

# INFORMATIONAL TECHNOLOGIES IN AGRICULTURE

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

---

### APPLICATION OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN FODDER CONSERVATION

**Blagov D.A.**, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher,  
Institute for Engineering Support of Agriculture – branch of FSAC VIM  
**Mironova I.V.**, Doctor of Biological Sciences, Professor, Bashkir State Agrarian University  
**Mitrofanov S.V.**, Candidate of Agricultural Sciences, Vice-director for Science,  
Institute for Engineering Support of Agriculture – branch of FSAC VIM  
**Panfyorov N.S.**, Candidate of Technical Sciences, Vice-director for Innovations and Development  
of pilot-scale production, Institute for Engineering Support of Agriculture – branch of FSAC VIM

**Abstract.** This article considers the methods for optimizing working calculations being carried out in the conservation of succulent fodders, including silage. The software product «SILOS» v 1.2., developed to accomplish this task, facilitates the solution of the following technological tasks: determination of the optimal pH of the fodder, depending on the dry matter of the crop for conservation; enrichment with nitrogen containing preparations for the increased protein density; acidification of silage in order to remove the excess of organic acids in the process of fermentation, etc. This development involves formulas to determine the amount of the silage conserved in trenches, stacks, towers. The proposed software product serves to solution of basic technological tasks in silage conservation and also determination of the optimal amount of fodder of this type to be fed to cows in the dependence on their body weight.

**Keywords:** formula, program, interface, moisture content, acidity, acidification, enrichment, amount of conserved fodder.

### ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В КОРМОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТАХ

**Благов Д.А.**, канд. биол. наук, старший научный сотрудник,  
ИТОСХ – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ «Институт технического обеспечения – филиал»  
**Миронова И.В.**, доктор биол. наук, профессор,  
Башкирский государственный аграрный университет  
**Митрофанов С.В.**, канд. с.-х. наук, зам. директора по научной работе,  
ИТОСХ – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ «Институт технического обеспечения – филиал»  
**Панферов Н.С.**, канд. тех. наук, зам. директора по инновационным разработкам и развитию  
экспериментального производства, ИТОСХ – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ  
«Институт технического обеспечения – филиал»

**Аннотация.** В статье рассматриваются методы оптимизации проведения производственных расчетов при заготовлении сочных кормов, в частности силоса. Для реализации поставленной задачи был разработан программный продукт «СИЛОС» v 1.2., который позволяет решать следующие технологические задачи: определение оптимального pH корма, исходя из сухого вещества заготавливаемой культуры; обогащение азотистыми препаратами с целью повышения протеиновой питательности; раскисление силоса для уменьшения избытка органических кислот образующихся во время брожения и т.д. В данной разработке

реализованы формулы для определения объема заготовленного силоса в траншеях, курганах, башнях. Предлагаемый программный продукт призван решать основные технологические задачи, связанные с заготовкой силоса, а также определять оптимальное количество скармливаемого данного вида корма, исходя из живой массы коровы.

**Ключевые слова:** формула, программа, интерфейс, влажность, кислотность, раскисление, обогащение, объем заготовленного корма.

**Введение.** Заготовка кормов высокого качества является одним из важнейших этапов формирования прочной кормовой базы. Залогом доброкачественности корма служит правильно подобранная агротехника возделывания кормовой культуры, уборка зелёной массы в оптимальную фазу вегетации, выполнение заготовительных работ в установленные сроки и т.д. Убранную зелёную массу используют в заготовке как грубых кормов в виде сена, сенажа, так и сочного корма – силоса [1-4].

