

УДК: 633.1:631.3:631.303.5

<sup>1</sup>Осмонов Ысман Джусупбекович, <sup>2</sup>Касымбеков Рыскул Асангулович, <sup>2</sup>Акматов Алибек Эгембердиевич, <sup>1</sup>Айтуганов Бакытбек Шаршеналиевич, <sup>1</sup>Нарымбетов Максат Сагынаалиевич, <sup>1</sup>Таиров Усон Таирович

<sup>1</sup>Кыргызский национальный аграрный университет

<sup>2</sup>Институт машиноведения и автоматики

## МОДЕЛЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ДРАЖИРОВАНИЯ СЕМЯН

**Аннотация:** Предпосевная подготовка семян способом дражирования, наибольшее распространение получила при обработке семян мелкосеменных культур. Дражирование семян включает несколько этапов: подготовка семян и дражирующей смеси; загрузка семян; дражирование; выгрузка семян. Рассмотрены моделирование данных этапов дражирования семян с помощью теории агрегативных систем, где свойство и особенности каждого агрегата системы послужили оператором модели. Получено дифференциальное уравнение движения драже семян при скатывании его по горизонтальной поверхности диска, смоченной дражирующим составом. Уравнение использована для определения угловой скорости диска и его диаметра дражиратора.

**Ключевые слова:** Дражирование семян, модель, агрегат, дифференциальное уравнение.

<sup>1</sup>Осмонов Ысман Жусупбекович, <sup>2</sup>Касымбеков Рыскул Асангулович, <sup>2</sup>Акматов Алибек Эгембердиевич, <sup>1</sup>Айтуганов Бакытбек Шаршеналиевич, <sup>1</sup>Нарымбетов Максат Сагынаалиевич, <sup>1</sup>Таиров Усон Таирович

<sup>1</sup>Кыргыз улуттук агрардык университети

<sup>2</sup>Машина таануу жана автоматика институту

## ҮРӨН АЧЫТУУНУН ТЕХНОЛОГИЯЛЫК ПРОЦЕССИНИН МОДЕЛИ

**Аннотация:** Ачытуу ыкмасы менен үрөндөрдү себүү алдында даярдоо майда дан өсүмдүктөрүнүн үрөнүн кайра иштетүүдө кеңири колдонулат. Үрөндөрдү каптоо бир нече этаптарды камтыйт: үрөндү жана каптоо аралашмасын даярдоо; үрөн жүктөө; драже; үрөн түшүрүү. Агрегаттык системалар теориясын колдонуу менен үрөн каптоонун бул этаптарын моделдөө каралат, мында системанын ар бир агрегатынын касиети жана өзгөчөлүктөрү моделдик оператор катары кызмат кылган. Каптоочу композиция менен нымдалган дисктин горизонталдык бети боюнча тоголонгондо уруктардын титирөөсүнө дифференциалдык теңдеме алынган. Теңдеме экскаватор дискинин бурчтук ылдамдыгын аныктоо үчүн колдонулат.

**Өзөктүү сөздөр:** үрөн каптоо, модель, агрегат, дифференциалдык теңдеме.

<sup>1</sup>Osmonov Ysman Jusupbekovich, <sup>2</sup>Kasymbekov Ryskul Asangulovich, <sup>2</sup>Akmatov Alibek Egemberdievich, <sup>1</sup>Aituganov Bakytbek Sharshenalievich, <sup>1</sup>Narymbetov Maksat Sagynaalievich, <sup>1</sup>Tairov Uson Tairovych

<sup>1</sup>Kyrgyz National Agrarian University

<sup>2</sup>Machinery researching and Automatics Institutey

## MODEL OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF SEED PANELING

**Annotation:** *Pre-sowing preparation of seeds by the method of drageeing, is most widely used in the processing of seeds of small-seeded crops. Coating of seeds includes several stages: preparation of seeds and coating mixture; seed loading; drageeing; seed unloading. The modeling of these stages of seed coating using the theory of aggregative systems is considered, where the property and features of each aggregate of the system served as the model operator. A differential equation has been obtained for the jiggling of seed trembling when it rolls along the horizontal surface of a disk moistened with a coating composition. The equation is used to determine the angular velocity of the dredger disc.*

**Key words:** *seed coating, model, aggregate, differential equation.*

**Введение.** Дражированные семена сельскохозяйственных культур обладают оптимальными физико – механическими свойствами, имеют повышенную всхожесть и не теряют свойства при хранении. Дражирование семян перед посевом может дать положительный эффект. Однако, существует ряд причин, являющихся преградой на пути внедрения в сельскохозяйственное производство метода дражирования. В специальной литературе мало сведений о теории технологического процесса дражирования семян. Авторы обычно ограничиваются кратким описанием общего устройства дражирователей и инженерными расчетами. Параметры дражирователей принимаются эмпирическим путем. В описании процесса дражирования даются общие принципы, но не режимы работы. Нет регламентированного по времени, по дозировке компонентов и влаги, по последовательности их подачи в дражирователь.

