

Охрана окружающей среды и природопользование  
Гидрометеорологическая деятельность

**ПРАВИЛА СОСТАВЛЕНИЯ И ОЦЕНКИ АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ  
ПРОГНОЗОВ**

Ахова навакольнага асяроддзя і прыродакарыстанне  
Гідраметэаралагічная дзейнасць

**ПРАВИЛЫ САСТАЎЛЕННЯ І АЦЭНКІ АГРАМЕТЭАРАЛАГІЧНЫХ  
ПРАГНОЗАЎ**

*Издание официальное*



Минприроды  
Минск

**Ключевые слова:** агрометеорологический прогноз, сельскохозяйственная культура, оценка, оправдываемость, перезимовка, фаза развития, продуктивная влага

### Предисловие

Цели, основные принципы, положения по государственному регулированию и управлению в области технического нормирования и стандартизации установлены Законом Республики Беларусь «О техническом нормировании и стандартизации».

Цели, основные принципы, положения по государственному регулированию и управлению техническим нормированием и стандартизацией в области охраны окружающей среды установлены Законом Республики Беларусь «Об охране окружающей среды».

1 РАЗРАБОТАН Государственным учреждением «Республиканский гидрометеорологический центр»

ВНЕСЕН Департаментом по гидрометеорологии Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь

2 УТВЕРЖДЕН и ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 18.10.2010 г. № 9-Т

3 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ (с отменой Руководства по агрометеорологическим прогнозам. Том 1, Том 2, Л.: Гидрометеоиздат, 1984; Инструкции по оценке оправдываемости агрометеорологических прогнозов. М.: Гидрометеоиздат, 1983; Методических указаний по составлению прогнозов урожайности и валового сбора всех зерновых и зернобобовых культур, а также основных сельскохозяйственных культур в Прибалтике, Белоруссии и европейской части РСФСР. Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 1987; Методических указаний «Прогнозирование урожайности и валового сбора зерновых и зернобобовых культур по областям и Республике Беларусь», Обнинск, ВНИИСХМ, 2008).

Настоящий технический кодекс не может быть воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь

## Содержание

1	Область применения.....	1
2	Нормативные ссылки .....	1
3	Термины и определения .....	2
4	Правила составления агрометеорологических прогнозов .....	3
4.1	Общие положения .....	3
4.2	Фенологические прогнозы .....	4
4.3	Прогнозы урожайности и валового сбора продукции сельскохозяйственных культур .....	10
4.4	Прогноз оптимальных сроков сева озимых зерновых культур .....	19
4.5	Прогноз запасов продуктивной влаги в почве к началу вегетационного периода .....	20
4.6	Прогноз перезимовки озимых зерновых культур и многолетних трав и их состояния к моменту возобновления вегетации весной .....	22
4.7	Прогноз оптимальных сроков начала полевых работ и сева ранних яровых зерновых культур.....	24
5	Правила оценки агрометеорологических прогнозов .....	26
5.1	Общие положения.....	26
5.2	Оценка прогнозов урожайности и валового сбора продукции сельскохозяйственных культур, запасов продуктивной влаги в почве к началу вегетационного периода, состояния озимых зерновых культур ко времени прекращения вегетации осенью, перезимовки озимых зерновых культур и многолетних трав и их состояния к моменту возобновления вегетации весной, оптимальных сроков сева озимых культур .....	26
5.3	Оценка прогнозов сроков наступления основных фаз развития сельскохозяйственных культур (фенологические прогнозы), оптимальных сроков начала полевых работ и сева ранних яровых зерновых культур .....	27
5.4	Оценка агрометеорологических прогнозов по территории области и по территории страны .....	28
	Библиография .....	30

Текст для ознакомлення

---

**ТЕХНИЧЕСКИЙ КОДЕКС УСТАНОВИВШЕЙСЯ ПРАКТИКИ**

---

**Охрана окружающей среды и природопользование  
Гидрометеорологическая деятельность  
ПРАВИЛА СОСТАВЛЕНИЯ И ОЦЕНКИ АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ  
ПРОГНОЗОВ****Ахова навакольнага асяроддзя і прыродакарыстанне  
Гідраметэаралагічная дзейнасць  
ПРАВИЛЫ САСТАЎЛЕННЯ І АЦЭНКІ АГРАМЕТЭАРАЛАГІЧНЫХ ПРАГНОЗАЎ**

Environmental Protection and Nature Use  
Hydrometeorological activity  
Rules for the compilation and estimate of agrometeorological forecasts

---

**Дата введения 2011-01-01****1 Область применения**

Настоящий технический кодекс установившейся практики (далее – ТКП) устанавливает:

- правила и сроки составления агрометеорологических прогнозов и их уточнений;
- правила оценки агрометеорологических прогнозов по месту нахождения пункта агрометеорологических наблюдений и по территории (область, страна).

Настоящий технический кодекс предназначен для организаций (их обособленных структурных подразделений), в функции которых входит составление агрометеорологических прогнозов.

**2 Нормативные ссылки**

В настоящем ТКП использованы ссылки на следующие технические нормативные правовые акты в области технического нормирования и стандартизации (далее – ТНПА):

ТКП 17.10-03-2007 (02120) Охрана окружающей среды и природопользование. Гидрометеорология. Правила проведения агрометеорологических наблюдений и работ на станциях и постах

ТКП 17.10-04-2007 (02120) Охрана окружающей среды и природопользование. Гидрометеорология. Правила проведения контроля и обработки наблюдений за фазами развития сельскохозяйственных культур

ТКП 17.10-09-2008 (02120) Охрана окружающей среды и природопользование. Гидрометеорология. Правила организации агрометеорологических наблюдений и работ

ТКП 17.10-12-2009 (02120) Охрана окружающей среды и природопользование. Гидрометеорология. Правила проведения приземных метеорологических наблюдений и работ на станциях

ГОСТ 17713-89 Сельскохозяйственная метеорология. Термины и определения.

Примечание – При пользовании настоящим ТКП целесообразно проверить действие ТНПА по каталогу, составленному по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году.

Если ссылочные ТНПА заменены (изменены), то при пользовании настоящим ТКП, следует руководствоваться замененными (измененными) ТНПА. Если ссылочные ТНПА отменены без замены, то положение, в котором была ссылка на них применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

### 3 Термины и определения

В настоящем ТКП применяют термины, установленные в ТКП 17.10-09, а также следующие термины и их определения:

**3.1 агрометеорологический прогноз:** Научно-обоснованное предположение о влиянии на состояние и продуктивность сельскохозяйственных культур ожидаемых агрометеорологических условий. (ГОСТ 17713-89).

**3.2 агрометеорологические факторы:** Совокупность агрометеорологических величин, определяющих состояние и продуктивность сельскохозяйственных культур. (ГОСТ 17713-89).

**3.3 агрометеорологическая величина:** Величина, количественно характеризующая состояние среды обитания сельскохозяйственных культур (температура воздуха и почвы, запасы продуктивной влаги в слое почвы т. д.).

**3.4 агрометеорологическая характеристика:** Описание состояния сельскохозяйственной культуры в посеве, динамики прохождения фаз развития растений, увлажнения почвы в конкретных временных границах, основанное на бесприборном их определении.

**3.5 биологический минимум температуры:** Нижний уровень температуры, при котором происходит начало жизнедеятельности и активное развитие растений в той или иной фазе.

**3.6 валовой сбор сельскохозяйственных культур:** Объем произведенной (реально собранной, амбарной) продукции на всей площади посева различных сельскохозяйственных культур.

**3.7 вегетационный период:** Период (часть) года, в течение которого происходит жизнедеятельность растений.

**3.8 действительно возможный урожай; ДВУ:** Максимально возможный урожай сельскохозяйственной культуры или ее сорта в существующих метеорологических и почвенных условиях.

**3.9 динамико-статистические модели:** Математические модели, которые формулируют причинно-следственные связи во времени и математически описывают зависимость между сельскохозяйственными объектами, окружающей средой и агрометеорологическими условиями.

**3.10 заблаговременность агрометеорологического прогноза:** Промежуток времени (в днях, месяцах) между составлением агрометеорологического прогноза и началом (или концом) прогнозируемых агрометеорологических явлений, характеристик и величин.

**3.11 межфазный период:** Отрезок времени между двумя фазами развития растений.

**3.12 оправдываемость агрометеорологических прогнозов:** Степень соответствия прогнозируемых агрометеорологических явлений, агрометеорологических характеристик и величин, урожайности сельскохозяйственных культур фактически наблюдавшимся агрометеорологическим явлениям, агрометеорологическим характеристикам и величинам, фактической величине урожайности сельскохозяйственных культур.

**3.13 оценка агрометеорологических прогнозов:** Установление количественных характеристик связи между соответствующими агрометеорологическими прогнозами и данными агрометеорологических наблюдений.

**3.14 продуктивность сельскохозяйственных культур:** Урожайность, продуцируемая сельскохозяйственным посевом под влиянием сложившихся агрометеорологических условий в течение вегетационного периода.

**3.15 продукционный процесс растений:** Гармоничная совокупность отдельных взаимосвязанных процессов, из которых фундаментальными являются фотосинтез, дыхание и рост, в ходе которых происходит формирование урожая.

**3.16 сельскохозяйственные культуры:** Выращиваемые человеком виды растений

для получения и производства основных видов продовольствия и сырья.

**3.17 синоптико-статистическая модель:** Математическая модель, основанная на исследовании особенностей циркуляции атмосферы в различные периоды календарного года (по картам барической топографии в масштабе полушария) и установлении количественных связей между характеристиками циркуляционного режима и продуктивностью сельскохозяйственных культур.

**3.18 сумма активных температур:** Показатель, пропорциональный количеству тепла и выражающийся суммой значений средних суточных температур воздуха или почвы, превышающих значение биологического минимума температуры, установленного для определенного периода развития растений. (ГОСТ 17713-89).

**3.19 сумма эффективных температур:** Показатель, пропорциональный количеству тепла и выражающийся суммой значений средних суточных температур воздуха или почвы, уменьшенных на величину биологического минимума температуры, установленного для определенного периода развития растений. (ГОСТ 17713-89).

## 4 Правила составления агрометеорологических прогнозов

### 4.1 Общие положения

**4.1.1** Агрометеорологические прогнозы подразделяются на следующие виды:

- прогнозы сроков наступления основных фаз развития сельскохозяйственных культур (далее - фенологические прогнозы);
- прогнозы урожайности и валового сбора продукции сельскохозяйственных культур;
- прогнозы сроков сева и состояния сельскохозяйственных культур;
- прогнозы запасов продуктивной влаги в почве.

**4.1.2** Агрометеорологические прогнозы в зависимости от их вида составляются для территорий областей, сельскохозяйственных зон страны и по стране в целом, а также могут быть составлены для территорий административных районов.

