

УДК 631.17: 631.4

UDC 631.17: 631.4

06.01.01 Общее земледелие, растениеводство

06.01.01 General agriculture and crop production

**ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ ОБРАБАТЫВАЕМОГО СЛОЯ ПОЧВЫ****TEMPERATURE REGIME OF THE TREATED SOIL LAYER**<sup>1</sup>Камбулов Сергей Иванович

д.т.н., доцент

SPIN-код: 3854-2942, AuthorID: 696497

[kambulov.s@mail.ru](mailto:kambulov.s@mail.ru)<sup>1</sup>Kambulov Sergei Ivanovich

Doctor of Technical Sciences, Associate Professor

SPIN- code : 3854-2942, AuthorID: 696497

[kambulov.s@mail.ru](mailto:kambulov.s@mail.ru)<sup>1</sup>Рыков Виктор Борисович

д.т.н., ст. науч. сотр.

SPIN-код: 8328-6310, AuthorID: 424873

<sup>1</sup>Rykov Viktor BorisovichDoctor of Technical Sciences, Senior Researcher  
Federal

SPIN- code : 8328-6310, AuthorID: 424873

<sup>2</sup>Трубилин Евгений Иванович

д.т.н., профессор,

SPIN-код: 6414-8130, AuthorID: 175537

<sup>2</sup>Trubilin Evgeny Ivanovich

Doctor of Technical Sciences, Professor

SPIN-code: 6414-8130, AuthorID: 175537

<sup>1</sup>Колесник Валентина Владимировна

SPIN-код: 3511-5207, AuthorID: 696657

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Аграрный научный центр «Донской» подразделение Северо-Кавказский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства (ФГБНУ «АНЦ «Донской» подразделение СКНИИМЭСХ), г. Зерноград, Россия

<sup>1</sup>Kolesnik Valentina Vladimirovna

SPIN- code : 3511-5207, AuthorID: 696657

<sup>1</sup>Federal state research institution of the «Agrarian Science Center «Donskoy» subdivision North-Caucasian scientific research Institute of mechanization and electrification of agriculture, Zernograd, Russia

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина.  
350044, г. Краснодар, ул. Калинина 13

<sup>2</sup> Federal state budgetary educational institution of higher education «Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin», Krasnodar, Russia

В статье рассмотрены возможности влияния на тепловой режим почвы с помощью агротехнических мероприятий, а также представлены результаты исследований по определению температуры в различных слоях почвы в условиях недостаточного и неустойчивого увлажнения юга России. Экспериментальные исследования выполнены на опытном поле ФГБНУ «АНЦ «Донской» (г. Зерноград, Ростовская область) в условиях многолетнего стационарного опыта при возделывании сои по различным технологиям (традиционная, нулевая). Регистрация температуры почвы проводилась на глубине 30 и 60 см с помощью датчиков температуры с диапазоном измерений от -40°C до + 85°C при точности измерений ±0,6°C. Для накопления данных использовался регистратор (метеостанция) Watch Dog серии 1400 Micro. Цель исследований заключалась в определении и сравнении влияния технологий обработки почвы на величину температуры в почве на различных уровнях. На основании проведенных исследований установлено, что среднее значение температуры окружающего воздуха составило 23,8°C, а стандартное отклонение – 3,1°C. Эти показатели выше, чем температура почвы на фоне обработанном по традиционной технологии, и на необработанном фоне. Наиболее низкая

The article discusses the influence on the thermal regime of soil by agricultural activities, as well as the results of studies on determination of temperature in different soil layers under conditions of insufficient and unstable moistening of southern Russia. Experiments were performed in the experimental field in FSRI of the «ASC «Donskoy» (Zernograd, Rostov oblast) in terms of long-term stationary experience in the cultivation of soybeans with different technologies (traditional, zero). We performed the soil temperature checking at a depth of 30 and 60 cm using the temperature sensors with a measurement range from -40°S to + 85°S with a measuring accuracy of ±0,6°S. For accumulation of data were used in the logger (weather station) Watch Dog 1400 series Micro. The purpose of the research was to determine and compare the influence of technologies of processing of soil on the temperature of the soil at different levels. On the basis of the conducted researches it is established that the average value of the ambient temperature stood at 23,8°S a standard deviation of 3,1°S. These figures are higher than the temperature of the soil at the background processed by traditional technology, and the raw background. The lowest average soil temperature at a depth of 30 cm (21,2°S) recorded at zero background, obviously due to the presence on the soil surface of plant

