



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
A01G 7/00 (2020.02)

(21)(22) Заявка: 2019106785, 12.03.2019  
(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
12.03.2019  
Дата регистрации:  
01.10.2020  
Приоритет(ы):  
(22) Дата подачи заявки: 12.03.2019  
(43) Дата публикации заявки: 15.09.2020 Бюл. № 26  
(45) Опубликовано: 01.10.2020 Бюл. № 28  
Адрес для переписки:  
127550, Москва, ул. Тимирязевская, 49, РГАУ  
- МСХА имени К.А. Тимирязева, Управление  
научной деятельности

(72) Автор(ы):  
Михкельман Виктор Андреевич (RU),  
Мельников Андрей Валерьевич (RU)  
(73) Патентообладатель(и):  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Российский государственный  
аграрный университет - МСХА имени К.А.  
Тимирязева" (ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА  
имени К.А. Тимирязева) (RU)  
(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: АНТОХИНА Р.А. Метод прогноза  
средней урожайности ярового ячменя по  
Красноярскому краю // Тр. Зап.- Сиб. регион.  
НИИ - Комитет СССР по гидрометеорологии  
и контролю природной среды, Т. 71, 1985, с.  
72-76. RU 2281644 C9, 20.12.2006. RU 2439873  
C2, 20.01.2012. SHARMA P.K. et al. Soil-stored  
available water and seasonal rainfall as an index  
of success (см. прод.)

(54) Способ прогноза урожайности ярового ячменя

(57) Реферат:

Изобретение относится к области сельского хозяйства. Способ основан на многолетних ежегодных наблюдениях за фактическими значениями урожайности ярового ячменя. Для прогноза урожайности ведут учет длительности прохождения двух межфазных периодов: посев - колошение и всходы - колошение. Определяют индексы межфазных периодов как отношение числа дней первого периода посев-колошение текущего года к средней продолжительности того

же периода по меньшей мере за десять лет. Аналогично находят индекс второго межфазного периода всходы - колошение. Произведение найденных индексов дает значение общего индекса. Прогнозируемую урожайность определяют как произведение значения общего индекса на среднюю урожайность, полученную по меньшей мере за десять лет. Способ позволяет прогнозировать урожайность ярового ячменя с повышенной достоверностью. 2 табл., 2 пр.

(56) (продолжение):

of failure of rainfed crops // Indian J. agr. Sc., N 3, Т. 60, 1990, p. 165-168 . RU 2158498 C2, 10.11.2000.

RU 2 733 293 C2

RU 2 733 293 C2



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*A01G 7/00 (2020.02)*

(21)(22) Application: **2019106785, 12.03.2019**

(24) Effective date for property rights:  
**12.03.2019**

Registration date:  
**01.10.2020**

Priority:

(22) Date of filing: **12.03.2019**

(43) Application published: **15.09.2020 Bull. № 26**

(45) Date of publication: **01.10.2020 Bull. № 28**

Mail address:

**127550, Moskva, ul. Timiryazevskaya, 49, RGAU  
- MSKHA imeni K.A. Timiryazeva, Upravlenie  
nauchnoj deyatel'nosti**

(72) Inventor(s):

**Mikhkelman Viktor Andreevich (RU),  
Melnikov Andrej Valerevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe byudzhethoe  
obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego  
obrazovaniya "Rossijskij gosudarstvennyj  
agrarnyj universitet - MSKHA imeni K.A.  
Timiryazeva" (FGBOU VO RGAU - MSKHA  
imeni K.A. Timiryazeva) (RU)**

(54) **METHOD FOR FORECAST OF SPRING BARLEY YIELDS**

(57) Abstract:

FIELD: agriculture.

SUBSTANCE: invention relates to agriculture. Method is based on long-term annual observations of actual yields of spring barley. For prediction of yield, duration of two inter-phase periods is accounted for: sowing - ear and shoots - ear. Indexes of interphase periods are defined as the ratio of the number of days of the first period of sowing-waxing of the current year to the average duration of the same period in at least

ten years. Similarly, the index of the second interphase sprouts-earring period is found. Product of the found indices gives the value of the general index. Predicted crop capacity is determined as product of the value of the general index by average yield, obtained for at least ten years.

EFFECT: method makes it possible to predict yield of spring barley with high reliability.