**4.1.3** Для составления агрометеорологических прогнозов используются первичные метеорологические данные, полученные в результате приземных метеорологических наблюдений и первичные агрометеорологические данные, полученные в результате агрометеорологических наблюдений на сети гидрометеорологических наблюдений, согласно ТКП 17.10-03, ТКП 17.10-04, ТКП 17.10-09, ТКП 17.10-12.

**4.1.4** Расчетные методы агрометеорологических прогнозов реализованы на персональных компьютерах. Компьютеризированная технология составления агрометеорологических прогнозов совмещена с автоматизированной системой, поставляющей исходную информацию, хранимую в базах данных (суточная и декадная метеорологическая и агрометеорологическая информация, информация с начала вегетационного периода текущего года и за прошлый год, справочная информация).

**4.1.5** Для составления и оценки агрометеорологических прогнозов используются сводные статистические данные Национального статистического комитета Республики Беларусь о размерах посевных площадей, размерах гибели сельскохозяйственных культур, о валовых сборах и урожайности продукции сельскохозяйственных культур.

**4.1.6** Заблаговременность агрометеорологических прогнозов составляет от 20 – 30 дней до трех месяцев.

**4.1.7** При возникновении аномальных или опасных для сельскохозяйственных культур гидрометеорологических явлений проводится уточнение агрометеорологических прогнозов.

**4.1.8** Агрометеорологические прогнозы предоставляются потребителям в виде докладов с табличным и графическим сопровождением.

## 4.2 Фенологические прогнозы

### 4.2.1 Общие требования

Фенологические прогнозы рассчитываются по месту нахождения пунктов агрометеорологических наблюдений и составляются для территорий областей, сельскохозяйственных зон, а также могут быть составлены для территорий административных районов.

Для расчета сроков наступления фаз развития сельскохозяйственных культур используются сведения о температурном режиме и фазах развития сельскохозяйственных культур на пунктах агрометеорологических наблюдений сети гидрометеорологических наблюдений.

Методика составления фенологических прогнозов основана на зависимости темпов развития растений от температуры воздуха. Чем выше (до определенного предела) температура воздуха, тем быстрее происходит образование новых органов или наступление новых фаз развития растений.

Для каждого вида сельскохозяйственных культур существует нижний уровень температуры воздуха (биологический минимум), при котором начинается их развитие. Для многих сельскохозяйственных культур за биологический минимум температуры принята температура воздуха равная плюс 5 °С. Для поздних яровых сельскохозяйственных культур биологический минимум температуры воздуха составляет плюс 10 °С, для теплолюбивых культур – плюс 15 °С.

В основе расчета ожидаемых дат наступления фаз развития сельскохозяйственных культур лежит зависимость между скоростью развития этих культур и эффективной температурой воздуха. Продолжительность периодов между фазами развития сельскохозяйственных культур следует определять по сумме эффективных температур, необходимой для прохождения этими культурами каждого из этих периодов.

Связь продолжительности межфазного периода с температурой воздуха выражается формулой

$$n = \frac{A}{t - B}, \quad (1)$$

где  $n$  – продолжительность межфазного периода;

$A$  – сумма эффективных температур необходимая для наступления ожидаемой фазы развития сельскохозяйственной культуры, °С;

$t$  – ожидаемая средняя температура воздуха за межфазный период, °С;

$B$  – биологический минимум температуры воздуха для развития сельскохозяйственной культуры, °С.

Ожидаемая дата наступления фазы развития сельскохозяйственной культуры умеренного климата, у которой биологический минимум температуры воздуха равен плюс 5 °С, определяется по формуле

$$D = D_1 + \frac{A}{t - 5}, \quad (2)$$

где  $D$  – ожидаемая дата наступления фазы развития сельскохозяйственной культуры;

$D_1$  – дата наступления предшествующей фазы развития сельскохозяйственной культуры;

$A$  – сумма эффективных температур, необходимая для наступления ожидаемой фазы развития сельскохозяйственной культуры, °С;

$t$  – ожидаемая средняя температура воздуха за межфазный период, °С.



Если определение даты наступления какой-либо фазы развития сельскохозяйственной культуры производится некоторое время спустя после наступления предшествующей фазы развития сельскохозяйственной культуры, то при расчетах следует принимать во внимание накопившуюся за этот отрезок времени сумму эффективных температур. В этом случае расчет ожидаемой даты наступления последующей фазы развития сельскохозяйственной культуры производится по формуле

$$D = D_2 + \frac{A - \sum t}{t - 5}, \quad (3)$$

где  $D$  – ожидаемая дата наступления фазы развития сельскохозяйственной культуры;

$D_2$  – дата, от которой ведется расчет;

$\sum t$  – сумма эффективных температур, накопившаяся за время от даты наступления предшествующей фазы развития сельскохозяйственной культуры до  $D_2$ , °С;

$A$  – сумма эффективных температур за весь межфазный период, °С;

$t$  – ожидаемая средняя температура воздуха за межфазный период, °С.

Расчеты ожидаемых сроков наступления фаз развития сельскохозяйственных культур проводятся также путем суммирования эффективных температур с использованием средней декадной температуры воздуха. При этом до даты составления прогноза берется фактическая температура воздуха, в дальнейшем – среднедекадная температура воздуха с учетом прогноза ее аномалии. Датой наступления фазы развития сельскохозяйственной культуры считается следующий день после накопления необходимой суммы эффективных температур.

Расчеты сроков наступления фаз развития сельскохозяйственных культур по суммам эффективных температур проводятся при отсутствии длительных периодов (несколько декад подряд) с критическим содержанием влаги в почве и очень высокими температурами воздуха, значительно превышающими оптимальные.

#### 4.2.2 Прогноз сроков наступления основных фаз развития и созревания зерновых культур

Прогнозы сроков наступления основных фаз развития озимых и яровых зерновых культур в начальный период развития, включая «кущение» составляются с учетом сведений о площадях, засеянных на определенные даты по области (району). Для расчетов сроков появления всходов и кущения зерновых культур с применением сумм эффективных температур очень важно наличие достаточной влажности почвы.

В период репродуктивного развития (после выхода в трубку) расчеты сроков наступления фаз развития зерновых культур проводятся для основных массивов зерновых культур, при очень растянутых сроках сева возможна детализация для самых ранних и самых поздних посевов.

Суммы эффективных температур, необходимые для наступления фаз развития зерновых культур, приведены в таблицах 1, 2.

**Таблица 1 – Суммы эффективных температур выше плюс 5 °С, необходимые для наступления фаз развития зерновых культур**

Межфазный период	Сумма эффективных температур, °С						
	озимая пшеница	озимая рожь	яровая пшеница	яровой ячмень	овес	просо	гречиха
Посев – всходы	67	52	67	67	67	150	75
Всходы – кущение	67	67	67	67	67		

## Окончание таблицы 1

Межфазный период	Сумма эффективных температур, °С						
	озимая пшеница	озимая рожь	яровая пшеница	яровой ячмень	овес	просо	гречиха
Всходы – выметывание метелки						600	
Всходы – начало цветения							275
Выход в трубку – колошение (выметывание)	330	183	283 - 305(р) 330 - 355(с) 375 - 400(п)	330	378		
Колошение – молочная спелость	230	319	230				
Молочная спелость – восковая спелость	260	225	260(м) 310(т)				
Колошение (выметывание овса, цветение гречихи) – восковая спелость	490	544	490(м)	388	428		470
Выметывание метелки – полная спелость						440	
Примечание – (р), (с), (п), (м), (т) – яровая пшеница, соответственно раннеспелая, среднеспелая, позднеспелая, мягкая, твердая.							

**Таблица 2 – Суммы эффективных температур выше плюс 10 °С, необходимые для наступления фаз развития кукурузы**

Сорт	Межфазный период	Сумма эффективных температур, °С
Раннеспелый Среднеспелый Позднеспелый	Всходы – выметывание метелки	320 - 410 400 - 510 520 - 660
Раннеспелый Среднеспелый Среднепоздний	Посев – молочно-восковая спелость	720 - 770 820 - 870 880 - 930
Раннеспелый Среднеспелый Среднепоздний	Посев – восковая спелость	770 - 820 870 - 920 970 - 1020

Наибольшее значение имеет прогноз сроков созревания зерновых культур – наступление восковой и полной спелости зерна. Прогноз сроков созревания зерновых культур до восковой спелости составляется при наступлении фазы колошения

(выметывания) на основных массивах зерновых культур. Расчеты проводятся по первичным метеорологическим и агрометеорологическим данным, полученным в структурных подразделениях осуществляющих наблюдения за развитием данных сельскохозяйственных культур. От колошения (выметывания) до даты составления прогноза суммы эффективных температур рассчитываются по фактической средней суточной температуре воздуха. В дальнейшем температура воздуха берется по средним многолетним данным с учетом прогноза температуры воздуха.

Дата наступления полной спелости зерновых культур является показателем начала прямого комбайнирования или обмолота высохших валков. Скорость перехода от восковой спелости к полной спелости находится в тесной зависимости от влажности воздуха. Чем выше дефицит влажности в период высыхания хлебов, тем меньше продолжительность этого периода. Поэтому для прогноза ожидаемой даты наступления полной спелости необходимо знать дефицит влажности воздуха.

Ожидаемая дата наступления полной спелости или начала прямого комбайнирования зерновых культур определяется по формуле

$$D = D_1 + \frac{100}{a}, \quad (4)$$

где  $D$  – дата полной спелости зерновых культур,  
 $D_1$  – дата восковой спелости зерновых культур,  
 $a$  – средняя скорость высыхания зерна (определяется по таблице 3).

**Таблица 3 – Скорость высыхания зерна**

Средний суточный дефицит влажности воздуха, гПа	Скорость высыхания, % за сут		Продолжительность периода, сут	
	в стеблестое	в валках	в стеблестое	в валках
2	4,8	5,5	20,6	18,0
4	7,0	7,4	14,5	13,5
6	8,4	11,3	11,8	8,8
8	9,8	15,1	10,2	6,6
10	11,0	18,8	9,1	5,3
12	12,0	20,8	8,3	4,8
14	13,0	25,0	7,7	4,0
16	14,0	26,3	7,2	3,8
18	14,6	29,0	6,8	3,3
20	15,6	30,3	6,4	3,0

По значениям дефицита влажности воздуха, полученным экспериментальным путем с учетом прогноза погоды, определяют степень высыхания массы посевов (в процентах) за каждый день и путем суммирования ее устанавливают дату наступления полной спелости зерна в стеблестое или в валках. Полная спелость зерна наступает в последний день периода, когда по расчетам в сумме за период степень его высыхания составит сто процентов.