средняя температура почвы на глубине 30 см (21,2°C) зафиксирована на нулевом фоне, очевидно за счет наличия на поверхности почвы растительных остатков, которые защищают почву от солнечной радиации. Таким образом, почва как динамичная система преобразует входной сигнал (температура окружающего воздуха) так, что он уменьшается по величине и по скорости изменения (динамичности). Эти особенности почвы определяются технологиями обработки почвы

Ключевые слова: ТЕМПЕРАТУРА ПОЧВЫ, ТЕХНОЛОГИЯ, ОБРАБОТКА ПОЧВЫ, ВРЕМЯ КОРРЕЛЯЦИИ, ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ

residues that protect the soil from solar radiation. Thus, the soil as a dynamic system converts the input signal (the ambient temperature) so that it is reduced in size and the rate of change (dynamic). These soil characteristics are determined by the technologies of soil processing

Keywords: SOIL TEMPERATURE, TECHNOLOGY, TILLAGE, TIME CORRELATION, THERMAL CONDUCTIVITY

Doi: 10.21515/1990-4665-146-012

## Введение

Тепловой режим почвы играет важную роль при вегетации растений, так как он влияет на интенсивность происходящих в ней биологических, химических, физических и биохимических процессов, на рост и развитие растений [1].

В связи с этим можно отметить такой важный физический процесс, происходящий в почве, как атмосферная ирригация, то есть оседание росы в почве, который происходит только при условии, когда температура почвы ниже, чем температура воздуха. При этом, чем ниже температура почвы, тем больше росы в ней будет осаждаться, что очень важно особенно в условиях недостаточного увлажнения [2].

Но задача усложняется тем, что другой важный процесс в почве – нитрификация не может проходить при низкой температуре. Нитрификация возможна при температурах почвы в пределах от 10 до 45°C, а оптимум составляет 25°C. Следовательно, в почве должен быть такой температурный режим, чтобы одновременно могли происходить и нитрификация, и атмосферная ирригация [3].

Регулирование теплового режима почв можно осуществлять с помощью агротехнических, агрометеорологических и агрометеорологических приемов [4, 5].

### **Материалы и методы**

Исследования выполнены в 2014-2017 годах на опытных полях ФГБНУ «АНЦ «Донской» (СКНИИМЭСХ) (г. Зерноград, Ростовская область). Почвенный покров представлен черноземом обыкновенным с содержанием гумуса 3,2%. Среднегодовые значения по количеству осадков – 562-600 мм, температура воздуха – 9,6<sup>0</sup>С, влажность воздуха – 56% [6].

Для определения температуры почвы используется регистратор (метеостанция) Watch Dog серии 1400 Micro. Регистратор предназначен для автоматической регистрации и записи экологических данных почвы на протяжении заданного времени. Для измерения температуры почвы использовался внешний датчик температуры с диапазоном измерения от -40<sup>0</sup>С до +85<sup>0</sup>С при точности измерений  $\pm 0,6^{\circ}\text{C}$ .

При проведении экспериментальных исследований датчики измерения температуры почвы были установлены на различных фонах при возделывании сои по традиционной и нулевой технологиям. Обработка почвы по традиционной технологии была проведена комбинированным агрегатом УНС-3 с плоскорежущими рабочими органами [7, 8]. На этом фоне датчики температуры были установлены на глубине 30 см. На фоне нулевой технологии датчики были установлены на глубине 30 и 60 см.

Таким образом, размещение датчиков метеостанции позволило сравнить динамику температуры почвы по глубине и по технологии обработки почвы.

### **Результаты исследований**

На рисунке 1 приведена динамика температурного режима почвы за период вегетации сои.

Необходимо отметить, что при проведении экспериментальных исследований проводились наблюдения и за температурой окружающего воздуха, изменения которой так же приведены на рисунке 1. При этом на

рисунке введены следующие обозначения: Б30-температура почвы на глубине 30 см на фоне, обработанном по традиционной технологии, Н30, Н60-температура почвы на глубине 30 и 60 см на фоне, обработанном по нулевой технологии при возделывании сои.