1 cl, 2 tbl, 2 ex

**C 2  
C 2  
3  
6  
2  
2  
3  
3  
2  
7  
2  
R U**

**R U  
2 7 3 3 2 9 3  
C 2**

Изобретение относится к области сельского хозяйства и может быть использовано при прогнозировании урожайности зерновых культур, преимущественно ярового ячменя.

5 Прогноз урожайности является важной стратегической задачей государства. Как правило, такие прогнозы основаны на данных метеонаблюдений гидрометеостанций и статистики по урожайности за много лет и базируются на физико-статистических моделях с применением сложных математических расчетов. Часто используют данные средних месячных карт значений геопотенциала изобарической поверхности на уровне 500 гПа с использованием синоптико-статистического подхода при прогнозировании  
10 урожайности. Все это предназначено для специалистов агрометеорологов занимающихся вопросами агрометеорологического обеспечения сельского хозяйства (Старостина Т.В. Методы и технологии прогноза валового сбора яровых зерновых культур по отдельным субъектам Сибирского Федерального округа, а также прогнозов урожайности и валового сбора яровой пшеницы по основным хлебосеющим районам Омской области  
15 (10 районов) - Новосибирск, Методические указания, тема 8. 72, 2009 с 94). Часто берутся за основу расчета значения таких показателей, как осадки, температура, давление, фотосинтез. Все они в отдельности влияют на урожайность в определенном направлении, но их взаимовлияние усложняет расчет конечного результата.

Известен способ прогнозирования урожайности ячменя (патент RU №2158500).  
20 Способ состоит в том, что определяют среднесуточную температуру воздуха в мае и в зависимости от применяемых доз удобрений прогнозируют урожайность ячменя по математической зависимости  $y=51,41-2,13x+10,3d$ , где  $y$  - урожайность ячменя, ц/га;  $x$  - среднесуточная температура воздуха в апреле-мае, °С;  $d$  - доза минеральных удобрений от 0 до 1 (0 - без удобрений, 1 -  $N_{120}P_{120}K_{60}$ ). Основной недостаток способа - низкая  
25 достоверность прогнозирования.

Известен способ, предусматривающий учет суммы осадков и среднесуточной температуры за май-июнь месяцы, так как это время соответствует межфазному периоду всходы - колошение, в котором осадки (положительно) и температура (отрицательно)  
30 оказывали самое существенное влияние на формирование будущего урожая, чем в оставшиеся фазы развития растений. За 11 лет наблюдений коэффициент корреляции между прогнозируемой и фактической урожайностью составлял 0,91\*\*, т.е. вероятность прогноза равна коэффициенту детерминации - 83% (Михкельман В.А. Оценка сортов ячменя в конкурсном сортоиспытании при двух сроках сева. - М. изд. МСХА, Известия ТСХА, №2, 1997, с 59-73)

35 Однако рассматриваемый способ прогноза урожайности имеет следующие недостатки. Для точного учета температуры и особенно осадков метеорологическая станция должна находиться близко к посевам, что не всегда возможно. Кроме этого сумма осадков и среднесуточная температура не отражают динамику. Кратковременный, но обильный ливень или резкое изменение температурного режима могут существенно изменить  
40 ожидаемый результат.

Наиболее близким по технической сущности к заявляемому решению относится Способ прогнозирования урожайности озимой пшеницы возделываемой в условиях засушливого климата (Патент RU 2400966) опубл. 10.10.2010 г., предусматривающий  
45 многолетние ежегодные наблюдения за фактическими значениями урожайности и преобразование фактических значений урожайности в качественные величины.

Из анализа существующего уровня техники выявлено, что технической проблемой в данной области является недостаточный арсенал средств для прогнозирования урожайности ярового ячменя.

Технический результат предлагаемого изобретения заключается в создании способа прогнозирования урожайности с повышенной достоверностью прогноза.

Указанный результат достигается за счет того, что в способе прогнозирования урожайности ярового ячменя, включающем многолетние ежегодные наблюдения за фактическими значениями урожайности и продолжительностью двух межфазных периодов посев - колошение и всходы - колошение и для прогноза урожайности, определяют индексы межфазных периодов, как отношение числа дней первого периода посев-колошение текущего года к средней продолжительности того же периода по меньшей мере за десять лет, аналогично находят индекс второго межфазного периода всходы - колошение, произведение найденных индексов дает значение общего индекса, а прогнозируемую урожайность определяют как произведение значения общего индекса на среднюю урожайность, полученную, по меньшей мере, за десять лет.