**Материалы и методы исследования.** Из классификации

дражирователей семян известно, что по принципу действия их разделяют на две группы: циклического действия, когда определенная весовая порция исходных семян обрабатывается до полной готовности и заменяется новой после остановки дражирователя; непрерывного действия, когда исходная порция семян переходит из одной камеры дражирователя в другую, а на ее место поступит следующая порция.

Преимуществом по производительности и качеству дражирования обладает дражирователь непрерывного действия. На кафедре электрофикации и автоматизация сельского хозяйства Кыргызского национального аграрного университета им. К.И. Скрябина совместно институтом машиноведения НАН КР разрабатывается дражирователь семян сельскохозяйственных культур непрерывного действия, способствующего качественному нанесению на семена защитных и питательных компонентов, а также механизацию технологических

процессов. Дражератор включает три вертикально расположенных и последовательно работающих дражираторных устройств с рабочими органами - пластиками в виде спирали, позволяющее предвигать семена от середины, к краям дражираторных устройств и постепенно в нужном витке спирали наносить дражирующие компоненты, благодаря механизированной системе их подачи.

Обоснование параметров данного дражиратора предусматривает поведение теоретико-экспериментальных исследований, в частности моделирование технологического процесса дражирования семян

**Результат исследования.**  
Дражирование семян включает несколько

этапов: подготовка семян (сушка, обмолот шлифование, очистка, сортировка, калибровка); подготовка компонентов драже (наполнитель, клеящая жидкость, защитно-стимулирующие вещества); дражирование семян (загрузка семени, подача клеящей жидкости, наполнителя, выгрузка дражированных семян).

Кроме того, подготовка наполнителя включает: измельчение, сушка и сепарирование.

Клеящие вещества не должны вступать в нежелательные химические реакции с почвой, легко растворяться в воде.

С учетом изложенных этапов модель процесса дражирования семян, в общем виде представлена на рисунке 1.

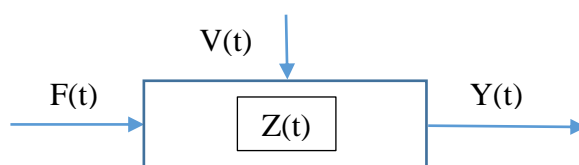


Рисунок 1. - Блок - схема технологического процесса дражирования семян.

В общем случае процесс дражирования семян можно рассматривать как систему, на вход которой поступает вектор условий функционирования. Система может выдавать выходные параметры. Моделирование подобных систем осуществляется с помощью теории агрегативных систем, где в качестве агрегатов служат подсистемы [1, 2]. На вход систему при определенной скорости  $W(t)$  поступает вектор  $F(t)$  который включает в себя:

- количество и качество дражирующих семян  $q_c(t)$  и  $k_c(t)$ ;
- количество и качество клеящей жидкости  $q_n(t)$  и  $k_n(t)$ ;
- количество и качество наполнителей  $q_h(t)$  и  $k_h(t)$ ;

- количество и качество защитно-стимулирующих веществ  $q_3(t)$  и  $k_3(t)$ .

Оператор  $V(t)$  служит в качестве управляющего элемента, включает в себя:

- частота вращения барабана  $W(t)$ ;
- углы наклонов рабочих поверхностей  $\theta$ .

Выходные переменные  $Y(t)$  определяющие качество дражированных семян состоит:

- количество дражированных семян  $q_{см}(t)$ ;
- качество семенного материала  $K_{см}(t)$ .