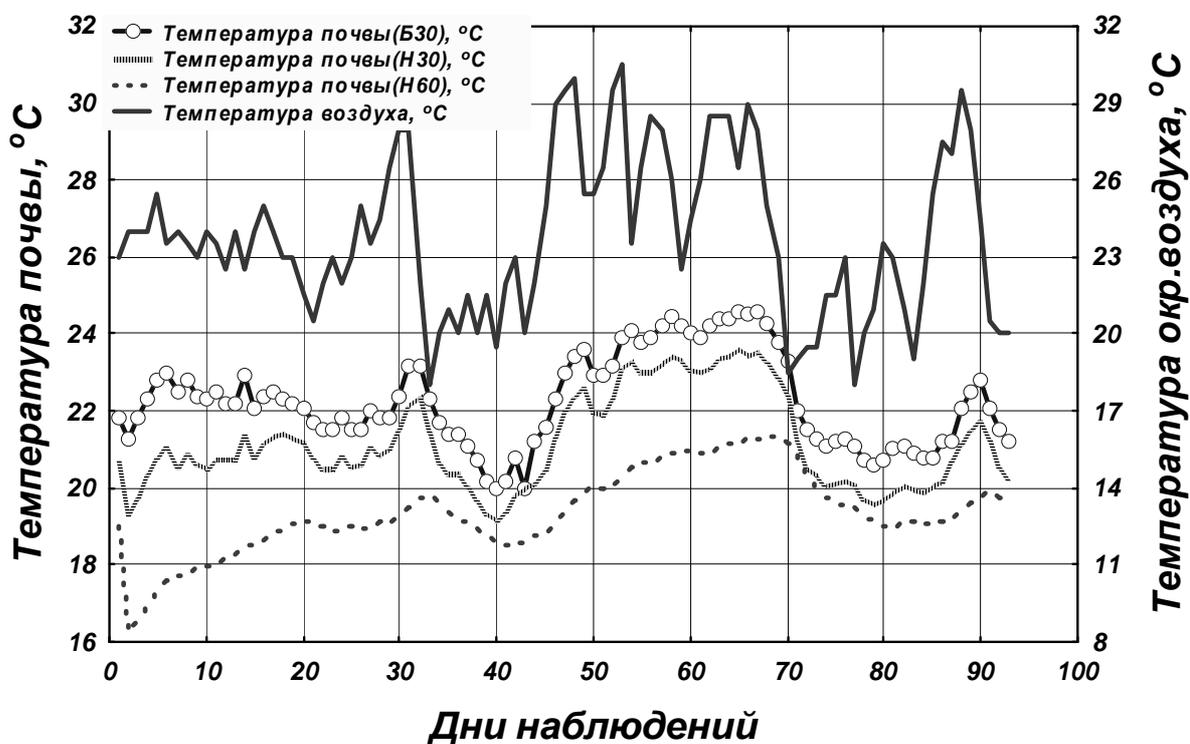


Рисунок 1 – Динамика температуры почвы и окружающего воздуха при проведении исследований

Представленные на рисунке ряды изменения температуры схожи в том, что эта температура изменяется в каждом из них и имеет периодическую составляющую. Кроме того кривые протекают как бы параллельно друг другу, что указывает на их корреляционную зависимость и во всех случаях температура почвы ниже, чем температура окружающего воздуха, что должно способствовать протеканию атмосферной ирригации. Наибольшая разность между температурой воздуха и температурой почвы наблюдается для кривой Н60, на втором месте по величине разности стоит кривая Н30 и последнее место занимает кривая Б30. При этом температура окружающего воздуха изменяется более динамично, чем температура почвы.

Для получения количественных оценок для отмеченных выше наблюдений был проведен корреляционный анализ, результаты которого приведены на рисунках 2 и 3.