Силос является универсальным, молокогонным кормом, который способствует повышению молочной продуктивности, а также содержит, провитамин А. Процесс силосования зелёной массы основывается на молочнокислом брожении сахаров заготавливаемого корма в аэробных условиях. В результате брожения образуются органические кислоты: молочная, уксусная, пропионовая и т.д. Предпочтение отдаётся молочнокислому брожению, так как молочная кислота является более активной, чем уксусная кислота и для своего синтеза затрачивает меньше сахара а, следовательно, и созревание силоса будет протекать в меньшие сроки. В результате брожения силосной массы понижается рН среды, что в свою очередь способствует подавлению гнилостных процессов. Чтобы силосованный корм отвечал оптимальным показателям питательности, необходимо строгое соблюдение всех технологических операций, а также своевременный химический анализ сырья и корректировка необходимых технологических расчётов. К технологическим расчётам можно отнести регулирование влажности силосуемой зелёной массы при закладке, определение объёма и веса заготовленного корма, расчёт оптимального значения рН, обогащение азотистыми добавками с целью повышения протеиновой питательности и многое другое [5-9].

К сожалению, на практике достаточно сложно найти необходимую информацию для проведения расчётов (формулы, поправочные коэффициенты и т.д.). Для решения данной проблемы нами был разработан программный комплекс «СИЛОС», который обеспечивает проведение основных расчётов в зоотехнии. Программа может применяться в хозяйствах разных форм собственности, а также в ВУЗах для образовательных целей (демонстрация автоматизации производственных процессов) и в решении научных задач (помощь хозяйствам в анализе и заготовке кормов).

**Описание программы.** Программный комплекс «СИЛОС» представляет собой набор расчётных модулей, которые объединены под общим интерфейсом. Модули в данной программе реализованы в виде кнопок, что позволяет запускать необходимый расчет. Каждая кнопка программы имеет свое уникальное название, отражающее суть проводимой операции (рисунок 1).

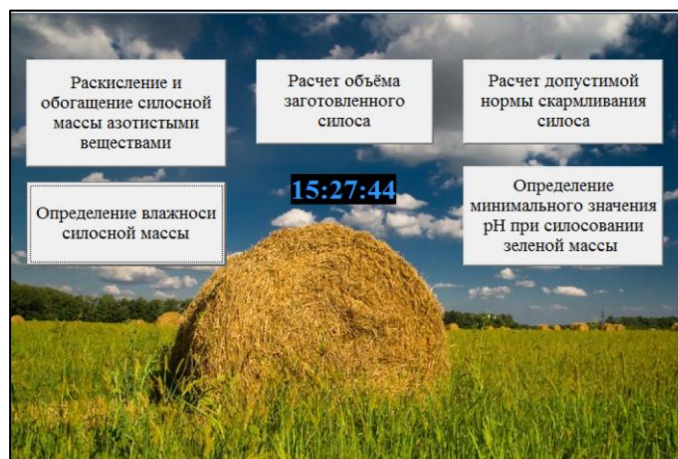


Рисунок 1 – Интерфейс программы «СИЛОС» v 1.2.

К преимуществам данной программы относятся её малая емкость (менее 1 Mb), что даёт возможность запуска без предварительной установки в операционную систему. Храниться программный комплекс может как на компьютере, так и на съёмных носителях, что делает его мобильным.

**Модуль «Определение влажности силосной массы».** Для получения силоса высокого качества, необходимо установить влажность силосуемой зелёной массы, соломы и готового продукта. В настоящее время для определения этих показателей практики применяют «квадрат Пирсона». Недостатком этого метода является его трудоёмкость и владение последовательностью проводимых вычислений. Для упрощения проводимого расчёта и исключения ошибок предлагается применять модуль по определению влажности силосной массы (рисунок 2).

