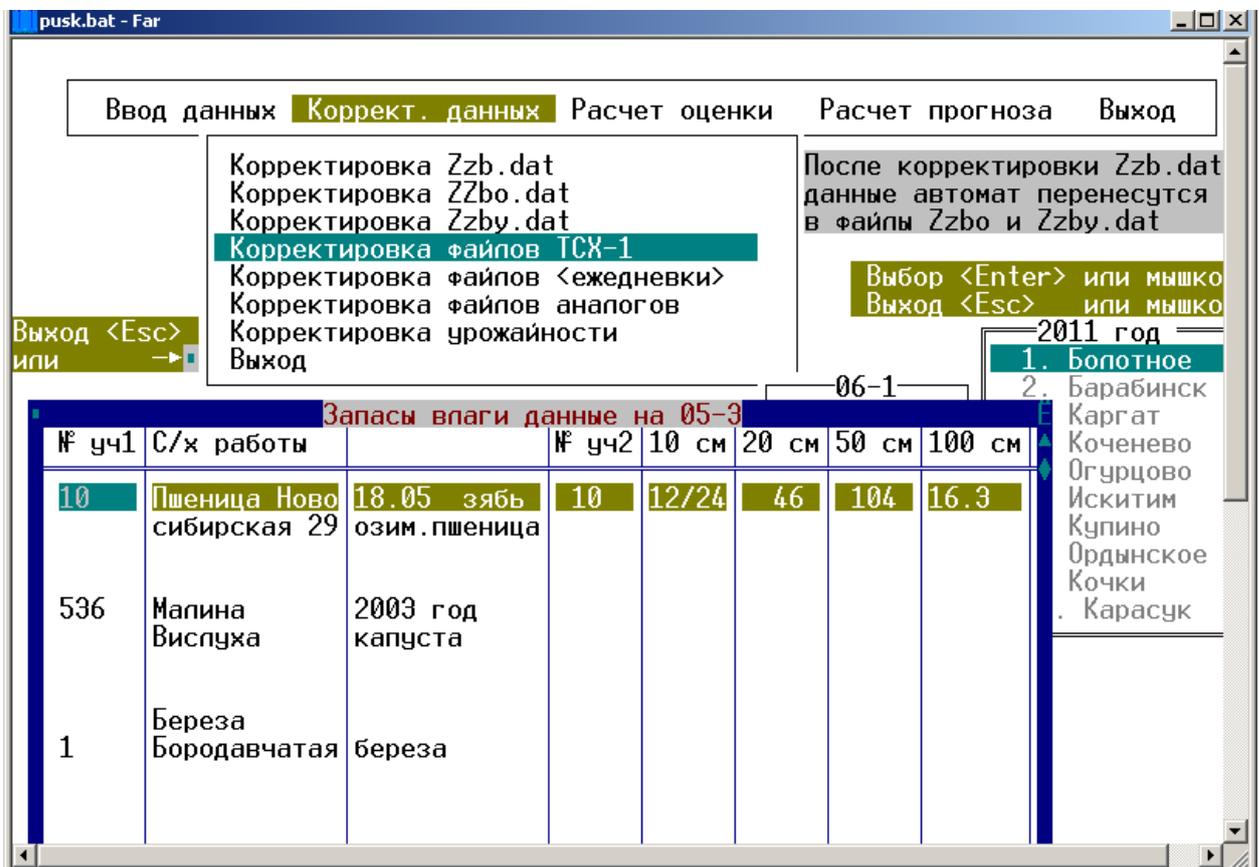
| № записи в Kar.dat | N дек | * Номер дня в декаде * | | | | | | | | | | | отное |
|--------------------|-----------|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|--------|
| | | 1-й | 2-й | 3-й | 4-й | 5-й | 6-й | 7-й | 8-й | 9-й | 10-й | 11-й | |
| 21 | 06-1 Тем | 176 | 177 | 210 | 203 | 197 | 181 | 200 | 212 | 216 | 210 | | абинск |
| | 06-1 Сиян | 008 | 145 | 131 | 076 | 089 | 066 | 130 | 118 | 142 | 081 | | гат |
| | 06-1 Осад | 046 | | | | 081 | 014 | | 118 | | | | енево |
| | 06-1 Деф | 061 | 079 | 128 | 109 | 085 | 053 | 092 | 087 | 098 | 085 | | рцово |
| | 06-2 Тем | 214 | 215 | 229 | 207 | 164 | 164 | 180 | 212 | 231 | 220 | | итим |
| | 06-2 Сиян | 110 | 144 | 149 | 152 | 156 | 163 | 143 | 139 | 162 | 067 | | ино |
| | 06-2 Осад | 008 | 001 | | | | | | | | 087 | | ынское |
| | 06-2 Деф | 093 | 099 | 132 | 116 | 109 | 109 | 122 | 126 | 155 | 107 | | ки |
| | 06-3 Тем | 180 | 106 | 102 | 129 | 140 | 144 | 157 | 160 | 179 | 198 | | расук |
| | 06-3 Сиян | 000 | 005 | 084 | 150 | 043 | 010 | 098 | 087 | 086 | 102 | | |
| | 06-3 Осад | | 017 | 003 | | 058 | | | | | | | |
| | 06-3 Деф | 046 | 020 | 048 | 074 | 049 | 069 | 080 | 072 | 093 | 120 | | |
| | 07-1 Тем | 212 | 154 | 128 | 130 | 125 | 127 | 139 | 151 | 141 | 159 | | |
| | 07-1 Сиян | 060 | 037 | 078 | 143 | 007 | 048 | 133 | 142 | 040 | 105 | | |
| | 07-1 Осад | | 045 | 013 | 005 | 066 | 000 | | | 057 | 000 | | |
| | 07-1 Деф | 086 | 030 | 045 | 060 | 035 | 029 | 066 | 095 | 034 | 064 | | |