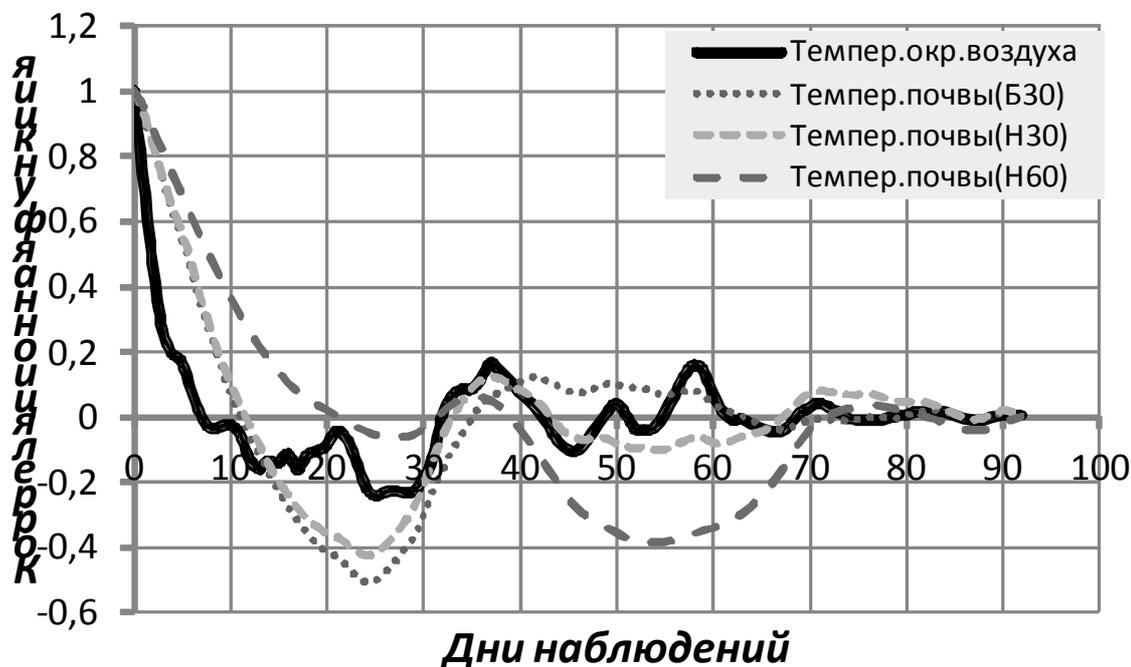


Рисунок 2 – Корреляционные функции температуры окружающего воздуха и температуры почвы

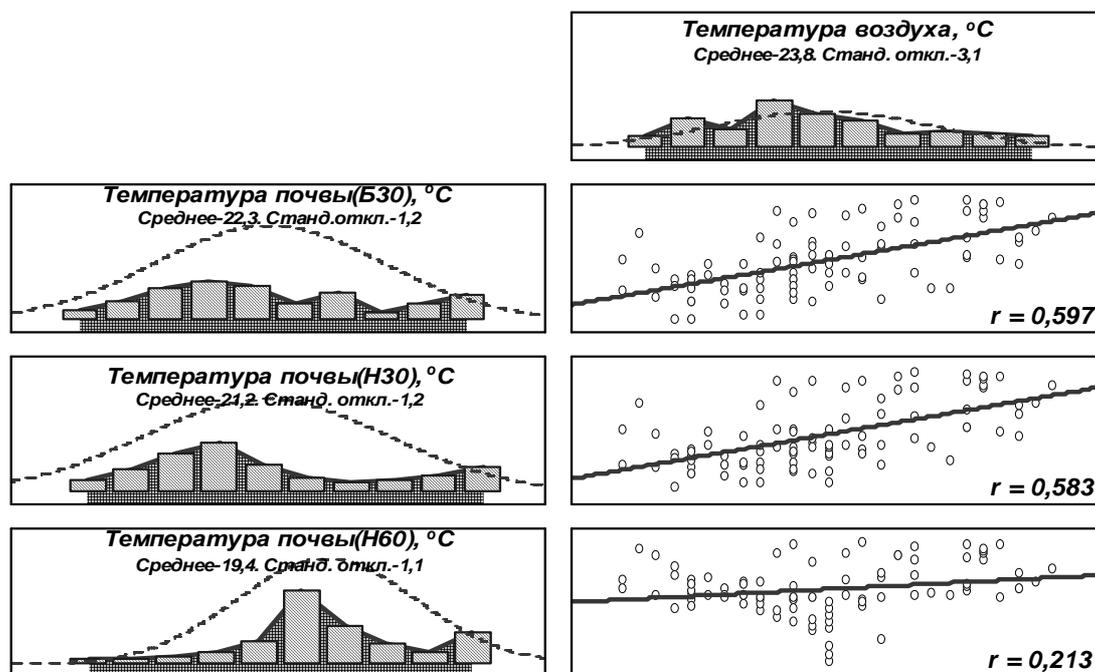


Рисунок 3 – Статистические характеристики температуры окружающего воздуха и температуры почвы