Расчет компонентов для регулирования влажности силоса при закладке	
Оптимальная влажность силосуемой массы, %	75
Влажность зеленой массы, %	80
Влажность соломы, %	12
На 197 тонн силосной массы необходимо:	РАССЧИТАТЬ
Зеленой массы, тонн	168.02
Соломы, тонн	28.97

Рисунок 2 – Интерфейс модуля по регулированию влажности силоса

Модуль представляет собой четыре ячейки, в которые пользователь вводит необходимую информацию для вычислений, а также две управляющие кнопки. В качестве примера введём следующие данные: влажность готового силоса – 75%, закладываемой зелёной массы – 80%, соломы – 12%. Общее количество силоса, на которое и будет проводиться расчёт, составляет – 197 т. Когда заполнены все требуемые ячейки, пользователь нажимает кнопку «РАССЧИТАТЬ» и программа выдаёт результат. В данном примере показано, что для получения силоса влажностью 75% и общим объемом 197 т, необходимо заложить зелёной массы влажностью 80% – 168,02 т и соломы влажностью 12% – 28,97 т. Если необходимо провести ряд расчетов, то нужно нажать на кнопку «ОЧИСТИТЬ» и все заполненные ранее ячейки с данными и выходной информацией очистятся.

**Модуль «Раскисление и обогащение силосной массы азотистыми веществами».** Особенность данной программы заключается в том, что она объединяет два независимых расчета (рисунок 3).

Рисунок 3 – Интерфейс программы по раскислению и обогащению силоса

Раскисление силоса может проводиться в ситуациях, когда значение рН ниже рекомендуемой границы. В качестве раскисляющих агентов могут применяться различные добавки на основе натрия и кальция (углекислый натрий, бикарбонат натрия, едкий натр, мел и т.д.). Граница ввода раскислителей достаточно обширна. Например, мел и соду можно использовать в количестве 5-10 г на 1 кг силоса. После добавления раскисляющих агентов скармливание силоса производится только через 2 часа. За этот промежуток времени наступает нейтрализация кислот и повышение уровня рН. Чтобы рассчитать количество раскислителя необходимо заполнить 2 ячейки. В первую вводится количество реагента (для примера было взято 8,0 г) и количество силосной массы – 4370 т. После проведения расчётов было установлено, что в 4370 т силоса необходимо добавить 546,25 кг раскисляющего реагента.

Обогащение силоса азотистыми добавками необходимо в случае, когда закладываемая культура имеет низкую протеиновую питательность. Внесение азотистых веществ повышают протеиновую питательность в среднем на 40,0%. Оптимальная дозировка азотистых добавок колеблется в пределах 4-7 г на 1 кг силосуемой массы. Применение карбамида и ряда других синтетических азотистых соединений является безопасным и доступным способом использования небелковых добавок в кормлении скота. В процессе силосования большая часть карбамида превращается в аммонийные соли органических кислот, которые медленно растворяются в содержимом рубца жвачных и лучше используются его микрофлорой для синтеза белка.

Пример расчёта обогащения силоса небелковой добавкой показан на рисунке 3. В качестве азотистой добавки был выбран карбамид в количестве – 5 кг на 1 т и общее количество силосной массы – 354 т. Расчёт показал, что на указанный объём силосуемой массы необходимо ввести 1770 кг карбамида. Дозировка азотистых добавок в программе начинается от 1 и заканчивается 10 кг на 1 т силоса, что позволяет проводить различные варианты расчёта.

**Модуль «Расчет объема заготовленного силоса».** Данный модуль состоит из 5 командных кнопок, которые участвуют в проведении расчетов (рисунок 4).

Рисунок 4 – Интерфейс программы по расчёту объема заготовленного силоса

Первая кнопка в модуле содержит информацию о весе 1 м<sup>3</sup> готового силоса. Эта информация используется для следующих 4 кнопок расчёта. Необходимость введения справочной информации обусловлено, прежде всего, тем, что у пользователя вся необходимая информация находится в одном месте. Внешний вид справочной информации представлен на рисунке 5.

Справочная информация включает девять позиций, в которых указывается фаза вегетации кормовой культуры и масса 1 м<sup>3</sup> готового продукта. После окончания закладки зелёной массы на силос через двадцать дней проводят учёт заготовленного корма. Заготавливают силос в различные сооружения, такие как траншеи, курганы, башни и т.д.