После расчета ожидаемых сроков наступления фаз развития зерновых культур с учетом особенностей агрометеорологических условий текущего года рассчитанные даты сравниваются со средними многолетними датами и (или) прошлогодними датами наступления данных фаз развития, указывается, на сколько дней развитие зерновых культур в текущем году будет идти быстрее или медленнее.

В тексте прогноза сроков созревания зерновых культур дается также анализ условий их развития в течение вегетационного периода и указываются ожидаемые сроки созревания.

### **4.2.3 Прогноз состояния озимых зерновых культур ко времени прекращения вегетации**

Прогноз состояния озимых зерновых культур ко времени прекращения вегетации в зависимости от темпов сева рассчитывается в конце сентября или в начале октября.

Прогноз состояния озимых зерновых культур ко времени прекращения вегетации составляется для территорий областей, а также может быть составлен для территорий административных районов. Для расчета прогноза используются статистические данные о темпах сева озимых зерновых культур осенью в области (районе).

За дату прекращения вегетации озимых зерновых культур принимается средняя многолетняя дата перехода средней суточной температуры воздуха через плюс 5 °С в сторону понижения. До момента составления прогноза расчеты проводятся по фактическим значениям температуры воздуха, за период от момента составления прогноза до конца вегетации – по средней многолетней величине температуры воздуха, скорректированной с учетом долгосрочного прогноза погоды.

От каждого срока сева озимых зерновых культур, на которые известны засеянные площади в процентах по области (району), с 25 августа по 30 сентября (пентадно) необходимо рассчитать суммы эффективных температур до конца вегетации.

В условиях хорошего увлажнения верхнего слоя почвы для появления всходов озимой ржи необходимая сумма эффективных температур составляет 52 °С, для периода «посев – начало кущения» – 119 °С, для озимой пшеницы соответственно 67 °С и 134 °С. От посева до появления третьего побега кущения для озимых зерновых культур необходимая сумма эффективных температур составляет 200 °С, а до появления шестого побега кущения – 300 °С. Имея процент площадей, засеянных озимыми зерновыми культурами на разные даты, фактическую сумму эффективных температур на дату составления прогноза и ожидаемую сумму эффективных температур до прекращения вегетации, а также фазы развития озимых на момент составления прогноза путем суммирования эффективных температур определяется процент площадей с раскустившимися озимыми и процент площадей, на которых озимые закончат вегетацию не раскустившимися – в фазе всходов или 3-го листа.

В тексте прогноза характеризуются агрометеорологические условия в период сева, особенности условий осенней вегетации озимых зерновых культур, степень развития озимых зерновых культур ко времени прекращения вегетации по площадям. Указываются проценты площадей с раскустившимися и не раскустившимися или переросшими озимыми зерновыми культурами.

### **4.2.4 Прогноз сроков цветения плодовых культур**

Прогноз сроков цветения плодовых культур составляется в первой половине апреля.

За начало периода вегетации плодовых культур принят переход средней суточной температуры воздуха через плюс 5 °С (биологический минимум температуры) в сторону повышения. С этого момента начинается набухание почек и чем выше будет температура воздуха, тем быстрее пойдет развитие плодовых культур и наступит смена фенологических фаз. Одной из основных фаз в развитии плодовых культур является цветение. От метеорологических условий в этот период зависит сохранность плодовых элементов и будущий урожай.

Время наступления фазы цветения плодовых культур совпадает со временем накопления определенной суммы эффективных температур, необходимой для зацветания.

Видовые и сортовые особенности каждой плодовой культуры обуславливают различные требования растений к температурному режиму. Это выражается в различных суммах эффективных температур.

В прогнозе сроков цветения плодовых культур расчет сумм эффективных температур проводится от начала возобновления вегетации, то есть от устойчивого перехода среднесуточной температуры воздуха через плюс 5 °С. Для определения даты наступления фазы цветения плодовых культур необходимо последовательно суммировать значения средней суточной температуры воздуха, уменьшенной на значение биологического минимума температуры воздуха для плодовых культур (плюс 5 °С), до момента, когда накопится необходимая для их зацветания сумма эффективных температур.

Для различных плодовых культур от перехода температуры воздуха через плюс 5 °С до начала цветения необходимые суммы эффективных температур показаны в таблице 4.

**Таблица 4 – Суммы эффективных температур выше плюс 5 °С, необходимые для зацветания плодовых культур от начала вегетации**

Плодовая культура	Сумма эффективных температур, °С
Абрикос	88 ± 10
Груша, слива	125 ± 10
Вишня	150 ± 10
Яблоня	185 ± 10
Яблоня (от начала цветения до окончания цветения большинства сортов)	125 ± 15

В период, предшествующий цветению, большое значение имеют осадки. В случае, когда количество осадков незначительно, сроки цветения не нарушаются, при выпадении большого количества осадков, цветение запаздывает на несколько дней.

Если в период, когда ведется подсчет сумм эффективных температур, наступило похолодание, а затем вновь потеплело, накопившуюся сумму эффективных температур прибавляют к той, которая накопилась до похолодания.

#### **4.2.5 Прогноз сроков колошения многолетних злаковых трав и образования соцветий бобовых трав**

Прогноз сроков колошения многолетних злаковых трав и образования соцветий бобовых трав составляется в первой декаде мая с заблаговременностью 20 – 30 дней.

Определение сроков колошения многолетних злаковых трав и образования соцветий бобовых трав имеет большое значение для сельского хозяйства, так как к ним приурочиваются наиболее рациональные сроки уборки трав. Травы, скошенные в фазе начала образования соцветий (бобовые – клевер, люцерна, эспарцет и другие) или в фазе колошения (злаковые – тимофеевка, овсяница, мятлик луговой, лисохвост и другие), дают наиболее ценные по качеству корма. Поздно скошенные травы теряют питательную ценность, плохо отрастают и не дают полноценных отав и повторных укосов.

Показателем потребности в тепле за период «возобновление вегетации – колошение» для злаковых трав и за период «возобновление вегетации – образование соцветий» для бобовых трав служат суммы эффективных температур при биологическом минимуме плюс 5 °С. Для разных видов трав эти суммы эффективных температур представлены в таблице 5.

**Таблица 5 – Суммы эффективных температур выше плюс 5°С, необходимые для колошения (образования соцветий, цветения) многолетних трав от начала вегетации**

Травы	Сумма эффективных температур, °С	
	до начала колошения (образования соцветий)	до цветения
Раннеспелые злаковые травы	280	350
Среднеспелые травы (клевер, люцерна, овсяница)	330	400
Позднеспелые злаковые травы	370	470

От даты возобновления вегетации до даты составления прогноза суммы эффективных температур подсчитываются по фактическим средним суточным значениям температуры воздуха, а затем по прогнозным значениям температуры воздуха. Подсчет производится до даты, пока не наберется сумма эффективных температур, необходимая для колошения у злаковых трав и появления соцветий у бобовых трав. Следующий день после накопления искомой суммы и будет ожидаемой датой начала уборки трав.

В тексте прогноза дается оценка состояния трав после перезимовки, сроки возобновления их вегетации по сравнению со средними многолетними и (или) прошлогодними, оценка сложившихся и ожидаемых условий роста трав, ожидаемые сроки начала колошения злаковых трав и образования соцветий бобовых трав (уборка). Ожидаемые сроки начала колошения и образования соцветий трав указываются в сравнении со средними многолетними и (или) прошлогодними сроками их наступления.

### **4.3 Прогнозы урожайности и валового сбора продукции сельскохозяйственных культур**

#### **4.3.1 Общие требования**

Прогнозы урожайности и валового сбора продукции сельскохозяйственных культур составляются по территориям областей и по территории страны в целом.

Прогнозы урожайности и валового сбора продукции рассчитываются по отдельным сельскохозяйственным культурам: озимая рожь, озимая пшеница, озимая тритикале, яровой ячмень, картофель, сахарная свекла, многолетние травы и по группам сельскохозяйственных культур: озимые зерновые культуры, зерновые и зернобобовые культуры.

Прогнозы урожайности и валового сбора продукции озимой ржи, озимой пшеницы, озимой тритикале, ярового ячменя, сахарной свеклы, многолетних трав, группы озимых зерновых культур и группы зерновых и зернобобовых культур составляются по категории хозяйств «сельскохозяйственные организации», урожайности и валового сбора продукции картофеля – по хозяйствам всех категорий: сельскохозяйственные организации, крестьянские (фермерские) хозяйства и хозяйства населения.

Урожайность и валовой сбор продукции озимой ржи, озимой пшеницы, озимой тритикале, ярового ячменя, группы озимых зерновых культур и группы зерновых и зернобобовых культур прогнозируются в весе после доработки зерна.

Прогнозируемая величина урожайности продукции отдельной сельскохозяйственной культуры (группы сельскохозяйственных культур) дается интервалом, величина интервала не должна превышать 20 % средней прогнозируемой величины. Прогнозируемая величина урожайности продукции отдельной сельскохозяйственной культуры (группы сельскохозяйственных культур) округляется до целых единиц (ц/га), а при ожидаемой урожайности продукции менее 5 ц/га – с точностью до 0,1 ц/га.

Прогнозируемая величина валового сбора продукции отдельной сельскохозяйственной культуры (группы сельскохозяйственных культур) дается

интервалом, не превышающим 10 % средней прогнозируемой величины. Прогнозируемая величина валового сбора продукции отдельной сельскохозяйственной культуры (группы сельскохозяйственных культур) округляется до целых единиц (млн. тонн), при ожидаемом валовом сборе продукции менее 15 млн. тонн – с точностью до 0,1 млн. тонн и при ожидаемом валовом сборе продукции менее 5 млн. тонн – с точностью до 0,01 млн. тонн.

Технология прогноза урожайности продукции озимой ржи, озимой пшеницы, озимой тритикале, ярового ячменя, картофеля, сахарной свеклы, многолетних трав, группы зерновых и зернобобовых культур по территориям областей предусматривает использование статистических уравнений и динамико-статистических моделей.

Прогноз урожайности группы озимых зерновых культур по территории области рассчитывается по формуле

$$Y = \frac{W}{S}, \quad (5)$$

где  $Y$  – ожидаемая урожайность продукции группы озимых зерновых культур, ц/га;

$W$  – ожидаемый валовой сбор продукции группы озимых зерновых культур, млн. т;

$S$  – посевная площадь под группой озимых зерновых культур на территории области, тыс.га.

Валовой сбор продукции отдельной сельскохозяйственной культуры (группы зерновых и зернобобовых культур) по территории области рассчитывается по формуле

$$W = Y \times S, \quad (6)$$

где  $W$  – ожидаемый валовой сбор продукции отдельной сельскохозяйственной культуры (группы зерновых и зернобобовых культур), млн. т;

$Y$  – ожидаемая урожайность продукции сельскохозяйственной культуры (группы зерновых и зернобобовых культур), ц/га;

$S$  – посевная площадь под сельскохозяйственной культурой (группой зерновых и зернобобовых культур) на территории области, тыс.га.