Примеры конкретного выполнения способа.

Пример 1.

Опыт проводился в секторе селекции и семеноводства полевых культур МСХА (Подольский район, учхоз МСХА «Михайловский») в течение 13 лет на делянках конкурсного сортоиспытания ячменя. Учетная площадь делянки - 10 м<sup>2</sup>, повторность 4-х кратная. Средняя урожайность по годам складывалась из урожайностей двух селекционных номеров №76 и №258 и семи сортов ячменя - Носовский 9, Зазерский 85, Московский 2, Московский 3, Московский 121, Надя и Винер.

Результаты эксперимента представлены в таблице 1.

Среднемноголетняя урожайность в секторе селекции и семеноводства составила 42,5 ц/га, на Полевой опытной станции РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева 42,3 ц/га.

Таблица 1

Связь урожайности со сроками прохождения фаз  
(Михайловское, 13 лет)

| Год   | урожайность, ц/га |                | День, № от 1 янв. |            |            | межфазный период  |                    |                      |                        |                  | уборка     |  |
|---|-------------------|----------------|-------------------|------------|------------|-------------------|--------------------|----------------------|------------------------|------------------|------------|--|
|   | фактическая       | прогнозируемая | посев             | всходы     | колошение  | Число дней        |                    | Индекс, I            |                        |                  | Дата, N    | Межфазный период колошение - уборка, дни |
|   |                   |                |                   |            |            | посев - колошение | всходы - колошение | посев - колошение Iп | всходы - колошение, Iв | общий, Iоб=Iп*Iв |            |  |
| 1984  | 46,1              | 45,6           | 121               | 136        | 177        | 56                | 41                 | 1,10                 | 0,99                   | 1,09             | 233        | 56                                       |
| 1985  | 47,3              | 50,1           | 134               | 146        | 189        | 55                | 43                 | 1,08                 | 1,04                   | 1,12             | 242        | 53                                       |
| 1986  | 27,9              | 32,7           | 130               | 139        | 172        | 42                | 33                 | 0,82                 | 0,80                   | 0,66             | 232        | 60                                       |
| 1987  | 54,6              | 60,2           | 134               | 141        | 189        | 55                | 48                 | 1,09                 | 1,16                   | 1,29             | 216        | 27                                       |
| 1988  | 31,7              | 30,1           | 131               | 139        | 175        | 44                | 36                 | 0,86                 | 0,87                   | 0,75             | 209        | 34                                       |
| 1989  | 38,5              | 35,4           | 126               | 134        | 174        | 48                | 40                 | 0,94                 | 0,97                   | 0,91             | 221        | 47                                       |
| 1990  | 56,7              | 36,6           | 125               | 134        | 183        | 58                | 49                 | 1,14                 | 1,18                   | 1,34             | 237        | 54                                       |
| 1991  | 33,8              | 34,9           | 132               | 141        | 178        | 46                | 37                 | 0,90                 | 0,89                   | 0,80             | 234        | 56                                       |
| 1993  | 52,9              | 43,4           | 136               | 145        | 192        | 56                | 47                 | 1,10                 | 1,14                   | 1,25             | 253        | 61                                       |
| 1994  | 55,0              | 54,1           | 133               | 142        | 190        | 57                | 48                 | 1,12                 | 1,16                   | 1,30             | 248        | 58                                       |
| 1995  | 27,9              | 30,6           | 126               | 138        | 170        | 44                | 32                 | 0,86                 | 0,77                   | 0,66             | 222        | 52                                       |
| 1996  | 36,4              | 39,1           | 125               | 133        | 172        | 47                | 39                 | 0,92                 | 0,94                   | 0,86             | 227        | 55                                       |
| 1997  | 49,1              | 56,6           | 128               | 137        | 182        | 54                | 45                 | 1,06                 | 1,09                   | 1,16             | 234        | 52                                       |
| <b>среднее</b>  | <b>42,3</b>       | <b>42,9</b>    | <b>129</b>        | <b>139</b> | <b>180</b> | <b>51,0</b>       | <b>41,4</b>        | -                    | -                      | -                | <b>231</b> | <b>51</b>                                |
| День месяца   | -                 | -              | 9.05              | 19.05      | 29.06      | -                 | -                  | -                    | -                      | -                | 19.08      | -  |
| корреляция, r с фактической урожайностью (r <sub>05</sub> =0,55; r <sub>01</sub> =0,68) | <b>0,76</b>       | -              | -                 | -          | -          | <b>0,71</b>       | <b>0,74</b>        | <b>0,73</b>          | <b>0,74</b>            | <b>0,76</b>      | -          | -  |