<b>Вес 1 кубического метра готового силоса</b>	
Силос из кукурузы, убранной до молочной спелости почвтков	800 - 850 кг
Силос из кукурузы, убранной в молочновосковой спелости початков	750 - 800 кг
Силос из кукурузы, убранной в восковой спелости початков	650 - 700 кг
Силос из подсолнечника, убранного во время цветения корзинок	800 - 850 кг
Силос из злаково-бобовых однолетних мешанок	650 - 700 кг
Силос из естественных трав в неизмельченном виде	550 - 600 кг
Силос из картофеля	1000 - 1100 кг
Силос из початков кукурузы	850 - 900 кг
Комбинированный силос	1000 - 1100 кг

Рисунок 5 – Интерфейс справочной информации

Чтобы определить количество заготовленного силоса для конкретного сооружения в настоящее время применяются различные формулы расчёта. В программный комплекс «СИЛОС» интегрированы четыре формулы, которые позволяют вычислить объём заготовленного силоса в траншеях, курганах, курганах в форме усечённого конуса, башнях.

Расчеты по определению 1 м<sup>3</sup> в траншеях проводят по следующей формуле:

$$\text{объем} = \frac{D1 + D2}{2} * \frac{Ш1 + Ш2}{2} * B, \quad (1)$$

Где D1 – длина силосной траншеи по верху, м;

D2 – длина силосной траншеи по дну, м;

Ш1 – ширина силосной траншеи по верху, м;

Ш2 – ширина силосной траншеи по дну, м;

B – высота укладки силоса, м.

Как видно из описания представленной формулы, расчёты по объёму заготовленного силоса достаточно просты, хотя и занимают определённое время. Поэтому предложенный модуль на основе приведённой выше формулы, будет являться актуальным для зоотехников (рисунок 6).

Чтобы провести вычисления, необходимо заполнить шесть ячеек исходными данными. Для примера были введены следующие показатели: длина по верху – 15 м, длина по дну – 12 м, ширина по верху – 9 м, ширина по дну – 7 м, высота укладки – 3 м, вес 1 м<sup>3</sup> силоса – 800 кг. После введения всех исходных данных расчет показал, что при габаритных размерах траншеи объём силоса составил – 324 м<sup>3</sup>, а масса данной закладки – 259,2 т.

Рисунок 6 – Интерфейс расчёта силосной траншеи

Хранение силоса в курганах приводит к потерям питательных веществ до 30%. Современные справочники по кормопроизводству и кормлению сельскохозяйственных животных не включают методики определения объёма силоса в курганах, что затрудняет достоверность учёта заготовленного силоса и ведёт к чрезмерному списыванию кормов на производство продукции животноводства. Объём силоса в курганах можно установить на основании измерения длины окружности и перекидки по следующей формуле:

$$\text{объем} = (D^2 + 0,16 * P^2) * K, \quad (2)$$

где  $D$  – диаметр кургана, м;

$P$  – длина перекидки, м;

$K$  – коэффициент.

Коэффициент, используемый в формуле для вычисления объёма кургана, определяется по следующей формуле:

$$K = 0,129 \sqrt{((P + D) * (P - D))}, \quad (3)$$

где  $D$  – диаметр кургана, м;

$P$  – длина перекидки, м.

Для определения диаметра кургана измеряют длину его окружности у основания и полученную величину делят на 3,14. Перекидку (расстояние от основания кургана с одной стороны через центр до основания с другой стороны) измеряют шнуром в трёх местах и принимают среднее из трёх измерений.

Использование модуля расчёта объёма кургана, позволяет снизить количество расчётных операций. В данном случае пользователь заполняет только две ячейки с входными данными, и программа производит вычисления (рисунок 7).

Рисунок 7 – Интерфейс расчета объема кургана

В качестве примера приведён курган с длиной перекидки – 27 м, диаметром – 19 м, а вес 1 м<sup>3</sup> силоса – 850 кг. Вычисления показали, что объём кургана составил – 1181,99 м<sup>3</sup> и масса силоса в нём – 1004,69 т.