| | 07-2 Тем | 161 | 198 | 208 | 174 | 171 | 172 | 174 | 192 | 200 | 201 | | |
| | 07-2 Сиян | 019 | 012 | 086 | 110 | 144 | 095 | 130 | 151 | 139 | 116 | | |
| | 07-2 Осад | 004 | 138 | 072 | | | 035 | 028 | | | | | |
| | 07-2 Деф | 044 | 034 | 054 | 082 | 074 | 051 | 055 | 081 | 094 | 085 | | |
| | 07-3 Тем | 141 | 143 | 147 | 177 | 201 | 190 | 109 | 092 | 129 | 138 | 156 | |
| | 07-3 Сиян | 055 | 134 | 000 | 152 | 111 | 062 | 000 | 000 | 092 | 145 | 041 | |
| | 07-3 Осад | | | 080 | 035 | | 022 | 125 | 158 | | | 037 | |
| | 07-3 Деф | 067 | 072 | 043 | 079 | 107 | 057 | 006 | 011 | 056 | 065 | 037 | |
| | 08-1 Тем | 126 | 133 | 161 | 184 | 174 | 144 | 168 | 197 | 141 | 131 | | |
| | 08-1 Сиян | 064 | 133 | 045 | 119 | 069 | 082 | 040 | 063 | 039 | 088 | | |
| | 08-1 Осад | 000 | | | 029 | | 050 | 039 | 004 | 012 | | | |
| | 08-1 Деф | 043 | 069 | 068 | 062 | 047 | 067 | 047 | 043 | 037 | 044 | | |
| | 08-2 Тем | 129 | 126 | 163 | 166 | 137 | 095 | 140 | 160 | 128 | 152 | | |
| | 08-2 Сиян | 051 | 071 | 058 | 008 | 023 | 002 | 092 | 120 | 031 | 122 | | |
| | 08-2 Осад | 105 | | | 003 | 010 | 009 | 016 | | 005 | | | |
| | 08-2 Деф | 040 | 060 | 079 | 048 | 030 | 020 | 031 | 064 | 038 | 092 | | |
| | 08-3 Тем | 126 | 130 | 132 | 145 | 170 | 127 | 096 | 091 | 108 | 110 | 101 | |
| | 08-3 Сиян | 035 | 034 | 118 | 010 | 079 | 071 | 002 | 027 | 067 | 000 | 051 | |
| | 08-3 Осад | 021 | 009 | 000 | 004 | 001 | | 050 | 014 | 003 | 029 | 040 | |