Валовой сбор продукции группы озимых зерновых культур по территории области рассчитывается путем суммирования валовых сборов продукции озимых зерновых культур, входящих в данную группу (рожь, пшеница, тритикале).

Валовой сбор продукции отдельной сельскохозяйственной культуры (группы сельскохозяйственных культур) в целом по территории страны рассчитывается путем суммирования валовых сборов продукции сельскохозяйственной культуры (группы сельскохозяйственных культур) по территориям областей.

Для составления долгосрочного (предварительного) прогноза валового сбора продукции группы зерновых и зернобобовых культур в целом по территории страны используется синоптико-статистическая модель.

Средняя урожайность продукции отдельной сельскохозяйственной культуры (группы сельскохозяйственных культур) по территории страны рассчитывается по формуле

$$Y = \frac{W}{S}, \quad (7)$$

где  $Y$  – ожидаемая урожайность продукции сельскохозяйственной культуры (группы сельскохозяйственных культур), ц/га;

$W$  – ожидаемый валовой сбор продукции сельскохозяйственной культуры (группы сельскохозяйственных культур), млн. т;

$S$  – посевная площадь под сельскохозяйственной культурой (группой сельскохозяйственных культур) на территории страны, тыс.га.

#### **4.3.2 Прогнозы урожайности и валового сбора продукции озимой ржи, озимой пшеницы, озимой тритикале, ярового ячменя, картофеля, группы озимых зерновых культур, группы зерновых и зернобобовых культур**

Прогнозы урожайности и валового сбора продукции озимой ржи, озимой пшеницы, озимой тритикале, ярового ячменя, картофеля, группы озимых зерновых культур и группы зерновых и зернобобовых культур рассчитываются поэтапно с заблаговременностью 1 – 3 месяца: озимой ржи, озимой пшеницы, озимой тритикале, группы озимых зерновых культур – на 20 мая, 20 июня и 20 июля (уточнение); ярового ячменя – на 20 июня и 20 июля (уточнение); картофеля – на 30 июня и 31 июля; группы зерновых и зернобобовых культур – на 20 мая, 20 июня и 20 июля (уточнение).

Прогнозы урожайности продукции озимой ржи, озимой пшеницы, озимой тритикале, ярового ячменя, картофеля, группы зерновых и зернобобовых культур составляются на основе прогностических динамико-статистических моделей с применением декадной агрометеорологической информации.

В прогностических моделях используются:

- ряды урожайности озимой ржи, озимой пшеницы, озимой тритикале, зерновых и зернобобовых культур в весе после доработки зерна, картофеля;
- единая методическая основа для составления оценок условий вегетации сельскохозяйственных культур, картофеля и прогнозов урожайности их продукции;
- необходимый объем первичных агрометеорологических данных;
- единые сроки и технология составления прогнозов.

Урожайность группы озимых зерновых культур рассчитывается по формуле (6).

В годы со сложными условиями уборки, когда сроки ее затягиваются, что ведет к потерям урожая, проводится уточнение прогноза урожайности и валового сбора продукции группы зерновых и зернобобовых культур. Для расчета урожайности продукции группы зерновых и зернобобовых культур в зависимости от неблагоприятных условий во время уборочных работ используются статистические уравнения. (Таблица 6.7).

Долгосрочный (предварительный) прогноз валового сбора продукции группы зерновых и зернобобовых культур в целом по стране рассчитывается в марте с заблаговременностью 5 месяцев на основе прогностической синоптико-статистической модели.

##### **4.3.2.1 Динамико-статистические модели**

В качестве теоретической основы при создании метода прогноза урожайности продукции сельскохозяйственных культур в период их вегетации использованы методологические принципы моделирования воздействия условий внешней среды на продуктивность сельскохозяйственных культур согласно [1], [2]. В основу базовой модели продуктивности посевов сельскохозяйственных культур, предназначенной для целей агрометеорологического прогнозирования урожайности продукции сельскохозяйственных культур, положена модель «погода – урожай» [3].

Методология динамико-статистического прогнозирования урожайности продукции сельскохозяйственных культур основана на сочетании двух прогнозов.

Первый прогноз предполагает определение тенденции урожайности продукции сельскохозяйственных культур на прогнозируемый год, которая характеризует изменения уровня культуры земледелия (внедрение достижений науки и техники, улучшение организации труда, внесение удобрений, изменение сортовой структуры сельскохозяйственных культур). Учет влияния культуры земледелия на изменения урожайности продукции сельскохозяйственных культур выполняется статистическим путем – сглаживанием временного ряда урожайности продукции сельскохозяйственных



культур с помощью метода «гармонических весов». При расчете тенденции урожайности продукции сельскохозяйственных культур методом «гармонических весов» более поздним наблюдениям придается больше веса, чем более ранним. При этом временной непрерывный ряд средней областной урожайности продукции сельскохозяйственных культур (группы сельскохозяйственных культур) должен содержать не менее 18 лет.

Второй прогноз учитывает влияние на формирование урожая продукции сельскохозяйственных культур метеорологических факторов и устанавливает отклонение урожайности продукции сельскохозяйственных культур, вызванное агрометеорологическими условиями конкретного года, от тенденции урожайности продукции сельскохозяйственных культур. Для получения количественной оценки агрометеорологических условий произрастания сельскохозяйственных культур использованы динамические модели формирования их продуктивности. В основу моделирования продукционного процесса положено описание основных физиологических процессов (фотосинтеза, дыхания, роста и распределения ассимилятов) в зависимости от складывающихся агрометеорологических условий. Моделирование продукционного процесса сводится к определению прироста общей биомассы и биомассы отдельных органов растений за определенные интервалы времени.

В основу количественной диагностики агрометеорологических условий формирования урожая продукции сельскохозяйственных культур, которая при рассмотрении длительного периода вегетации является и оценкой возможного отклонения урожайности от ее тенденции, положено уравнение

$$C = \frac{\hat{m}}{\bar{m}}, \quad (8)$$

где  $C$  – оценка агрометеорологических условий формирования урожая в течение рассматриваемого периода вегетации;

$\hat{m}$  – биомасса репродуктивных органов (колосья у зерновых, клубни у картофеля), рассчитанная по данным, характеризующим агрометеорологические условия оцениваемого периода;

$\bar{m}$  – биомасса репродуктивных органов, рассчитанная по средним многолетним агрометеорологическим данным.

Отношение  $\frac{\hat{m}}{\bar{m}}$  позволяет количественно установить степень изменения в ту или иную сторону показателей фотосинтетической деятельности посевов сельскохозяйственных культур, обусловленную воздействием факторов внешней среды. Оно характеризует отклонение урожайности продукции сельскохозяйственных культур под влиянием погодных условий в конкретном году от ее тенденции, формирующейся на фоне климатических условий.

Моделирование процесса формирования урожая продукции группы зерновых и зернобобовых культур основано на количественном описании влияния агрометеорологических условий на формирование урожая продукции отдельных групп культур:

- озимые зерновые;
- ранние яровые зерновые;
- зернобобовые.

Для оценки агрометеорологических условий формирования урожая продукции группы зерновых и зернобобовых культур вместо значений биомассы репродуктивных органов использованы  $\hat{D}\hat{B}\hat{V}$  и  $\hat{D}\bar{B}\bar{V}$ , то есть действительно возможный урожай продукции сельскохозяйственных культур, рассчитанный с учетом показателей, характеризующих

агрометеорологические условия оцениваемого периода и показателей, полученных на фоне климатических условий.

Формула для оценки агрометеорологических условий формирования урожая продукции группы зерновых и зернобобовых культур имеет вид

$$C = \frac{\hat{D}\bar{B}U_i}{D\bar{B}U_i}, \quad (9)$$

где  $i$  – озимые зерновые, ранние яровые зерновые или зернобобовые культуры.

Получение средней областной агрометеорологической оценки условий формирования урожайности продукции зерновых и зернобобовых культур проводится с учетом посевных площадей каждой группы культур (озимые зерновые, ранние яровые зерновые, зернобобовые).

Для реализации счета по моделям вводятся осредненные по территории области данные, характеризующие агрометеорологические условия среднемноголетнего периода вегетации сельскохозяйственных культур (группы культур) для расчета  $\bar{m}$  и  $D\bar{B}U$  и осредненные по территории области данные, характеризующие условия прогнозируемого периода вегетации сельскохозяйственных культур (группы культур) для расчета  $\hat{m}$  и  $\hat{D}\bar{B}U$ . В прогнозируемом году, начиная с дат возобновления вегетации озимых зерновых культур, появления всходов яровых зерновых и зернобобовых культур, картофеля до даты составления прогноза используются среднедекадные агрометеорологические данные текущего периода, а с даты составления прогноза до среднемноголетней даты наступления восковой спелости зерновых культур (увядания ботвы у картофеля) – среднемноголетние данные.

Для получения количественной оценки агрометеорологических условий формирования урожая и прогноза урожая продукции сельскохозяйственных культур по территории области используется географическая широта областного центра и следующие осредненные по области данные:

- дата всходов (возобновления вегетации) сельскохозяйственных культур;
- среднемноголетняя дата наступления восковой спелости зерновых культур, увядания ботвы картофеля;
- средняя (средняя из максимальных) температура воздуха по декадам расчетного периода, °С;
- запасы продуктивной влаги в полуметровом слое почвы по декадам расчетного периода, мм;
- наименьшая влагоемкость полуметрового слоя почвы, при отсутствии – наибольшие запасы продуктивной влаги из трех первых декад с начала определения влажности почвы, мм;
- число часов солнечного сияния по декадам расчетного периода (среднее за один день декады);
- количество дней в расчетных декадах;
- густота стояния растений на 1 м<sup>2</sup> для озимых зерновых культур – на дату весеннего обследования, для ранних яровых зерновых культур – на дату всходов, число продуктивных стеблей (общее число стеблей), число колосков в колосе;
- фактический ряд урожайности продукции сельскохозяйственных культур, ц/га.