Если курган имеет форму усечённого конуса, то формула расчёта будет иметь вид:

$$\text{объем} = 1,047 * (P_1^2 + P_2^2 + P_1 * P_2) * B, \quad (4)$$

где  $P_1$  – радиус нижнего основания, м;

$P_2$  – радиус верхнего основания, м;

$B$  – высота кургана, м.

Представленная формула легла в основу для модуля вычислений кургана в форме усеченного конуса (рисунок 8).

Рисунок 8 – Интерфейс расчета объема кургана в форме усеченного конуса

В качестве исходных данных ввели: радиус нижнего основания – 15 м, верхнего основания – 10 м, высота – 6 м, масса 1 м<sup>3</sup> силоса – 750 кг. Расчёты показали, что курган с заданными параметрами имеет объём – 2983,95 м<sup>3</sup> и заложенная масса силоса составила – 2237,96 т.

Заключительным 5 модулем является «Расчет объёма силосной башни». Данный показатель вычисляется по формуле:

$$\text{объем} = \frac{D^2}{4} * 3,14 * B, \quad (5)$$

где  $D$  – диаметр башни, м;

$B$  – высота башни, м.

Для определения объёма силосной башни в модуле (рисунок 9) нужно ввести следующие показатели: диаметр башни и высоту. В примере они равны – 15 м, 10 м, вес 1м<sup>3</sup> силоса 750 кг соответственно.

Рисунок 9 – Интерфейс расчета объема башни

Башня с заданными характеристиками имеет объём – 1766,25 м<sup>3</sup> и вмещает силос общей массой – 1324,68 т.

**Модуль «Расчёт допустимой нормы скармливания силоса».** Определение суточной дачи силоса позволяет планировать общую потребность в данном виде корма, а также оценить уровень кормления в целом. Программный комплекс «СИЛОС» проводит два вида расчета: по максимальной даче силоса без раскислителей, а также с ними. Входной информацией для проведения расчёта является: живая масса коровы, содержание органических кислот в 1 кг силоса, количество органических кислот на 1 кг массы животного, максимальная суточная дача раскислителя и его количество для нейтрализации 1 г кислоты (рисунок 10).

Для расчёта по первому алгоритму была выбрана масса коровы – 536 кг, содержание органических кислот в 1 кг силоса – 25 г (по умолчанию), органических кислот на 1 кг массы – 1 г. Если содержание уксусной и масляной кислот (25,0% и меньше суммы всех кислот) дойным коровам можно скармливать силос без раскисления до тех пор, пока на 1 кг живой массы не будет задано около 2 г кислот в переводе на молочную кислоту. При высоком содержании уксусной и масляной кислот (до 50,0% и более суммы всех кислот) дойным коровам удаётся скармливать силос без раскисления в количестве около 1 г кислот в переводе на молочную кислоту.



Рисунок 10 – Интерфейс программы по расчёту суточной дачи силоса

Поэтому для примера был взят 1 г органических кислот, хотя в программе имеется показатель в 2 г. После заполнения требуемых данных производится расчёт в суточной потребности силоса без учёта раскислителя. Было установлено, что корове массой 536 кг можно скармливать силос в количестве – 21,44 кг без вреда для её здоровья.

Кислоты, поступающие в организм коровы сверх нормы, необходимо нейтрализовать путём раскисления силоса кальцинированной содой или едким натром, задавая на 1 г кислоты (в пересчете на молочную) 0,5 г едкого натра или 0,6 г кальцинированной соды, тем самым применяя раскислитель, можно увеличить суточную дачу силоса. В сутки корове можно скормить с учетом потребности её в натрии до 150 г одного из названных препаратов. В качестве примера была выбрана кальцинированная сода. Второй расчёт показал, что применяя раскислитель в рационе, увеличивается суточная дача силоса до 33,44 кг или на 12 кг (55,97%).