8. Также можно откорректировать данные в таблице Тсх-1:

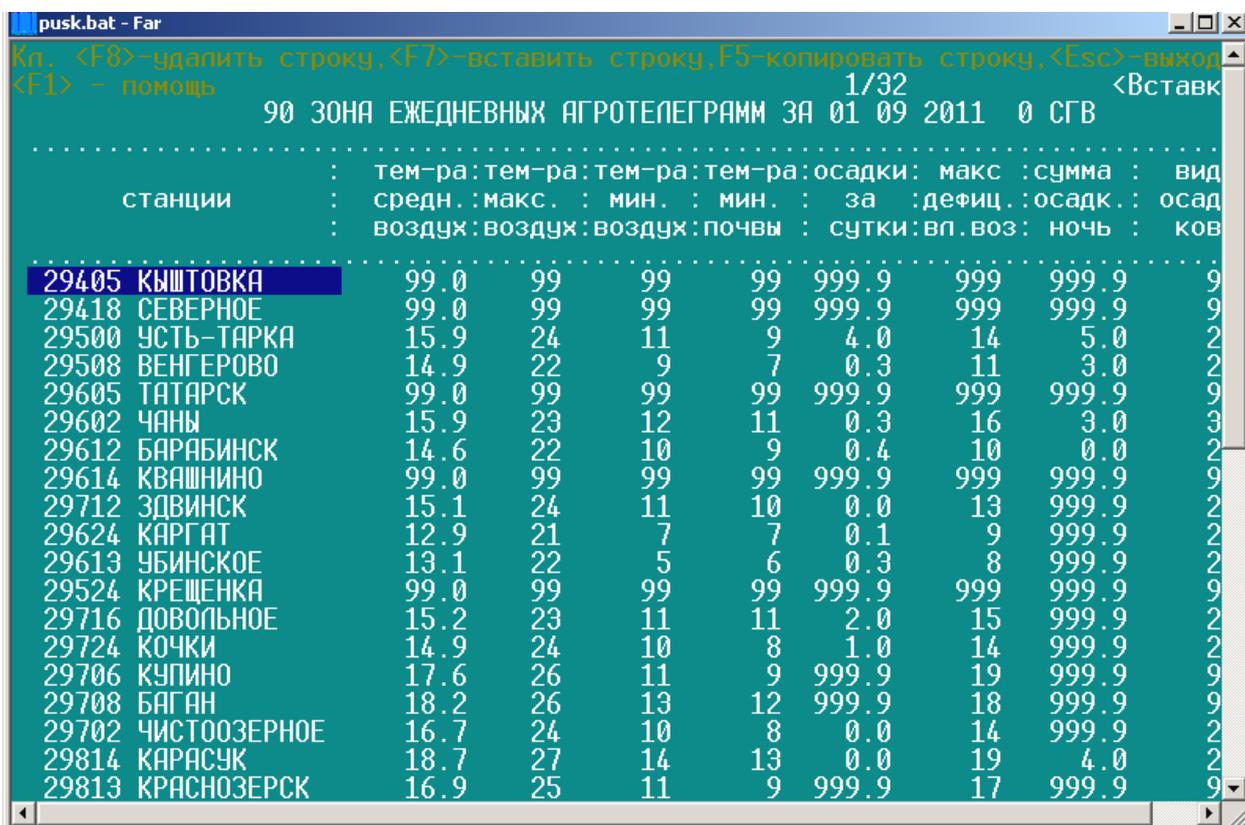
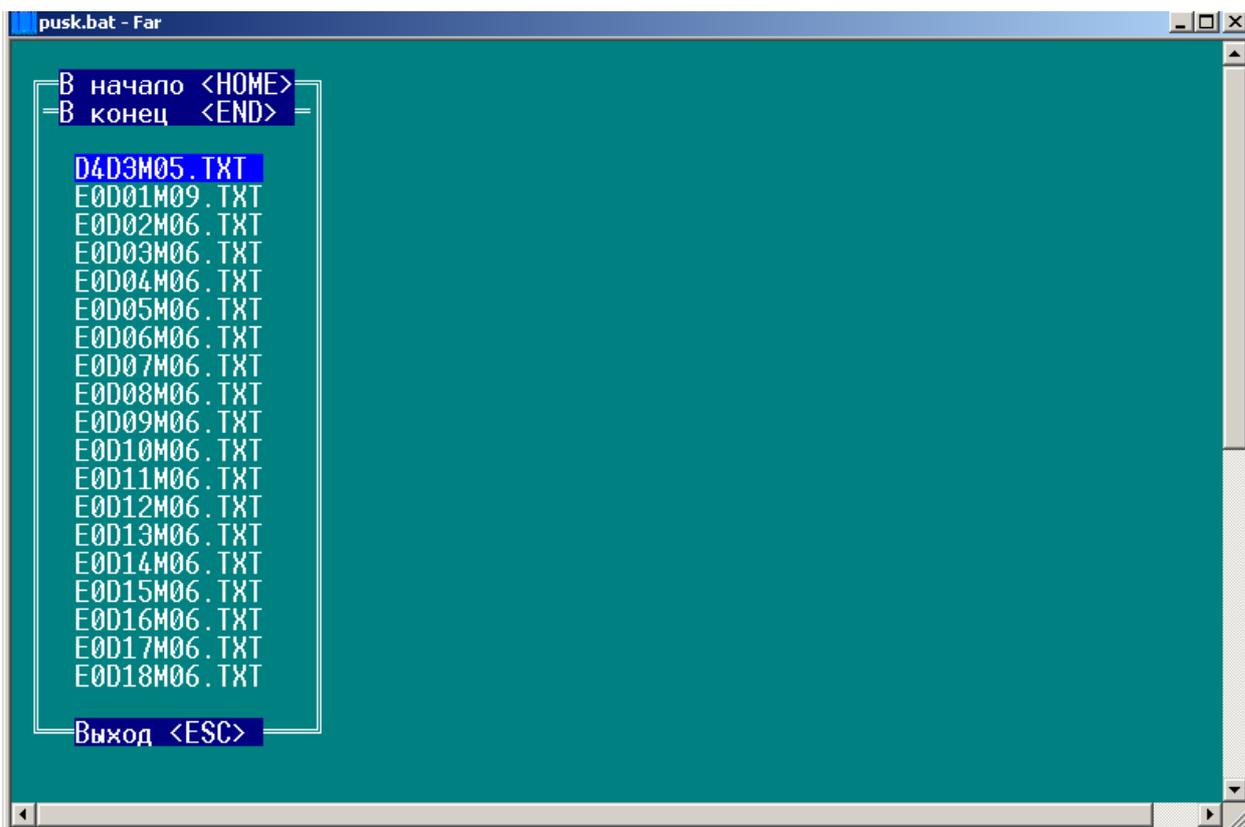
- 1) Температуру, дефицит, осадки, сияние:



2) Запасов влаги:



9. Также можно просмотреть или отредактировать данные “ежедневки”:



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

```

pusk.bat - Far
00
00
00
.5800E+02 .5000E+00 .5370E+02 .8500E+00 .5000E+00
.5000E+01 .0000E+00 .1018E+04 .0000E+00 .1500E+00
.8000E-01 .5350E+03 .2890E+00 .1000E+01 .2700E+02
.1500E+00 .2700E+02 .3300E+00 .3000E+00 .4000E+01
.6700E+00 .5400E-03 .2200E-01 .1000E+02 .5000E+02
.2500E+01 .1000E+01 .1500E+00 .3500E+01 .2960E+02
.0000E+00 .1498E+01 .4000E+00 .7450E+00 .3000E+00
.3000E+00 .3000E+00 .6500E+00 .4350E+00 .8700E-04
.1000E+01 .0000E+00 .1156E+01 .3000E+00 .9000E+02
.700 .340 1.000 .140 .200 .308 .000100.000650.000 1.000
1.000 1.000 .050 .120 1.5 300. 450. 700. .5 .025
.62 .152 .230 .647900. 650. 999.999 .0 .1 .0
.0 .010 .010 .010 .010
77.9
10
051
.40 .00 .91 .00
0009
72.0 55.7
00176177210203197181200212216210
10008145131076089066130118142081
10046 081014 118 033
10061079128109085053092087098085
10214215229207164164180212231220
10110144149152156163143139162067
10008001 087
10093099132116109109122126155107
10180106102129140144157160179198
10000005084150043010098087086102
10 017003 058
10046020048074049069080072093120
10212154128130125127139151141159
10060037078143007048133142040105
10 045013005066000 057000
10086030045060035029066095034064
10161198208174171172174192200201
10019012086110144095130151139116
10004138072 035028
10044034054082074051055081094085
11141143147177201190109092129138156
1105513400015211106200000092145041
2011 Тем06/1 21.1
2011 Сия06/1 21.1
2011 Ос 06/1 21.1
2011 Дек06/1 21.1
2011 Тем06/2 18.1
2011 Сия06/2 18.1
2011 Ос 06/2 18.1
2011 Дек06/2 18.1
2011 Тем07/1 18.1
2011 Сия07/1 18.1
2011 Ос 07/1 18.1
2011 Дек07/1 18.1
2011 Тем07/2 18.1
2011 Сия07/2 18.1
2011 Ос 07/2 18.1
2011 Дек07/2 18.1
Урожайность
Коп. станций
Болотное 1
Выход <Esc>; Выход с сохранением кп.<F2> или <Ctrl+W>
Установлен режим замещения <Insert>