На рисунке 2 приведены корреляционные функции температуры окружающего воздуха и температуры почвы. Они позволяют оценить внутреннюю структуру рассматриваемых процессов и скорость (динамичность) их изменения.

Из рисунка видно, что наименьшее время корреляции равно семи дням имеет процесс изменения температуры окружающего воздуха. На втором месте по величине времени корреляции (11 дней) стоят процессы изменения температуры слоя почвы на глубине 30 см, на фонах по традиционной и по нулевой технологиям. При этом на обоих фонах время корреляции практически одинаково.

Наибольшее время корреляции (21 день) имеет процесс изменения температуры почвы на глубине 60 см.

Все процессы имеют периодический характер изменения, так как корреляционные функции колеблются около оси времени.

Таким образом, важнейшее свойство почвы состоит в том, что она стабилизирует изменение температуры, и чем больше глубина, тем выше эта стабилизация, что важно для проходящих в почве различных сложных биофизических процессов.

На рисунке 3 приведены основные статистические характеристики изучаемых процессов изменения температуры

Среднее значение температуры окружающего воздуха составляет  $23,8^{\circ}\text{C}$ , а стандартное отклонение –  $3,1^{\circ}\text{C}$ . Эти показатели выше, чем температура почвы и на фоне, обработанном по традиционной технологии, и на фоне, обработанном по нулевой технологии. Наиболее низкая средняя температура почвы на глубине 30 см, равная  $21,2^{\circ}\text{C}$  наблюдается на фоне, обработанном по нулевой технологии, очевидно за счёт наличия на поверхности почвы не заделанных растительных остатков, которые защищают почву от солнечной радиации.

С увеличением глубины температура почвы снижается. Так при нулевой обработке почвы средняя температура на глубине 30 см составляет  $21,2^{\circ}\text{C}$ , а на глубине 60 см –  $19,4^{\circ}\text{C}$ .

Следовательно, если считать входной случайной функцией температуру окружающего воздуха, а выходной случайной функцией – температуру почвы, то, как динамическая система почва, представляет собой усилительное звено с коэффициентом усиления меньше единицы, так как на выходе температура меньше, чем на входе.

На этом же рисунке приведены коэффициенты корреляции между температурой окружающего воздуха и температурой почвы при разных способах обработки и на разной глубине. Наибольшая корреляция наблюдается на фоне, обработанном по традиционной технологии ( $r = 0,597$ ). С увеличением глубины коэффициент корреляции снижается. Так на фоне при нулевой обработке на глубине 30 см коэффициент корреляции составляет 0,583, а на глубине 60 см – 0,213.

Наибольшую динамичность имеет температура окружающего воздуха (стандарт отклонения равен 3,1), температура почвы изменяется менее динамично, так как стандарт отклонения не превышает 1,1, что подтверждает показатели корреляционных функций, приведенных на рисунке 2.

### **Заключение**

Таким образом, почва как динамическая система преобразует входной сигнал (температура окружающего воздуха) так, что он уменьшается по величине и по скорости изменения (динамичности). Эти особенности почвы определяются как способами обработки, так и её составом, так как различная структура почвы и составляющие, определяющие эту структуру, имеют различную теплопроводность и теплоёмкость.

При этом с увеличением глубины коэффициент корреляции между температурой окружающего воздуха и температурой почвы снижается.