Связь урожайности со сроками прохождения фаз и метеофакторами (осадки, температура)  
(Полевая опытная станция РГАУ-МСХА им К.А.Тимирязева, 10 лет)

| 5<br>10<br>15 | Год            | Урожайность, ц/га                               |                    | День № от 1 января |              | Межфазный период всходы-колошение |             | Метеофакторы с 10.05 по 20.06 |             |             |                         |           |                              |
|---------------|----------------|---|--------------------|--------------------|--------------|-----------------------------------|-------------|-------------------------------|-------------|-------------|-------------------------|-----------|------------------------------|
|               |                | фактический                                     | Прогноз по         |                    | всходы       | колошение                         | Число дней  | Индекс, I                     | Осадки,     |             | Средне суг. температура |           | Общий метеоиндекс Iоб=Iмм*It |
|               |                |   | Межфазным периодам | Метео факторам     |              |                                   |             |                               | мм          | Индекс, Iмм | °C                      | Индекс It |                              |
|               | 2009           | 47,7  | 45,9               | 49,7               | 131          | 173                               | 42          | 1,08                          | 104         | 1,11        | 15,4                    | 1,06      | 1,17                         |
|               | 2010           | 37,7  | 38,5               | 42,4               | 125          | 160                               | 35          | 0,90                          | 97,6        | 1,04        | 16,9                    | 0,96      | 1,00                         |
|               | 2011           | 24,6  | 38,5               | 23,4               | 128          | 163                               | 35          | 0,90                          | 52,5        | 0,56        | 16,7                    | 0,98      | 0,55                         |
|               | 2012           | 36,2  | 39,5               | 46,7               | 128          | 164                               | 36          | 0,93                          | 104,2       | 1,11        | 16,5                    | 0,99      | 1,10                         |
|               | 2013           | 37,7  | 34,8               | 36,9               | 140          | 172                               | 32          | 0,82                          | 94,4        | 1,01        | 18,9                    | 0,86      | 0,87                         |
|               | 2014           | 39,8  | 40,4               | 34                 | 123          | 160                               | 37          | 0,95                          | 83,3        | 0,89        | 18,2                    | 0,90      | 0,80                         |
|               | 2015           | 69,4  | 45,9               | 63,7               | 125          | 167                               | 42          | 1,08                          | 141,8       | 1,51        | 16,4                    | 0,99      | 1,50                         |
|               | 2016           | 42,1  | 45,0               | 49,7               | 129          | 170                               | 41          | 1,06                          | 104,5       | 1,12        | 15,5                    | 1,05      | 1,17                         |
|               | 2017           | 57,1  | 51,4               | 51,4               | 133          | 180                               | 47          | 1,21                          | 88          | 0,94        | 12,6                    | 1,29      | 1,21                         |
|               | 2018           | 32,4  | 41,6               | 31,0               | 136          | 174                               | 38          | 0,98                          | 66,3        | 0,71        | 15,7                    | 1,03      | 0,73                         |
|               | <b>средние</b> | <b>42,5</b>                                     | <b>42,2</b>        | <b>42,9</b>        | <b>129,8</b> | <b>168,3</b>                      | <b>38,5</b> | <b>-</b>                      | <b>93,7</b> | <b>-</b>    | <b>16,3</b>             | <b>-</b>  | <b>-</b>                     |
|               | День месяца    | -   | -                  | -                  | 10.05        | 17.06                             | -           | -                             | -           | -           | -                       | -         | -                            |
|               | корреляция, r  | с фактической урожайностью (r05=0,63; r01=0,76) |                    | 0,64               | -            | -                                 | -           | -                             | -           | -           | -                       | -         | -                            |
|               |                | 0,68  | 0,89               | -                  | -            | -                                 | 0,72        | 0,79                          | 0,79        | -0,39       | 0,41                    | 0,89      |                              |

За 13 лет наблюдений в «Михайловском» дата посева в среднем приходится на 9 мая, всходы на 19 мая, колошение - 29 июня. Таким образом, межфазный период посев-колошение составил 51 день, а период всходы колошение длился 41 день. Между длительностью прохождения периодов и урожайностью установлена сильная, достоверная и положительная связь (коэффициент корреляции r=0,71 и 0,74 соответственно периодам). При установлении совместной связи этих периодов с урожайностью, значение дат были переведены в индексы - отношение длительности прохождения межфазного периода данного года к средней по опыту за 10 лет, а произведение их дает значение общего индекса (Iоб). Произошло некоторое увеличение связи между общим межфазным индексом года и урожайностью. Коэффициент корреляции составил 0,76\*\*. Зная среднюю урожайность за 13 лет, нетрудно вычислить прогнозируемую урожайность.