Таким образом, процесс дражирования семян разделены на подсистемы с соответствующими агрегатами. Свойство и особенности

каждого агрегата системы служит - модель подготовки и дозирования оператором модели: семян;

$$q_c(t) = A_1 [m_c(t)], \quad (1)$$

где,  $m_c(t)$  – масса семени,  
 $A_1$  – первый агрегат;

- модель подготовки и дозирования клеящей жидкости;

$$q_n(t) = A_2 [m_n(t)], \quad (2)$$

где,  $m_n(t)$  – масса клеящей жидкости,  
 $A_2$  – второй агрегат;

- модель подготовки и дозирования наполнителей;

$$q_h(t) = A_3 [m_h(t)], \quad (3)$$

где,  $m_h(t)$  – масса наполнителей,  
 $A_3$  – третий агрегат.

На данном этапе дражирования в результате взаимодействия семян  $q_c(t)$  и клеящей жидкости  $q_n(t)$  у семян изменяются физико-механические свойства, что приводит к изменению скорости скатывания. Моделль данного изменения имеет следующий вид:

$$V_c(t) = A_4 [q_c(t)], \quad (4)$$

где,  $V_c(t)$  – скорость скатывания семян,  
 $A_4$  – четвертый агрегат;

Подача наполнителей  $q_h(t)$  обеспечивает коагуляцию наполнителей к поверхности семян. Модель данной операции имеет вид:

$$V_c(t) = A_5 [q_n(t)], \quad (5)$$

где,  $A_5$  – пятый агрегат.

Модель выхода дражированных семян (заключительный этап) имеет вид:

$$q_d(t) = A_6 [V_c(t); q_h(t)] \quad (6)$$

Агрегаты частных моделей равны:

$$A_1 = \frac{q_c(t)}{m_c(t)}; A_2 = \frac{q_n(t)}{m_n(t)}; A_3 = \frac{q_h(t)}{m_h(t)}; A_4 = \frac{V_c(t)}{q_c(t)}; A_5 = \frac{V_c(t)}{q_n(t)}; A_6 = \frac{q_d(t)}{V_c(t); q_h(t)}; \quad (7)$$

Синтез моделей дражирования семян с учетом агрегатов (1-6) имеет вид:

$$A_d = A_2 A_3 A_4 A_5 A_6 \quad (8)$$

Из уравнений (5) и (6) может быть получен оператор модели контроля и управления дражиратора. Один из видов такой модели оператора может иметь следующий вид:

$$A_{\text{кy}} = \frac{V_c(t)}{q_n(t)} \quad (9)$$

Решение данных моделей агрегатов теоретическими методами осуществима значительными допущениями. Используя методы идентификации на базе экспериментальных данных, можно устанавливать вероятностное

характеристики реализаций случайных функций на входе и выходе моделей. При этом оценкой  $i$ -го агрегата будет математическое ожидание или регрессия выходной переменной  $V_c(t)$  относительно выходной  $q_n(t)$  в виде:

$$m_{\text{дк}} = a_{\text{дк}} + b_{\text{дк}} q_n(t), \quad (10)$$

где,  $m_{\text{дк}}$  – математическое ожидание при фиксированном значении  $q_n(t)$ ;  
 $a_{\text{дк}}, b_{\text{дк}}$  – коэффициенты уравнения.

Полученные результаты могут быть использованы для выбора и обоснования параметров экспериментального дражиратора.

Разработанный нами дражиратор семян рабочий орган в виде плоского диска, который оборудован со

спиралевидным направляющим (рисунок 2).

В процессе работы дражиратора, семена расположенные на плоском вращающемся диске с угловой скоростью  $\omega_d$  совершает сложнопереносное движение [3].