**Модуль «Определение минимального значения рН при силосовании зелёной массы».** Данный модуль позволяет проводить дополнительную оценку корма во время силосования. Он характеризует степень подкисления, а соответственно и устойчивость корма к развитию аэробных и анаэробных гнилостных бактерий. Минимально необходимый уровень рН для подавления маслянокислых и энтеробактерий рассчитывается по формуле, предложенной Вайсбахом и Спозэли:

$$Y = 3,71 + 0,0257 * X , \quad (6)$$

где Y – минимальное значение рН;

X – фактическое содержание сухого вещества в силосуемой массе.

Представленная формула легла в основу программного комплекса по определению рН (рисунок 11).

Расчёт в данной программе осуществляется в единственной ячейке, в которой пользователь задаёт фактическое содержание сухого вещества в силосуемой массе.

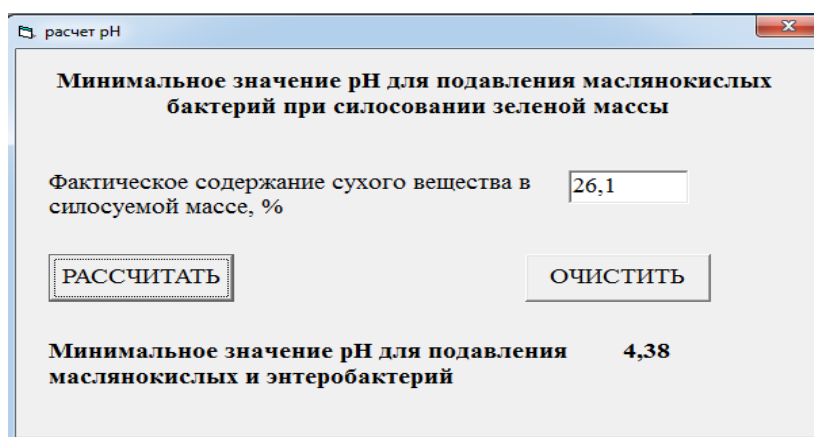


Рисунок 11 – Интерфейс программы по определению рН

К примеру возьмём для силосования траву костреца безостого. В данной культуре сухого вещества содержится 26,1% (261 г). Результат показал, что минимальное значение рН для силоса из костреца безостого составляет 4,38. Этот расчётный показатель является ценным в практическом применении. Например, если фактический показатель рН выше расчётного, это означает, что корм не законсервировался, и в нём продолжают идти нежелательные процессы брожения. Его нельзя хранить длительное время во избежание потерь питательности. Причинами недостаточного подкисления могут быть: высокая влажность, попадание почвы или навоза в силосуемую массу, низкая эффективность вносимых консервантов или же их отсутствие. Высокое значение рН наблюдается у кормов, которые подвергаются интенсивному разогреву и порче при изъятии и скармливании животным. В таком случае снижение кислотности вызывается аэробной микрофлорой, которая питается молочной кислотой. Если уровень фактического рН ниже расчётного, это свидетельствует о накоплении в корме большого количества органических кислот. Это отрицательным образом отражается на поедаемости силоса и может приводить к развитию ацидоза рубца. Поэтому данный показатель служит своеобразным индикатором доброкачественности заготавливаемого силоса.

**Заключение.** Программный комплекс «СИЛОС» версии v.1.2. является актуальной разработкой в области цифровых технологий и автоматизации производственных процессов. С его помощью зоотехники и фермеры могут в сжатые сроки получать необходимую информацию при заготовлении зелёных кормов на силос.