```

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

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

Образ экрана при расчете оценки:

```

pusk.bat - Far
FI= 53.70      T0= 58.00      AL0= .850      KS= .50
T0B= 5.000    WK= 1018.0
W01= .0
A2= .30      BS= .15      BR= .08      WR= 535.00
R0S= .289    TR= 27.00    RR= .500
R0R= 1.000    B2= .000087  RMES= .30    RC= 4.00
B1= .435     C= .330      Z0= 10.00    ZR= 50.00
T0P= 27.00   AL= .022     FS= 3.50     K0= 29.60
EP= .670     A= .15      ZP= .000
C02= .54E-03  KC1= .400    LR= .300     KR= .650KH= 1.000
QR= 2.50     LS= .300
RMIN= 1.00   DT3= .000
DT3= .000    KC0= 1.498
KC0= 1.498  LL= .300

A1
.700000E+00 .340000E+00 .100000E+01 .140000E+00 .200000E+00 .308000E+00 .000000
E+00 .100000E+03 .650000E+03
G1
.100000E+01 .100000E+01 .100000E+01 .500000E-01 .120000E+00 .150000E+01 .300000
E+03 .450000E+03 .700000E+03
L1
.500000E+00 .250000E-01 .620000E+00 .152000E+00 .230000E+00 .647000E+00 .900000
E+03 .650000E+03 .999999E+03

D1
.000000E+00 .100000E+00 .000000E+00 .000000E+00
R0
.100000E-01 .100000E-01 .100000E-01 .100000E-01
*****
ОЖИДАЕМАЯ СРЕДНЯЯ УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНОВЫХ И ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР ПО ТЕРРИТОРИИ
НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ - 14.7 ц/га.
ОЦЕНКА КОМПЛЕКСА СЛОЖИВШИХСЯ АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ
УРОЖАЯ ЗЕРНОВЫХ И ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР В СРАВНЕНИИ С ПРОШЛЫМ ГОДОМ - 96.7 %
*****
Для продолжения нажмите любую клавишу или щелкните левой клавишей мыши

```

Образ экрана при расчете прогноза:

```

pusk.bat - Far
W50= 21.5
W100= 82.0
93 15.2
20.00 41.00 87.00 157.00
69.0 69.0 68.0 61.0 57.0 56.0 53.0 53.0 50.0 51.0 51.0
12.0 14.0 14.0 16.0 16.0 16.0 14.0 13.0 14.0 13.0 13.0
33.0 33.0 26.0 27.0 27.0 28.0 29.0 27.0 28.0 26.0 26.0
20.0 21.0 15.3 15.3 15.3 14.0 14.0 14.0 14.0 14.0
13.1 15.1 18.1 22.4 24.8 26.9 26.2 26.4 26.7 26.7 27.0 3.0 18.6 6.4 15.4
651.50 2.39 .74 .01 36.70 4.46 21.99
W10= 1.1
W20= 2.3
W50= 21.6
W100= 84.5
93 14.8
15.0
MP2
.250 .000 .570 .000
7.00 17.00 40.00 98.00
52.0 44.0 42.0 44.0 46.0 39.0 40.0 41.0 43.0 43.0 43.0
5.0 7.0 7.0 7.0 7.0 4.0 4.0 4.0 4.0 4.0 4.0
23.0 25.0 23.0 20.0 18.0 19.0 18.0 17.0 18.0 16.0 16.0
7.0 10.0 7.7 7.7 7.7 11.6 11.6 11.6 11.6 11.6 11.6
7.9 13.7 13.8 15.3 16.8 13.4 14.1 14.6 15.4 15.5 15.6 .4 6.4 2.3 11.7
726.40 1.01 .69 .05 77.40 3.01 9.73
W10= 2.9
W20= 9.6
W50= 34.5
W100= 87.4
93 8.0
7.00 17.00 40.00 98.00
57.0 52.0 51.0 52.0 52.0 55.0 48.0 46.0 45.0 47.0 47.0
8.0 9.0 10.0 12.0 12.0 11.0 11.0 12.0 12.0 11.0 11.0
31.0 30.0 31.0 29.0 30.0 29.0 29.0 29.0 29.0 30.0 30.0
7.0 10.0 7.7 7.7 7.7 11.6 11.6 11.6 11.6 11.6 11.6
11.0 16.7 17.0 19.9 21.4 22.4 21.3 22.3 22.6 22.8 22.6 .4 6.3 2.2 11.8
726.40 1.01 .68 .05 77.40 3.04 9.88
W10= 3.0
W20= 10.7
W50= 35.0
W100= 89.5
93 8.0
8.0
*****
ОЖИДАЕМАЯ СРЕДНЯЯ УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНОВЫХ И ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР ПО ТЕРРИТОРИИ
НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ - 14.7 ц/га.
*****
Для продолжения нажмите любую клавишу или щелкните левой клавишей мыши