Для количественной оценки агрометеорологических условий произрастания, прогноза урожайности и валового сбора продукции группы зерновых и зернобобовых культур по территории области используется географическая широта областного центра и следующие осредненные по области данные:

- дата возобновления вегетации озимых зерновых культур, всходов ранних яровых зерновых и зернобобовых культур;

- среднемноголетняя дата восковой спелости зерновых культур;
- средняя температура воздуха по декадам расчетного периода, °С;
- число часов солнечного сияния по декадам расчетного периода (среднее за один день декады);
- запасы продуктивной влаги под озимыми и ранними яровыми зерновыми культурами в метровом слое почвы, под зернобобовыми культурами в полуметровом слое почвы по декадам расчетного периода, мм;
- наименьшая влагоемкость вышеуказанных слоев почвы, мм;
- запасы продуктивной влаги в пахотном слое почвы для озимых зерновых культур – от даты возобновления вегетации до даты прогноза, для ранних яровых зерновых и зернобобовых культур – от даты всходов до даты прогноза (оценка засушливости), мм;
- густота стояния растений на 1 м<sup>2</sup> для озимых зерновых культур – на дату весеннего обследования, для ранних яровых зерновых культур – на дату всходов, число продуктивных стеблей (общее число стеблей), число колосков в колосе;
- посевные площади озимых зерновых, ранних яровых зерновых и зернобобовых культур в прогнозируемом году, тысяч гектар;
- процент площадей, занимаемых озимыми зерновыми, ранними яровыми зерновыми и зернобобовыми культурами от всей площади группы зерновых и зернобобовых культур;
- фактический ряд урожайности группы зерновых и зернобобовых культур, ц/га.

#### 4.3.2.2 Синоптико-статистическая модель

Синоптико-статистическая модель предназначена для составления долгосрочного прогноза валового сбора продукции группы зерновых и зернобобовых культур в целом по стране. Прогноз рассчитывается 21 марта, то есть до периода вегетации и сева яровых культур, что значительно увеличивает эффективность использования прогнозной информации в масштабе страны.

Развитие атмосферных процессов в том или ином регионе в период весенне-летней вегетации зерновых и зернобобовых культур связано с особенностями циркуляции воздушных масс в предшествующий осенне-зимний период в пределах всего Северного полушария, а также с тепловым состоянием поверхности Тихого и Атлантического океанов.

Для расчета ожидаемого валового сбора продукции зерновых и зернобобовых культур по стране используются следующие характеристики осенне-зимних месяцев:

- средние месячные значения геопотенциала на уровне 500 гПа в узлах регулярной десятиградусной сетки в пределах Северного полушария;
- средние месячные значения температуры поверхности воды Тихого и Атлантического океанов.

В пределах Северного полушария в узлах регулярной сетки с шагом в 20° по долготе на широтах 30, 40, 50, 60, 70 и 80° рассчитываются разности значений геопотенциала. Аналогично рассчитываются разности значений геопотенциала по широте на долготах 10, 30..., 350°.

В связи с тем, что влияние аномалий температуры поверхности океанов на погодные условия обнаруживается в умеренных широтах на второй, в некоторых случаях – на третий год, для прогноза используются среднемесячные значения температуры поверхности воды Тихого и Атлантического океанов в узлах десятиградусной сетки за два года, предшествующих году прогноза и за январь – февраль текущего года, когда составляется прогноз.

Отбор предикторов, оценка их взаимной корреляции и просеивание, а также построение прогностических уравнений проводится ежегодно с учетом новых данных.

### 4.3.2.3 Уточнение прогноза урожайности продукции группы зерновых и зернобобовых культур

Уточнение прогноза урожайности продукции группы зерновых и зернобобовых культур во время начала их уборки проводится в годы с неблагоприятными погодными условиями.

Потери зерна вследствие неблагоприятных погодных условий при уборке могут быть значительны. Разница между урожайностью в первоначально-оприходованном весе и в весе после доработки зерна складывается как из потерь, наблюдающихся непосредственно в ходе уборочных работ, так и потерь за счет доработки зерна на основных пунктах его приема (дополнительная сушка влажного зерна, очистка и т.д.) Эта разница особенно велика во влажные, неблагоприятные по условиям уборки годы.

В большинстве лет основные площади зерновых и зернобобовых культур убираются в период с третьей декады июля по вторую декаду августа. Расчет окончательной урожайности их продукции по областям и в целом по стране проводится с использованием статистических уравнений.

Группа уравнений (таблица 6) представляет зависимости  $\Delta Y$  (разница урожайности) от среднего дефицита влажности воздуха за период с третьей декады июля по вторую декаду августа ( $x_1$ ) и числа дней с осадками 1 мм и более за этот же период ( $x_2$ ).  $\Delta Y$  – величина снижения окончательной урожайности в весе после доработки зерна ( $Y_k$ ) по сравнению с начальной урожайностью ( $Y_n$ ) на период, когда убрано только 10 – 20 % площадей зерновых и зернобобовых культур.

**Таблица 6 – Прогностические уравнения зависимости величины снижения урожайности продукции группы зерновых и зернобобовых культур от среднего дефицита влажности воздуха и числа дней с осадками 1 мм и более за период с третьей декады июля по вторую декаду августа**

Территория (область)	Уравнение
Брестская	$\Delta Y = 3,803 - 0,285 x_1 + 0,223 x_2$
Витебская	$\Delta Y = 8,035 - 0,567 x_1 - 0,132 x_2$
Гомельская	$\Delta Y = 5,831 - 0,493 x_1 + 0,164 x_2$
Гродненская	$\Delta Y = 3,657 - 0,368 x_1 + 0,392 x_2$
Минская	$\Delta Y = 0,617 - 0,139 x_1 + 0,540 x_2$
Могилевская	$\Delta Y = 7,379 - 0,808 x_1 + 0,209 x_2$
Беларусь	$\Delta Y = 8,239 - 0,820 x_1 + 0,097 x_2$

Определение ожидаемой конечной урожайности  $Y_k$  проводится по формуле

$$Y_k = Y_n - \Delta Y. \quad (10)$$

Вторая группа уравнений (таблица 7) представляет прогностические зависимости окончательной урожайности ( $Y_k$ ) от динамики урожайности в период уборки (текущая урожайность,  $Y_t$ ) и динамики убранных площадей (обмолоченная площадь,  $S$  %) на определенные даты. Влияние условий уборки при этом учитывается опосредственно, так как прирост обмолоченных площадей и снижение текущей урожайности при неблагоприятных погодных условиях существенно зависят от этих условий (продолжительности дождей, их интенсивности, влажности воздуха).

Таблица 7 – Прогностические уравнения зависимости окончательной урожайности продукции группы зерновых и зернобобовых культур от динамики урожайности и процента обмолоченных площадей в период уборки

Территория (область)	Уравнение
Брестская	$Y_{ок} = 0,894Y_T + 0,018S - 1,491$
Витебская	$Y_{ок} = 0,832Y_T + 0,038S - 2,890$
Гомельская	$Y_{ок} = 0,948Y_T + 0,041S - 3,360$
Гродненская	$Y_{ок} = 0,802Y_T + 0,042S - 0,930$
Минская	$Y_{ок} = 0,918Y_T + 0,021S - 2,812$
Могилевская	$Y_{ок} = 0,900Y_T + 0,031S - 2,988$
Беларусь	$Y_{ок} = 0,951Y_T + 0,040S - 3,762$

#### 4.3.3 Прогноз урожайности продукции сахарной свеклы

Прогноз урожайности продукции сахарной свеклы составляется в первой декаде августа.

Методика данного прогноза основана на зависимости урожайности продукции сахарной свеклы от условий теплообеспеченности, влагообеспеченности, средней урожайности продукции за три года, предшествующие году прогноза (скользящая).

Технология прогноза урожайности продукции сахарной свеклы предусматривает использование статистических уравнений

Брестская область:

$$y = 0,30y_c + 0,09x_1 - 0,94x_2 + 96, \quad (11)$$

Гродненская область:

$$y = 0,61y_c + 0,09x_1 - 0,41x_2 + 29, \quad (12)$$

Минская область:

$$y = 0,50y_c + 0,09x_1 - 0,10x_2 - 14, \quad (13)$$

где  $y$  – ожидаемая урожайность продукции сахарной свеклы, ц/га;

$y_c$  – средняя урожайность продукции за три предшествующих года (скользящая), ц/га;

$x_1$  – сумма активных температур выше плюс 10 °С. за период с 1 мая до 1 августа, °С;

$x_2$  – средние запасы продуктивной влаги в полуметровом слое почвы за период с 1 мая до 1 августа, мм.

При необходимости могут быть составлены статистические уравнения и для других областей.

Точность расчетов во многом зависит от правильности определения средних по области запасов продуктивной влаги в почве. При этом необходимо учитывать «вес» данных по этому параметру, полученных по конкретному пункту агрометеорологических наблюдений, в зависимости от площадей посева сахарной свеклы.

**Пример – В Брестской области сахарную свеклу сеют почти на всей территории, но все же по отношению к пунктам агрометеорологических наблюдений, данные которых используются для расчетов, распределение свекловичных полей неодинаково. Учитывая распределение посевных площадей вблизи пунктов агрометеорологических наблюдений, которые производят инструментальное определение запасов продуктивной влаги в почве на участках с корнеплодами, определяется «вес» каждого из них: около пункта агрометеорологических наблюдений Ганцевичи сосредоточено 2 % посевных площадей сахарной свеклы, Барановичи – 4 %, Ивацевичи – 7 %, Пружаны – 12 %, Высокое – 14 %, Пинск – 14 %, Дрогичин – 19 %, Брест – 28 %. Допустим, средние запасы продуктивной влаги в полуметровом слое почвы с 1 мая по 1 августа на**

## ТКП 17.10-19-2010

участках со свеклой и корнеплодами следующие: пункт агрометеорологических наблюдений Ганцевичи – 70 мм, Барановичи – 85 мм, Ивацевичи – 67 мм, Пружаны – 62 мм, Высокое – 90 мм, Пинск – 106 мм, Дрогичин – 58 мм, Брест – 49 мм. С учетом площадей посева имеем:

$$\begin{array}{ll} 70 \times 2 = 140, & 90 \times 14 = 1260, \\ 85 \times 4 = 340, & 106 \times 14 = 1484, \\ 67 \times 7 = 469, & 58 \times 19 = 1102, \\ 62 \times 12 = 744, & 49 \times 28 = 1372. \end{array}$$

Всего: 100% = 6911 мм.

Средние по Брестской области влагозапасы –  $6911 : 100 = 69$  мм.

### 4.3.4 Прогноз урожайности сена многолетних трав

Урожайность сена рассчитывается в целом для многолетних трав без разделения их на злаковые и бобовые.

За вегетационный период данный прогноз составляется дважды: в первой декаде июня и в первой декаде июля. Первый прогноз является основным, второй при необходимости его уточнением.

Ожидаемая урожайность сена многолетних трав рассчитывается по статистическим уравнениям, приведенным в таблице 8.