Прогнозируемую урожайность определяют по формуле:

$$Y = \left( \frac{v_1}{v_{cp}} \times \frac{a_1}{a_{cp}} \right) \times U_{cp} = (I_p \times I_v) \times U_{cp} = I_{общ} \times U_{cp}$$

Где Y - прогнозируемая урожайность ячменя текущего года;

Ucp - средняя урожайность за 10 лет

Iобщ - общий индекс, находится по формуле Iобщ=Iп × Iв

Где: Iп - индекс межфазного периода посев колошение, находят по формуле Iп=a1/acp,

где:

a1 - число дней первого межфазного периода посев - колошение текущего года;

acp - средняя продолжительность того же периода по меньшей мере за десять лет

Где Iв - индекс межфазного периода всходы - колошение, находят по формуле

Iв=v1/vcp, где:

v1 - число дней первого межфазного периода всходы - колошение текущего года;

vcp - средняя продолжительность того же периода по меньшей мере за десять лет.

Например, в 1984 г. Iоб=1,09 умножая на среднюю урожайность - 42,3, получают прогнозируемую урожайность - 46,1 ц/га, фактическая 45,6 ц/га. Такая точность наблюдалась не каждый год, но корреляционная связь между прогнозируемой

урожаемостью и фактической была 076\*\*, что позволяет надеяться на большую вероятность получения соответствующей урожайности за 51 день до уборки (таблица 1).

#### Пример 2.

5 Во втором цикле исследования на Полевой опытной станции РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, в Москве, исследования проводились в течение 10 лет с сортами ячменя Раушан, Михайловский и ТСХА 4. Начало посевных работ в среднем на 9 дней было раньше, чем в «Михайловском» - и прохождение межфазного периода всходы - колошение проходило быстрее - 38,5 суток по сравнению с 41,4 в первом случае. Однако  
10 связь длительности прохождения периода всходы - колошение, выраженного в индексах с урожайностью была также положительной и достоверной (0,72). Имея возможность получать информацию об осадках и температуре с рядом находящейся Метеорологической обсерваторией им. В.А. Михельсона, РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, проверяли установленную ранее в «Михайловском» очень сильную связь  
15 между суммой осадков и среднесуточной температурой за май - июнь месяцы (всходы - колошение) с урожайностью. Установлена сильная, достоверная и положительная связь (коэффициент корреляции  $r=0,89^{**}$ ) между общим метеоиндексом ( $I_{об}$  - произведение индексов  $I$  мм и среднесуточной температуры  $I_t$ ) за период с 10 мая - всходы по 20 июня - колошение с урожайностью (таблица 2).

20 Выводы. Урожайность ячменя положительно связана с длиной прохождения фаз посев - колошение, всходы - колошение, а взаимный учет влияния этих периодов усиливает эту связь. Предлагаемое изобретение при наличии средней урожайности ячменя за ряд лет, а также средних дат проведения посева и прохождения таких фаз как всхожесть и колошение дает возможность прогнозировать будущую урожайность  
25 за пятьдесят дней до уборки.

#### (57) Формула изобретения

Способ прогноза урожайности ярового ячменя в отдельно взятом хозяйстве на основе многолетних ежегодных наблюдений за фактическими значениями урожайности,  
30 отличающийся тем, что для прогноза урожайности ведут учет длительности прохождения двух межфазных периодов: посев - колошение и всходы - колошение, определяют индексы межфазных периодов как отношение числа дней первого периода посев - колошение текущего года к средней продолжительности того же периода по меньшей мере за десять лет, аналогично находят индекс второго межфазного периода всходы -  
35 колошение, произведение найденных индексов дает значение общего индекса, а прогнозируемую урожайность определяют как произведение значения общего индекса на среднюю урожайность, полученную по меньшей мере за десять лет.

40

45