```

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Получены удовлетворительные результаты адаптации динамико-статистической модели формирования урожая зерновых и зернобобовых культур для расчета средней урожайности по территории Новосибирской области. Оценки согласования рассчитанных на модели и фактических характеристик продуктивности позволили апробировать ее на возможность использования в качестве средства агрометеорологического обеспечения производства данной группы культур на рассматриваемой территории.

Достигнутая степень автоматизации технологии расчетов, позволяет предложить для оперативных испытаний:

- расчет количественной оценки комплекса сложившихся агрометеорологических условий формирования урожая зерновых и зернобобовых культур на конец каждой декады вегетационного периода, относительно условий прошлого года;

- ансамбль методических прогнозов урожайности по всем категориям хозяйств по вариантам будущей погоды "N2" - "прошлый год" и "N3" –
– "год-аналог" на июль (для предварительного) и на август (для основного) с учетом автоматически вводимых поправок на условия уборки.

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

- программу автоматизированного сбора информации из электронной версии таблиц ТСХ-1 и ежедневных и декадных агрометеорологических телеграмм, поступающих в ГИС МЕТЕО по опорным станциям;
- программы расчета оценки сложившихся условий формирования урожая относительно условий прошлого года и прогноза урожайности;
- каталог фрагментов метеорологических блоков рабочих наборов данных за 1971-2011 годы, содержащие ежегодные среднесуточные метеорологические данные опорных станций за 21.06 - 31.08 в электронном виде);
- инструкцию по эксплуатации программного комплекса.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Сиротенко О.Д. Математическое моделирование водно-теплового режима и продуктивности агроэкосистем.- Л.:Гидрометеиздат,1981. -167с.
2. Набока В.В. О развитии в ГУ «СибНИГМИ» прикладного динамико-статистического моделирования для агрометеорологического обеспечения земледелия Урало-Сибирского региона. //Труды СибНИГМИ.Вып.106.С.112-129.
3. 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. С.115-130.
4. 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,стр. 43-61.
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. Решение участников Международной научно-практической конференции «Агрометеорологическое обеспечение устойчивого развития сельского хозяйства в условиях глобального изменения климата».(ГУ «ВНИИСХМ», Росгидромет, г.Обнинск, 9-13 октября 2006г.)//Труды ВНИИСХМ.2006.Вып.36.С437-440.
7. Агрометеорологический ежегодник. Вып.20, за 1971-2009 гг. Новосибирск 1972-2010гг.
8. 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 | 5 |
| 1.1 Методологические основы расчета комплексной количественной оценки агрометеорологических условий формирования урожая зерновых и зернобобовых культур..... | 8 |
| 1.2 Методологические основы прогноза урожайности зерновых и зернобобовых культур..... | 9 |
| 2 Адаптация модели для расчета средней урожайности зерновых и Зернобобовых культур по территории Новосибирской области | 11 |
| 3 Апробация методов..... | 15 |
| 3.1 Апробация метода оценки сложившихся агрометеорологических условий формирования урожая зерновых и зернобобовых культур | 15 |
| 3.2 Апробация методов прогноза урожайности зерновых и зернобобовых культур | 18 |
| 4. Методика выполнения расчетов | 24 |
| 5. Инструкция по работе с программным комплексом..... | 25 |
| Заключение..... | 37 |
| Список использованных источников..... | 38 |

Список исполнителей

Ответственный исполнитель
канд. с.-х. наук

 Т.В.Старостина

Исполнитель

 В.В.Набока

Исполнитель

 Т.М.Пахомова

Исполнитель

 Н. Пономарева

Нормоконтролер

 Т.П.Панькова