**Таблица 8 – Прогностические уравнения зависимости урожайности сена многолетних трав от метеорологических параметров**

Территория (область)	Уравнения	
	на первую декаду июня	на первую декаду июля
Брестская	$Y = 0,784Y_c + 0,772 t_v - 1,865,$ $Y = 0,808Y_c + 0,596t_v + 0,034R_{IV-V} - 3,701$	$Y = 0,841Y_c + 0,065R_{IV-VI} - 4,943,$ $Y = 0,871Y_c + 0,012R_{XI-III} + 0,066R_{IV-VI} - 8,311$
Витебская	$Y = 0,982Y_c + 0,022R_{IV-V} + 0,096,$ $Y = 0,972Y_c + 0,020R_{IV-V} + 0,117 t_v - 0,861$	$Y = 0,983Y_c + 0,044R_{IV-VI} - 5,608,$ $Y = 0,967Y_c - 0,326t_{VI} + 0,041R_{IV-VI} + 0,534$
Гомельская	$Y = 0,796Y_c + 0,054R_{IV-V} + 2,265,$ $Y = 0,739Y_c - 0,018R_{XI-III} + 0,062R_{IV-V} + 6,604$	$Y = 0,739Y_c + 0,031R_{IV-VI} + 4,057,$ $Y = 0,729Y_c - 0,699t_{VI} + 0,026R_{IV-VI} + 16,962$
Гродненская	$Y = 0,822Y_c + 0,027R_{IV-V} + 4,794,$ $Y = 0,815Y_c + 0,146t_v + 0,024R_{IV-V} + 3,480$	$Y = 0,836Y_c + 5,252 k_{VI} - 1,977,$ $Y = 0,801Y_c - 0,620t_{VI} + 3,888 k_{VI} + 11,171$
Минская	$Y = 0,912Y_c + 0,044R_{IV-V} + 0,352,$ $Y = 0,931Y_c - 0,013t_v + 0,042R_{IV-V} + 0,264$	$Y = 0,924Y_c + 5,767 k_{VI} - 4,995,$ $Y = 0,903Y_c + 0,025R_{IV-VI} + 3,119 k_{VI} - 4,509$
Могилевская	$Y = 0,899Y_c + 0,041R_{IV-V} + 0,413,$ $Y = 0,864Y_c - 0,014R_{XI-III} + 0,043R_{IV-V} + 3,561$	$Y = 0,863Y_c + 0,055R_{IV-VI} - 4,280,$ $Y = 0,843Y_c - 0,660t_{VI} + 0,042R_{IV-VI} + 8,935$
<p>Примечание – Где <math>Y</math> – ожидаемая урожайность сена, ц/га;  <math>Y_c</math> – средняя урожайность сена за три предшествующих года (скользящая), ц/га;  <math>t_v</math> и <math>t_{VI}</math> – средняя температура воздуха в мае и в июне, °С;  <math>R_{IV-V}</math> – сумма осадков за апрель – май, мм;  <math>R_{IV-VI}</math> – сумма осадков за апрель – июнь, мм;  <math>R_{XI-III}</math> – сумма осадков за ноябрь – март, мм;  <math>k_{VI}</math> – коэффициент увлажнения на конец июня.</p>		

Коэффициент увлажнения на конец июня рассчитывается по формуле

$$k_{VI} = \frac{0,5R_{XI-III} + R_{IV-VI}}{0,375 \sum d_{IV-VI}}, \quad (14)$$

где  $R_{XI-III}$  – сумма осадков за ноябрь – март, мм;

$R_{IV-VI}$  – сумма осадков за апрель – июнь, мм;

$d_{IV-VI}$  – средний дефицит влажности воздуха за апрель-июнь, гПа.

#### 4.4 Прогноз оптимальных сроков сева озимых зерновых культур

Прогноз оптимальных сроков сева озимых зерновых культур составляется в первой декаде августа. Прогноз рассчитывается по месту нахождения пунктов агрометеорологических наблюдений и составляется по территориям областей, сельскохозяйственных зон, а также может быть составлен по территориям административных районов,

Сроки сева озимых культур определяются агрометеорологическими условиями осени. Озимые культуры необходимо высевать в такие сроки, которые обеспечат им возможность до прекращения осенней вегетации достичь хорошего развития и в начале холодного периода пройти подготовку к зиме (физиологическую закалку).

Оптимальными сроками сева считаются такие, при которых у растений ко времени прекращения вегетации наблюдается 3 – 5 побегов, предельно ранними – при которых озимые заканчивают вегетацию с кустистостью 6 побегов и более, и предельно поздними – при которых озимые ко времени прекращения вегетации остаются в начале кущения, в фазах «третий лист» и «всходы».

Главными факторами, от которых зависят развитие, рост и состояние озимых культур в осенний период, являются тепло и влага.

Дата начала сева озимых зерновых культур осенью при достаточном увлажнении рассчитывается по уравнению

$$y = 163,58 + 10,042x - 0,258x^2, \quad (15)$$

где  $y$  – оптимальная дата начала сева озимых;

$x$  – средняя температура воздуха за период с 25 августа по 20 октября (по прогнозу).

Все даты должны быть приведены к 1 января года составления прогноза.

Дату окончания сева озимых культур определяют по уравнению

$$y = 5,32x - 0,009x^2 - 502, \quad (16)$$

где  $y$  – оптимальная дата окончания сева озимых;

$x$  – оптимальная дата начала сева озимых.

Оптимальная дата окончания сева может быть уточнена после получения прогноза погоды на сентябрь и рассчитывается по уравнению

$$y = 15,55x - 0,52x^2 + 141,96, \quad (17)$$

где  $y$  – оптимальная дата окончания сева озимых;

$x$  – средняя температура воздуха за сентябрь.

После проведенных расчетов составляется краткий текст прогноза, в котором указываются оптимальные сроки сева озимых зерновых культур для территории области (района) или сельскохозяйственной зоны.

#### 4.5 Прогноз запасов продуктивной влаги в почве к началу вегетационного периода

Прогноз запасов продуктивной влаги в почве к началу вегетационного периода составляется в третьей декаде февраля на основании расчетных методов с использованием данных наблюдений за влажностью почвы осенью и за количеством осадков осенне-зимнего периода.

Расчет ожидаемых весной запасов продуктивной влаги в почве к началу вегетационного периода проводится по пунктам агрометеорологических наблюдений, на которых инструментально определяются запасы продуктивной влаги в почве. Прогноз запасов продуктивной влаги в почве к началу вегетационного периода составляется по территориям областей, по территории страны, может быть составлен по территориям административных районов.

Прогноз запасов продуктивной влаги рассчитывается для метрового слоя почвы отдельно под озимыми культурами и на зяби, предназначенной для сева ранних яровых культур.

Первым этапом работы при составлении прогноза запасов продуктивной влаги в почве к началу вегетационного периода является анализ исходных запасов продуктивной влаги в почве осенью. Для пунктов агрометеорологических наблюдений, где почва с осени недонасыщена влагой, то есть запасы продуктивной влаги в метровом слое меньше наименьшей полевой влагоемкости производятся расчеты ожидаемых запасов влаги в почве к началу вегетационного периода. Для пунктов агрометеорологических наблюдений, где запасы влаги в метровом слое почвы осенью равны или превышают наименьшую полевую влагоемкость, запасы влаги в почве к началу вегетационного периода не рассчитываются и прогнозируются в пределах осенних.

Технология расчета запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы к началу вегетационного периода предусматривает использование статистических уравнений для неустойчивой и устойчивой зимы.

Для неустойчивой зимы первоначально определяется недостаток насыщения почвы влагой осенью как разность между наименьшей полевой влагоемкостью и запасами влаги в метровом слое почвы. Необходимая для вычисления осеннего дефицита влаги наименьшая влагоемкость учитывается по данным агрогидрологического обследования полей или по осредненным данным: наименьшая влагоемкость суглинистых почв принимается равной от 170 до 190 мм, супесчаных – от 150 до 170 мм, песчаных – от 80 до 120 мм продуктивной влаги. Затем определяется количество осадков за период от даты последнего определения запасов влаги в почве осенью до перехода среднесуточной температуры воздуха через плюс 5 °С весной. Для этого сначала подсчитывается количество осадков за период от даты последнего определения запасов влаги осенью до даты составления прогноза. Далее подсчитывается количество ожидаемых осадков от момента составления прогноза до перехода среднесуточной температуры воздуха через плюс 5 °С весной. Ожидаемое количество осадков берется из прогноза погоды на вышеуказанный период или используется среднее многолетнее количество осадков из климатических справочников с учетом ожидаемой аномалии осадков на данный период.

Имея данные о величине недостатка насыщения почвы влагой осенью и количество осадков за осенне-зимний период, рассчитывается изменение запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы к началу весны по уравнению

$$y = 0,21x + 0,62h - 33, \quad (18)$$

где  $y$  – изменение запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы за период от последнего определения запасов влаги в почве осенью (исходные запасы)



до первого определения запасов влаги в почве весной (декада перехода среднесуточной температуры воздуха через плюс 5 °С), мм;

$x$  – количество осадков, выпавших за период от последнего определения влажности почвы осенью до даты составления прогноза, плюс количество осадков, ожидаемое от даты составления прогноза до даты перехода средней суточной температуры воздуха через плюс 5 °С весной, м

$h$  – недостаток насыщения почвы влагой в метровом слое осенью (разность между наименьшей влагоемкостью и исходными запасами влаги), мм.

Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы к началу вегетационного периода вычисляются путем суммирования значений запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы осенью и рассчитанных по уравнению (18) изменений.

В годы с устойчивой зимой ожидаемые запасы влаги в почве к началу вегетационного периода под озимыми культурами и зябью рассчитываются по величине аккумулируемых осадков. Первоначально рассчитывается осенняя насыщенность почвы влагой (процент от наименьшей полевой влагоемкости). Затем вычисляется величина аккумулируемых осадков почвой от общего их количества под озимыми культурами по уравнению

$$y = 69,67 - 0,615x, \quad (19)$$

где  $y$  – величина аккумулируемых осадков (процент от общего их количества), выпавших за период от последнего определения запасов влаги осенью до перехода температуры воздуха через плюс 5 °С весной;

$x$  – насыщенность почвы влагой в момент последнего определения запасов влаги осенью (процент запасов влаги от наименьшей полевой влагоемкости).

Величина аккумулируемых осадков почвой от общего их количества под зябью вычисляется по уравнению

$$y = 87,67 - 0,79x, \quad (20)$$

обозначения те же, что и в уравнении (19).

По проценту аккумулируемых осадков от их общего количества рассчитывается их количество в миллиметрах.

Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы к началу вегетационного периода вычисляются путем суммирования значений запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы осенью и рассчитанных аккумулируемых осадков.