#### Библиографический список

1. Благов Д.А. Программный комплекс для контроля полноценного кормления скота, а также расчета посевных площадей / Д.А. Благов, Н.Н. Новиков, С.В. Митрофанов, Н.С. Панферов // *Международный научный сельскохозяйственный журнал*. – 2019. – №1. – С. 40–47.
2. Данилин А.Н., Торжков Н.И. Повышение молочной продуктивности за счет силосов, приготовленных из различных травосмесей // *Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева*. – 2014. – № 2 (22). – С. 85–87.
3. Галлямов Ф.Н., Шавалеев Р.Р. Особенности заготовки силоса с применением консервантов // *Российский электронный научный журнал*. – 2015. – № 3 (17). – С. 5–18.
4. Горлов И.Ф., Божкова С.Е., Сложенкина М.И., Демидова И.М. Молочная продуктивность коров при использовании в рационе силоса, заготовленного с новым консервантом-обогабителем // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. – 2015. – № 11 (133). – С. 91–96.
5. Кузнецов И.Ю., Врей Д. Особенности заготовки силоса В Великобритании // *Вестник Башкирского государственного аграрного университета*. – 2010. – № 1. – С. 9–12.
6. Оноприенко Н.А., Горковенко Л.Г. Основные технологические требования заготовки высококлассного кукурузного силоса // *Эффективное животноводство*. – 2017. – № 6 (136). – С. 24–26.

7. Некрасов Р.В., Чабаев М.Г., Карташов М.И., Воинова Т.М. Продуктивные качества лактирующих коров при использовании в рационах силоса, приготовленного с внесением биологического консерванта «Фермасил» // Кормопроизводство. – 2015. – № 10. – С. 34–40.

8. Торжков Н.И. Программный комплекс «Рацион 2+» для составления и балансирования рационов для сельскохозяйственных животных / Н.И. Торжков, Ж.С. Майорова, Д.А. Благов // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 5–2. – С. 216–217.

9. Шарифьянов Б.Г., Хазиахметов Ф.С., Набиев А.Т., Ханнанов В.М. Заготовка, хранение и выемка силоса и сенажа из бобовых культур // В сборнике: Актуальные проблемы и пути развития животноводства материалы Всероссийской научно-практической конференции в честь 75-летия основания кафедры физиологии и биохимии животных, памяти профессора П.Я. Гущина. – 2009. – С. 246–250.

## FORECASTING CROPS YIELDS ON THE BASIS OF MATHEMATICAL MODELS OF HUMUS BALANCE, SOIL ACIDITY, NPK

**D.A. Blagov**, candidate of biological Sciences, Senior Researcher

**S.V. Mitrofanov**, candidate of agricultural Sciences, Leading Researcher

**V.S. Nikitin**, specialist of consultation office

**N.S. Panfyorov**, candidate of technical Sciences, Senior Researcher

**E.V. Pestryakov**, research worker,

Institute of engineering support of agriculture – branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution “Federal Scientific Agroengineering Center VIM”

**Abstract.** In this paper consideration is given to mathematical models of calculation of potential productivity of crops, based on the correlation between the level of crop yield and agrochemical indicators of soil fertility. The developed mathematical models constitute the basis for the software package for forecasting crop yields, which can be successfully applied in agricultural enterprises of Central, Central Black Earth, Northwestern, Volga, Volga-Vyatka and Ural economic regions of the Russian Federation.

**Keywords:** crop productivity, humus, soil acidity, mathematical model, coefficients of equation, forecast.

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ БАЛАНСА ГУМУСА, КИСЛОТНОСТИ ПОЧВЫ, NPK

**Д.А. Благов**, канд. биол. наук, старший научный сотрудник

**С.В. Митрофанов**, канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник

**В.С. Никитин**, специалист консультационного отдела

**Н.С. Панферов**, канд. техн. наук, ст. научный сотрудник

**Е.В. Пестряков**, научный сотрудник

Институт технического обеспечения сельского хозяйства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»

**Аннотация.** В статье рассматриваются математические модели расчета потенциально возможных урожаев сельскохозяйственных культур, основанные на взаимосвязи урожайности с агрохимическими показателями плодородия почв. Разработанные математические модели легли в основу программного комплекса по прогнозированию урожайности сельскохозяйственных культур, который может с успехом применяться в сельскохозяйствен-