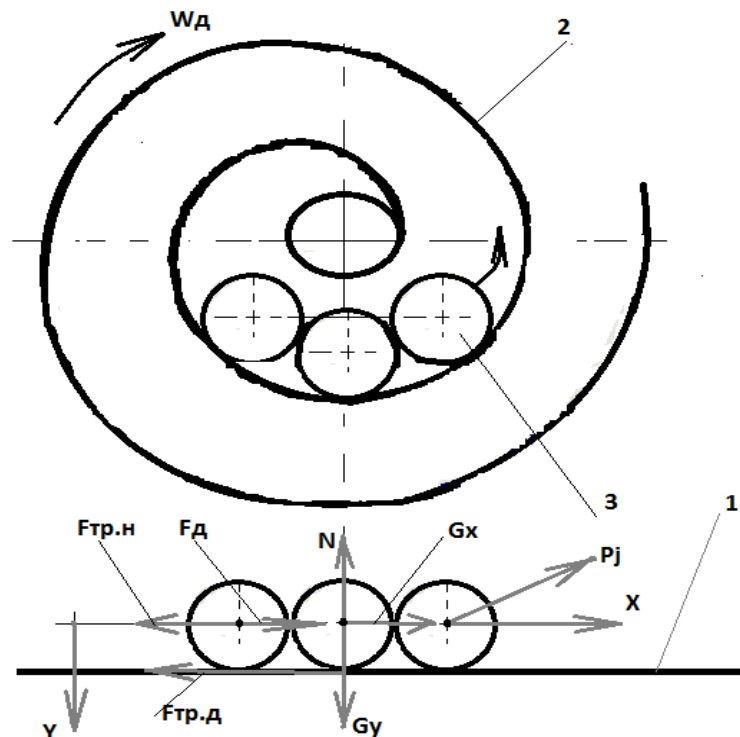


Рисунок 2. - Расчетная схема движения драже семян на горизонтальной поверхности диска по направляющим в виде спирали: 1- плоский диск; 2- спираль; 3- семена.

Силы, действующие на драже семян. На семя 3, расположенную на плоском диске 1, действуют следующие силы:

- сила веса  $G$  семени, направленная вниз ( $G_x, G_y$ );
- сила трения драже семени о поверхности диска  $F_{тр,д}$ , направленная в сторону, обратную относительному движению;
- сила трения драже семени о стенке направляющего  $F_{тр,н}$ , также направленная в сторону, обратную относительному движению;
- сила воздействия соседних формирующихся драже семени друг на друга  $F_d$ ;

- сила  $N$  (реакция) действия диска на драже семени, направленная по нормали к плоской поверхности;
- сила инерции  $P_j$ , направленная по линии перемещения в сторону, обратную ускорению.

В процессе работы дражирователя возможно следующее движение драже семени: скатывание по спирали только к выходу и в обратную сторону; отрыв от поверхности диска.

Дифференциальное уравнение движения драже семени при скатывании его по горизонтальной поверхности диска, смоченной дражирующим составом имеет следующий вид [4]:

$$m\ddot{x} = mg - (F_{тр,д} + F_{тр,н}) + F_d, \quad (11)$$

где,  $m$  – масса драже, кг;

$F_{тр,д}$  – сила трения драже о поверхности диска, Н;

$F_{тр,н}$  – сила трения драже о стенке направляющего, Н;

$F_d$  – сила воздействия соседних формирующихся драже друг на друга, Н;

$$F_{тр,д} = f_d G_y, \quad (12)$$

$$F_{тр,н} = f_n G_x, \quad (13)$$

где,  $f_d$  – коэффициент трения скольжения между поверхностью диска и драже;

$f_n$  – коэффициент трения скольжения между стенки направляющего и драже;

Какое движение совершает драже, смоченной дражирующим составом характеризуется силой  $F_d$ . Движение может быть сползания слоем по поверхности диска или качение по поверхности диска [5]. Для процесса дражирования семени необходимо движение качение.

Тогда,

$$F_d = f_d G_x, \quad (14)$$

где,  $f_d$  – коэффициент сопротивления качению драже по поверхности соседних драже.

$$f_d = \frac{K_1 \omega_{min}}{((\omega_{max} - \omega_d) + K_2)}; \quad (15)$$

где,  $K_1, K_2$  – эмпирические коэффициенты;

$\omega_{min}, \omega_{max}$  – минимальная и максимальная частота вращения диска,  $c^{-1}$ ;

$\omega_d$  – частота вращения диска в исследуемом режиме,  $c^{-1}$ .

Движение драже семени по поверхности диска к выходу по направляющему возможно в том случае, если силы действующие на драже семени, больше сил трения, т.е.

$$\pm G + P_j + F_d > F_{\text{тр.д}} + F_{\text{тр.н}}; \quad (16)$$

или

$$m_{g3} g + m_{g3} j_p + G_x f_d > G_y f_d + G_x f_n; \quad (17)$$

$$m_{g3} (g+j_p) + G_x f_d > m_{g3} g (f_d+f_n); \quad (18)$$

$$g+j_p + \frac{G_x f_d}{m_{g3}} > g (f_d+f_n); \quad (19)$$

$$g+r\omega_d^2 + \frac{G_x f_d}{m_{g3}} > g (f_d+f_n); \quad (20)$$

$$r\omega_d^2 > g (f_d+f_n) - \frac{G_x f_d}{m_{g3}} - 9,8; \quad (21)$$

$$\omega_d > \sqrt{\frac{9,8(f_d+f_n) - \frac{G_x f_d}{m_{g3}} - 9,8}{r}}; \quad (22)$$

Число оборотов диска  $\omega_d$  является основным показателем кинематического режима дражирователя. Увеличение  $\omega_d$  выше необходимого приводит к возрастанию центробежных сил, под действием которых семена прижимаясь к

стенке направляющего, начинают вращаться совместно с ней, что полностью исключает процесс накатывания.