Полученные данные об ожидаемых запасах продуктивной влаги в метровом слое почвы к началу вегетационного периода наносятся на карты отдельно под озимыми культурами и на зяби. Затем выделяются зоны со следующим увлажнением почвы: менее 80 мм (плохие запасы), от 80 до 100 мм (недостаточные), от 101 до 120 мм (удовлетворительные), от 121 до 160 мм (хорошие) и более 160 мм (отличные). При наличии неоднородного состава почв по территории области (района) необходимо отмечать тип почвы, для которого производились расчеты.

К составленным картам дается краткий текст, где указывается увлажнение почвы осенью, количество выпавших осадков за период от даты последнего определения влажности почвы осенью до даты составления прогноза и количество ожидаемых осадков от момента составления прогноза до перехода среднесуточной температуры воздуха через плюс 5 °С весной, краткая характеристика метеорологических условий в зимний период, ожидаемые запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы к началу вегетационного периода в сравнении с многолетними и (или) прошлогодними данными.

#### 4.6 Прогноз перезимовки озимых зерновых культур и многолетних трав и их состояния к моменту возобновления вегетации весной

Прогноз перезимовки озимых зерновых культур и многолетних трав составляется в третьей декаде февраля.

Уточнение прогноза производится в середине марта, в случае если расхождение между ожидаемой площадью по основному прогнозу и прогнозу, составленному в середине марта, превышает 5 % площади посевов на территории области.

Прогноз перезимовки озимых зерновых культур и многолетних трав составляется по территориям областей и в целом по территории страны.

Прогноз перезимовки озимых зерновых культур и многолетних трав сводится к прогнозированию площади с плохим состоянием посевов весной (в тысячах гектар и в процентах от посевной площади).

Основные причины повреждения растений озимых зерновых культур и многолетних трав в период зимовки следующие:

- действие сильных морозов при небольшой высоте или полном отсутствии на полях снежного покрова, вызывающего вымерзание растений;
- длительное пребывание растений под большим снежным покровом, при слабом промерзании почвы, что ведет к выпреванию;
- застой талых вод на полях и полное затопление посевов в пониженных местах рельефа, вызывающих вымокание растений;
- длительное залегание на полях притертой к почве ледяной корки, вызывающее механическое повреждение и удушение растений;
- неоднократное оттаивание и замерзание почвы в годы с неустойчивой зимой, приводящее к механическому повреждению корней и выпиранию узлов кущения растений.

Основные показатели, определяющие условия перезимовки озимых зерновых культур и многолетних трав:

- высота снежного покрова;
- минимальная температура воздуха;
- минимальная температура почвы на глубине залегания узла кущения;
- глубина промерзания почвы;
- продолжительность периода с высотой снежного покрова 30 см и более;
- сумма осадков за осенний и зимний периоды;
- степень развития и состояние посевов осенью.

После анализа условий перезимовки и определения ожидаемых размеров площадей с плохим состоянием озимых зерновых культур и многолетних трав от тех или иных причин составляется текст прогноза. В тексте прогноза дается:

- оценка агрометеорологических условий перезимовки озимых зерновых культур и многолетних трав за прошедший период зимы;
- степень повреждения озимых зерновых культур и многолетних трав за этот период по данным результатов отращивания, причины гибели посевов;
- оценка ожидаемых агрометеорологических условий периода окончания зимовки озимых зерновых культур и многолетних трав, указываются районы, где еще могут произойти их повреждения и гибель;
- характеристика ожидаемого состояния озимых зерновых культур и многолетних трав к моменту возобновления вегетации весной с указанием районов в которых ожидаются наибольшие площади с погибшими посевами.

К прогнозу прилагается таблица ожидаемых площадей озимых зерновых культур и многолетних трав с повышенной изреженностью и гибелью посевов к весне в разрезе областей и в целом по стране.

#### 4.6.1 Прогноз перезимовки озимых зерновых культур и их состояния к моменту возобновления вегетации весной

Прогноз перезимовки озимых зерновых культур по области рассчитывается по уравнениям

$$S_e = 0,643S_o - 3,388k + 0,626k^2 + 0,262t_3 + 0,087t_3^2 + 0,613m + 0,150S_{п} - 0,002S_{п}^2 + 8,360, \quad (21)$$

где  $S_e$  – доля ожидаемой весной площади озимых зерновых культур в плохом состоянии от посевной площади, %;

$S_o$  – доля площади с плохим состоянием озимых зерновых культур осенью от посевной площади, %;

$k$  – средняя по области кустистость озимых зерновых культур после прекращения вегетации осенью;

$t_3$  – средняя по области минимальная температура почвы на глубине узла кущения озимых зерновых культур до 20 февраля, °С;

$m$  – средняя по области толщина ледяной корки за период с 1 января до 20 февраля, см;

$S_{п}$  – доля площади с посевами озимой пшеницы от посевной площади озимых, %.

$$S_e = 1,08x + 0,6, \quad (22)$$

где  $S_e$  – доля ожидаемой весной площади озимых зерновых культур в плохом состоянии от посевной площади, %;

$x$  – средний процент гибели посевов при отращивании проб озимых зерновых культур на 25 января или 20 февраля.

$$S_e = 1,088x + 6,116, \quad (23)$$

где  $S_e$  – доля ожидаемой весной площади озимых зерновых культур в плохом состоянии от посевной площади, %;

$x$  – средний процент гибели посевов при отращивании проб озимых зерновых культур на 25 января или 20 февраля.

Уравнение (21) применимо, когда в зимний период наблюдается комплекс неблагоприятных агрометеорологических факторов.

Уравнение (22) применимо, когда  $x$  менее 10 %.

Уравнение (23) применимо, когда  $x$  больше или равен 10 %.

Прогноз перезимовки озимых зерновых культур для пунктов агрометеорологических наблюдений рассчитывается по уравнениям

$$U = 59,07 + 6,82 t_3 + 0,22 t_3^2 - 5,14 k + 0,40 k^2, \quad (24)$$

где  $U$  – ожидаемый весной средний процент посевов в плохом состоянии;

$t_3$  – минимальная температура почвы на глубине залегания узла кущения озимых зерновых культур, °С;

$k$  – средняя кустистость озимых зерновых культур осенью.

$$U_p = 7,99 + 0,81x + 2,03x^2, \quad (25)$$

$$U_{п} = 5,4 + 2,8x + 1,8x^2, \quad (26)$$

где  $U_p$  – ожидаемый весной средний процент озимой ржи в плохом состоянии;

$U_{п}$  – ожидаемый весной средний процент озимой пшеницы в плохом состоянии;

$x$  – средняя толщина притертой к почве ледяной корки за период от четырех декад непрерывного залегания и больше по состоянию на 20 февраля, см.

Уравнение (24) применимо в случае, когда высота снежного покрова в течение пяти и более декад (непрерывно) составляла 30 см и более, а глубина промерзания почвы в этот период была 50 см и менее.

Уравнения (25) и (26) применимы для расчета ожидаемого весной среднего процента озимых зерновых культур в плохом состоянии по пунктам агрометеорологических наблюдений, где на дату счета непрерывно в течение 4 декад и более залежала ледяная корка.

#### **4.6.2 Прогноз перезимовки многолетних трав и их состояния к моменту возобновления вегетации весной**

Ожидаемая площадь с плохим состоянием многолетних трав весной по области рассчитывается по уравнениям

$$S_8 = 0,18t_3^2 - 0,57t_3 - 0,2, \quad (27)$$

где  $S_8$  – доля ожидаемой весной площади многолетних трав с плохим состоянием от посевной площади, %;

$t_3$  – средняя по области абсолютная минимальная температура почвы на глубине 3 см до 20 февраля, °С.

$$S_8 = 0,024\sum t_3^2 + 1,78\sum t_3 + 38,62, \quad (28)$$

где  $S_8$  – доля ожидаемой весной площади многолетних трав с плохим состоянием от посевной площади, %;

$\sum t_3$  – средняя по области сумма минимальных температур почвы на глубине 3 см за зимние месяцы до 20 февраля, °С.

Уточнение ожидаемых площадей трав в плохом состоянии весной проводится в первой декаде марта по результатам февральского отращивания. Площадь трав в плохом состоянии по области рассчитывается по уравнению

$$S_8 = 1,06x + 2,10, \quad (29)$$

где  $S_8$  – доля ожидаемой весной площади многолетних трав с плохим состоянием от посевной площади, %;

$x$  – средний процент проб с изреженностью растений более 20 % по результатам отращивания на 20 февраля.

По результатам февральского отращивания необходимо рассчитать процент проб по области с изреженностью растений более 20 %. Уравнение (29) применяется в тех случаях, когда отращивание трав в области проводилось на 6 – 8 пунктах агрометеорологических наблюдений.

#### **4.7 Прогноз оптимальных сроков начала полевых работ и сева ранних яровых зерновых культур**

Прогноз оптимальных сроков начала полевых работ и сева ранних яровых зерновых культур составлялся в начале марта с учетом прогноза погоды на март и апрель. Прогноз рассчитывается по месту нахождения пунктов агрометеорологических наблюдений и составляется по территориям областей, сельскохозяйственных зон, а может быть составлен и по территориям административных районов,

Оптимальные сроки начала полевых работ (обработка почвы) и сева ранних яровых зерновых культур совпадают со временем достижения почвой мягкопластичного (умеренно-влажного) состояния и прогреванием верхнего слоя почвы до плюс 5 °С. За начало полевых работ принята дата первого просыхания верхнего 10-сантиметрового слоя почвы до мягкопластичного состояния. Ко времени достижения мягкопластичного состояния температура верхнего слоя почвы, как правило, близка к плюс 5 °С, что

благоприятно для прорастания семян и появления всходов ранних яровых зерновых культур.

Просыхание верхнего слоя почвы до мягкопластичного состояния в средние многолетние сроки принято считать нормальной сельскохозяйственной весной. При просыхании верхнего слоя почвы до мягкопластичного состояния на 10 дней и более раньше многолетних сроков сельскохозяйственная весна считается ранней, на 10 дней и более позже многолетних сроков сельскохозяйственная весна считается поздней.

Характер будущей весны предопределяет ряд критериев.

Наступление ранней весны обусловлено следующими особенностями:

- повышенным температурным режимом воздуха в весенний период;
- незначительной (менее 10 см) высотой снежного покрова к началу снеготаяния или его отсутствием;

- небольшой (менее 50 см) глубиной промерзания почвы в конце зимы.

Наступление поздней весны обусловлено иными особенностями:

- пониженным температурным режимом воздуха в весенний период;
- значительной (более 15-20 см) высотой снежного покрова к началу снеготаяния;
- значительной (более 60 см) глубиной промерзания почвы в конце зимы.

Наступление сельскохозяйственной весны в обычные сроки обусловлено температурным режимом в весенний период близким к климатической норме, высотой снежного покрова и глубиной промерзания почвы в конце зимы в пределах средних многолетних значений.

Для наступления обычной, ранней или поздней весны вполне достаточно хотя бы одного из принятых критериев.