### Литература

1. Михайлов, Ф.Д. Теоретические основы экспериментальных методов определения температуропроводности почв / Михайлов Ф.Д., Шеин Е.В. // Почвоведение. – 2010. – №5. – С. 597-605.
2. Герайзаде, А.П. Термо- и влагоперенос в почвенных системах. Баку. – 1982. Элм. 159 с.
3. Умаров, М.М. Микробиологическая трансформация азота в почве / Умаров М.М., Кураков А.В. Степанов А.П. – М.: ГЕОС, 2007.
4. Камбулов, И.А. Статистическая динамика природно-климатических факторов и урожайность зерновых колосовых культур / И.А. Камбулов, С.И. Камбулов, В.Б.Рыков // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2013. – №6 – С. 22-24.
5. Рыков, В.Б. Особенности возделывания озимой пшеницы в условиях недостаточного увлажнения Ростовской области / Рыков В.Б., Камбулов С.И., Камбулов И.А., Вялков В.И., Таранин В.И., Шевченко Н.В., Янковский Н.Г. // Черноград, ВНИПТИМЭСХ. – 2010. – 172 с.
6. Рыков, В.Б. Тепло- и влагоперенос в почве в зависимости от используемой технологии ее обработки / Рыков В.Б., Камбулов С.И., Камбулов И.А. // В сб. «Актуальные проблемы научно-технического прогресса в АПК». – «Агроуниверсал-2013» – 2013. – С. 271-279.
7. Пахомов, В.И. Опыт возделывания озимой пшеницы в условиях недостаточного увлажнения / Пахомов В.И., Рыков В.Б., Камбулов С.И., Шевченко Н.В., Ревякин Е.Л. – Москва. – 2015. – 160 с.
8. Рыков, В.Б. Организационно-технологический проект производства сильных и твердых (ценных) пшениц в условиях недостаточного увлажнения с использованием комплексов машин с адаптивными рабочими органами / Рыков В.Б., Камбулов С.И., Камбулов И.А., Вялков В.И., Шевченко Н.В., Таранин В.И. // Черноград, ВНИПТИМЭСХ. – 2010. – 147 с.

### References

1. Mikayylov, F.D. Teoreticheskiye osnovy eksperimental'nykh metodov opredeleniya temperaturoprovodnosti pochv / Mikayylov F.D., Shein Ye.V. // Pochvovedeniye. - 2010. - №5. - S. 597-605.
2. Gerayzade, A.P. Termo- i vlagoperenos v pochvennykh sistemakh. Baku. - 1982. Elm. 159 s.
3. Umarov M.M. Mikrobiologicheskaya transformatsiya azota v pochve / Umarov M.M., Kurakov A.V. Stepanov A.P. - M.: GEOS, 2007.
4. Kambulov, I.A. Statisticheskaya dinamika prirodno-klimaticheskikh faktorov i urozhaynost' zernovykh kolosovykh kul'tur / I.A. Kambulov, S.I. Kambulov, V.B.Rykov // Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyaystva. - 2013. - №6 - S. 22-24.
5. Rykov, V.B. Osobennosti vzdelyvaniya ozimoy pshenitsy v usloviyakh nedostatocznego uvlazhneniya Rostovskoy oblasti / Rykov V.B., Kambulov S.I., Kambulov I.A., Vyalkov V.I., Taranin V.I., Shevchenko N.V., Yankovskiy N. G. // Zernograd, VNIP-TIMESKH. - 2010. - 172 s.
6. Rykov, V.B. Teplovlagoperenos v pochve v zavisimosti ot ispol'zuyemoy tekhnologii yeye obrabotki / Rykov V.B., Kambulov S.I., Kambulov I.A. // V sb. «Aktual'nyye problemy nauchno-tekhnicheskogo progressa v APK». - «Agrouniversal-2013» - 2013 g. - S. 271-279.

7. Pakhomov, V.I. Opyt vozdeleyvaniya ozimoy pshenitsy v usloviyakh nedostatochnogo uvlazhneniya / Pakhomov V.I., Rykov V.B., Kambulov S.I., Shevchenko N.V., Revyakin Ye.L. - Moskva. - 2015. - 160 g.

8. Rykov, V.B. Organizatsionno-tehnologicheskii proyekt proizvodstva sil'nykh i tverdykh (tsennykh) pshenits v usloviyakh nedostatochnogo uvlazhneniya s ispol'zovaniyem kompleksov mashin s adaptivnymi rabochimi organami / Rykov V.B., Kambulov S.I., Kambulov I.A., Vyalkov V.I., Shevchenko N.V., Taranin V.I. // Zernograd, VNIPTIMESKH. - 2010. s. 147 s.