Необходимо соблюдать известное условие:

$$m_{g3} g > m_{g3} \omega_d^2 R_d; \quad (23)$$

где,  $R_d$  – диаметр диска, м.

$$R_d = \frac{9,81}{\omega_d^2} \quad \left(\frac{\text{м} \cdot \text{с}^2}{\text{с}^2} = \text{м}\right); \quad (24)$$

**Выводы:** Аналитически установлено, что в общем случае процесс дражирования семян можно рассматривать как систему, на вход которой поступает вектор условий функционирования. Система может выдавать выходные параметры. Моделирование процесса дражирования семян осуществлено с помощью теории агрегативных систем, где в качестве агрегатов послужили этапы дражирования: подготовка семян; подготовка дражирующей смеси;

дражирование семян. Исследование движения драже семени при скатывании по горизантальной поверхности диска со спиралевидным направляющим, позволило определить необходимую угловую скорость диска и его диаметр. Как основные параметры кинематического режима дражирователя

**Список литературы:**

1. Бусленко Н.П. Лекции по теории сложных систем. –М.: Советское радио, 1973. –239 с.

2. Саати Т.Л. Математические методы исследования операций. –М.: Советское радио, 1963. – 270 с.
3. Лурье А.Б., Нагорский И.С., Озеров В.Г. Моделирование сельскохозяйственных агрегатов и их систем управления. – Л.: Колос, 1979. -312 с.
4. Рашидов Н., Хожиев А., Юлдашев О., Махмадияров С. Математическое моделирование движения дражируемых семян в барабане. Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2000, №6. – с.23-25.
5. Воинков В.П. Расчет фрикционного сепаратора барабанного типа. Аграрный вестник Урала. – 2007, №1. – с. 52-55.

**Сведения об авторах:**

- 1. Осмонов Ысман Джусупбекович** - КНАУ им. К.И. Скрябина, д.т.н., профессор кафедры электрификации и автоматизации сельского хозяйства. **Телефон:** (моб.) 0559 - 27 24 15. Адрес: г. Бишкек, ж/м. Арча Бешик. **E-mail:** [osmonov.yzman@mail.ru](mailto:osmonov.yzman@mail.ru)
- 2. Акматов Алибек Эгембердиевич** - ИМиА НАН КР, инженер 2-категории отдела инноваций, новой техники и технологий. **Телефон:** (моб.; раб.) 0501 -

22 65 76; 0312 56 26 40. Адрес: г. Бишкек, ул. Салиева 62. **E-mail:** [akmatovalibek71@gmail.com](mailto:akmatovalibek71@gmail.com)

**3. Касымбеков Рыскул Асангулович** - ИМиА НАН КР, к.т.н., доцент, ведущий научный сотрудник отдела инноваций, новой техники и технологий. **Телефон:** (моб.; раб.) 0550 - 72 42 97; 0312 56 26 40. Адрес: г. Бишкек, ул. Абая 4/1. **E-mail:** [ryskul.kasymbekov@mail.ru](mailto:ryskul.kasymbekov@mail.ru)

**4. Айтуганов Бакытбек Шаршеналиевич** – КНАУ им. К.И. Скрябина, старший преподаватель кафедры тракторы и автомобили. **Телефон:** (моб.) 0507 - 55 88 75. Адрес: г. Бишкек, мкр. Юг-2 2-18. **E-mail:** [bakytbek\\_1979@mail.ru](mailto:bakytbek_1979@mail.ru)

**5. Нарымбетов Максат Сагынаалиевич** - КНАУ им. К.И. Скрябина, к.т.н., заведующий кафедрой электрификации и автоматизации сельского хозяйства. **Телефон:** (моб.) 0505 - 09 22 13. Адрес: г. Бишкек, ул. Абая 4А. **E-mail:** [maks\\_875@mail.ru](mailto:maks_875@mail.ru)

**6. Таиров Усон Таирович** – КНАУ им. К.И. Скрябина, магистрант кафедры электрификации и автоматизации сельского хозяйства. [tairov.yson@mail.ru](mailto:tairov.yson@mail.ru)