Основным приемом при прогнозировании оптимальных сроков начала полевых работ и сева ранних яровых зерновых культур является подбор года аналога. С учетом сложившихся агрометеорологических условий (высота снежного покрова, глубина промерзания почвы) по месту нахождения пунктов агрометеорологических наблюдений и долгосрочного прогноза погоды на март и апрель, что является основой для предполагаемого характера весны, методом подбора года аналога определяются наиболее вероятные сроки просыхания верхнего слоя почвы до мягкопластичного состояния (обработка почвы) и сева ранних яровых зерновых культур.

Дату просыхания верхнего слоя легких почв до мягкопластичного состояния при ранней весне можно рассчитать по уравнению

$$y = 87,17 - 1,73x - 0,64x^2, \quad (30)$$

где  $y$  – ожидаемая дата просыхания верхнего слоя почвы до мягкопластичного состояния,

$x$  – средняя температура воздуха за март (по прогнозу), °С.

При обычной и поздней весне для расчета даты просыхания верхнего слоя легких почв до мягкопластичного состояния можно использовать уравнение

$$y = 137,9 - 7,18x + 0,32x^2, \quad (31)$$

где  $y$  – ожидаемая дата просыхания верхнего слоя почвы до мягкопластичного состояния,

$x$  – средняя температура воздуха за апрель (по прогнозу), °С.

Дату просыхания верхнего слоя тяжелых почв до мягкопластичного состояния можно рассчитать по уравнению

$$y = 133,08 - 3,97x + 0,07x^2, \quad (32)$$

где  $y$  – ожидаемая дата просыхания верхнего слоя почвы до мягкопластичного состояния,

$x$  – средняя температура воздуха за апрель (по прогнозу), °С.

Все даты должны быть приведены к 1 января года составления прогноза.

В тексте прогноза дается характеристика сложившихся агрометеорологических условий (высота снежного покрова, промерзание почвы), сравнение их с многолетними величинами или прошлым годом, прогноз погоды, указываются ожидаемые оптимальные сроки начала полевых работ и сева ранних яровых зерновых культур.

## 5 Правила оценки агрометеорологических прогнозов

### 5.1 Общие положения

**5.1.1** Оценка агрометеорологических прогнозов (оправдываемость) производится по отклонению фактически наблюдавшихся агрометеорологических характеристик и величин, урожайности сельскохозяйственных культур от среднего значения прогнозируемой величины и выражается в процентах.

Оценка дается для первого прогноза и его уточнений.

Оправдываемость агрометеорологических прогнозов рассчитывается по формуле

$$D = 100 \% - P, \quad (33)$$

где  $D$  – оправдываемость прогноза, %;

$P$  – ошибка прогноза, %.

**5.1.2** Качество агрометеорологических прогнозов оценивается по шкале:

- хорошая оправдываемость – от 81 до 100 %;
- удовлетворительная оправдываемость – от 80 до 70 %;
- прогноз не оправдался – оправдываемость менее 70 %.

**5.1.3** Качество прогноза перезимовки озимых зерновых культур и многолетних трав при небольшой фактической площади с погибшими посевами (менее 10 % посевной площади) оценивается по шкале:

- хорошая оправдываемость – от 95 до 100 %;
- удовлетворительная оправдываемость – от 92 до 94 %;
- прогноз не оправдался – оправдываемость менее 92 %.

**5.1.4** При прогнозировании экстремальных величин урожайности и валового сбора продукции сельскохозяйственных культур, осеннего состояния и перезимовки озимых культур, когда ожидаемые величины прогнозировались близкими к абсолютному максимуму (или превышали его), а также к минимуму (или были ниже его), а фактические величины оказались выше максимальных или ниже минимальных, прогноз считается хорошо оправдавшимся независимо от величины ошибки.

**5.1.5** Для оценки прогнозов урожайности и валового сбора продукции сельскохозяйственных культур, прогноза перезимовки озимых зерновых культур и многолетних трав используются данные Национального статистического комитета Республики Беларусь.

По неоправдавшимся прогнозам проводится анализ причин, из-за которых прогнозы не оправдались.

**5.2 Оценка прогнозов урожайности и валового сбора продукции сельскохозяйственных культур, запасов продуктивной влаги в почве к началу вегетационного периода, состояния озимых зерновых культур ко времени прекращения вегетации осенью, перезимовки озимых зерновых культур и многолетних трав и их состояния к моменту возобновления вегетации весной, оптимальных сроков сева озимых культур**

Для определения ошибки данных прогнозов используется формула относительной ошибки без учета знака

$$P = \frac{u_n - u_\phi}{u_\phi} \times 100 \%, \quad (34)$$

где  $P$  – относительная ошибка прогноза, %;  
 $u_n$  – прогнозируемая величина;  
 $u_\phi$  – фактическая величина;  
 $u_n - u_\phi$  – абсолютная ошибка прогноза.

**Пример – Пусть по расчетам запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы к началу вегетационного периода составили 181 мм, фактические запасы влаги равнялись 174 мм.**

**Ошибка прогноза для данного пункта агрометеорологических наблюдений:**

$$P = \frac{181 - 174}{174} \times 100 \%, \quad P = 4 \%$$

Оценка прогнозов перезимовки озимых зерновых культур и многолетних трав и их состояния к моменту возобновления вегетации весной в годы с небольшой фактической площадью с погибшими посевами (менее 10% посевной площади) производится по величине абсолютной ошибки по формуле

$$P = u_n - u_\phi, \quad (35)$$

где  $P$  – абсолютная ошибка прогноза, %;  
 $u_n$  – прогнозируемая величина;  
 $u_\phi$  – фактическая величина.

**Пример – По Минской области посевная площадь озимых зерновых культур составляет 333,6 тыс. га. По прогнозу перезимовки плохое состояние озимых зерновых ожидалось весной на 2 % посевной площади (6,7 тыс. га). Фактическая площадь с плохим состоянием посевов по статистическим данным оказалась равной 3,7 тыс. га, или 1 % посевной. Абсолютная ошибка прогноза составила 2 – 1 = 1 %. Оправдываемость прогноза 99 % (100 – 1 = 99 %).**

### 5.3 Оценка прогнозов сроков наступления основных фаз развития сельскохозяйственных культур (фенологические прогнозы), оптимальных сроков начала полевых работ и сева ранних яровых зерновых культур

Ошибка данных прогнозов рассчитывается по формуле (36), как разность между продолжительностью периода от даты составления прогноза до прогностической даты наступления фазы развития (оптимального срока начала полевых работ) и от даты составления прогноза до фактической даты наступления фазы развития (оптимального срока начала полевых работ), деленной на продолжительность периода от составления прогноза до фактической даты наступления фазы развития (оптимального срока начала полевых работ)

$$P = \frac{u_n - u_\phi}{u_\phi} \times 100 \%, \quad (36)$$

где  $P$  – относительная ошибка прогноза, %;  
 $u_n$  – прогнозируемая продолжительность периода;  
 $u_\phi$  – фактическая продолжительность периода.

Этот подход для оценки прогнозов позволяет оценивать данные прогнозы с учетом их заблаговременности.

**Пример** – Пусть на пункте агрометеорологических наблюдений Дрогичин прогноз составлялся 26 мая. Прогнозируемая дата наступления восковой спелости озимой пшеницы приходилась на 2 июля. Фактически восковая спелость озимой пшеницы наступила 8 июля. Прогнозируемая продолжительность периода «дата расчета прогноза – дата наступления восковой спелости» составляет 39 дней, фактическая – 44 дня. Ошибка данного прогноза – 11 %.

$$P = \frac{39 - 44}{44} \times 100 \%, \quad P = 11 \%$$

#### 5.4 Оценка агрометеорологических прогнозов по территории области и по территории страны

Оценка агрометеорологических прогнозов по территории области и страны проводится двумя способами.

Для прогнозов, которые рассчитываются по месту нахождения пунктов агрометеорологических наблюдений (фенологические прогнозы, прогноз запасов продуктивной влаги в почве к началу вегетационного периода, прогноз оптимальных сроков сева озимых и яровых зерновых культур), ошибка прогноза по территории области и по территории страны рассчитывается путем деления суммы относительных ошибок в процентах по пунктам агрометеорологических наблюдений на число пунктов агрометеорологических наблюдений по формуле

$$P_{\text{мер}} = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n}, \quad (37)$$

где  $P_{\text{мер}}$  – относительная ошибка прогноза по территории области (страны);

$P_1, P_2, P_3 \dots P_n$  – относительная ошибка прогноза по пунктам агрометеорологических наблюдений;

$n$  – количество пунктов агрометеорологических наблюдений.

Прогнозы перезимовки озимых зерновых культур и многолетних трав и их состояния ко времени возобновления вегетации весной, состояния озимых зерновых культур ко времени прекращения вегетации, урожайности и валового сбора продукции сельскохозяйственных культур по территории страны в связи с различными посевными площадями по областям оцениваются по площади с учетом средних взвешенных величин. При этом сумма произведений площадей под определенной культурой на ошибку прогноза по областям, для которых составлялся прогноз, делится на сумму площадей.

$$P_{\text{мер}} = \frac{P_1 S_1 + P_2 S_2 + \dots + P_n S_n}{S_1 + S_2 + S_3} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i S_i}{\sum_{i=1}^n S_i}, \quad (38)$$

где  $P_{\text{мер}}$  – ошибка прогноза по территории страны;

$P_1, P_2 \dots P_n$  – ошибка прогноза по областям.

$S_1, S_2 \dots S_n$  – площади под культурой по областям;

Оценка оправдываемости прогнозов урожайности и валового сбора продукции сельскохозяйственных культур производится с учетом окончательных уборочных



площадей. По прогнозам урожайности и валового сбора продукции сельскохозяйственных культур, имеющим низкую оправдываемость из-за значительного расхождения посевных площадей с уборочными, которые прогнозист не имел возможности учесть, проводится дополнительная оценка с учетом посевных площадей и указывается ошибка прогноза за счет расхождения посевных площадей с уборочными.

Текст для ознакомления

**Библиография**

- [1] Полевой А.Н. Прикладное моделирование и прогнозирование продуктивности посевов. Л.: Гидрометеоиздат, 1988.
- [2] Полевой А.Н. Теория и расчет продуктивности сельскохозяйственных культур. – Л.: Гидрометеоиздат, 1983.
- [3] Полевой А.Н., Русакова Т.И. и др. Прикладная динамическая модель формирования урожая сельскохозяйственных культур. /В сб.: Гидрометеорологическое обеспечение агропромышленного комплекса страны. Л.: Гидрометеоиздат, 1991.
- [4] Толковый словарь по сельскохозяйственной метеорологии. С-П.: Гидрометеоиздат, 2002.