

# МЕХАНИЗАЦИЯ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

---

УДК 633.1:621.039.84:502.3

E.E. КУБЕЕВ, Ж.С. САДЫКОВ

## МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СЕМЯН И КОМПОНЕНТОВ В ПРОЦЕССЕ ДРАЖИРОВАНИЯ

(Санкт-Петербургский государственный аграрный университет,  
Казахский национальный аграрный университет)

Приведены результаты теоретического обоснования модели взаимодействия семян и компонентов в процессе дражирования, подтвержденные экспериментальными исследованиями.

Теоретическое обоснование взаимодействия семян и компонентов драже целесообразно проводить путем моделирования процесса дражирования. Для этого необходимо сначала оптимизировать скорость движения (скатывания) семян в барабане, а затем подбирать к ней скорость перемещения (транспортировки) компонентов драже, при которой бы обеспечивалось их максимальное осаждение на семена [1].

Если  $N$  – число частиц компонентов драже, осевших на семенах, а  $N_0$  – число распыливаемых из пневмопрессора частиц компонентов драже, то критерием полноты обработки в процессе дражирования будет:

$$k_{dp} = \frac{N}{N_0}, \quad (1)$$

В случае  $\frac{N}{N_0} = 1$  будет полное оседание частиц компонентов драже на слое семян.

Число частиц компонентов драже  $N$ , осевших на семенах, можно определить следующим уравнением [2]:

$$N = \eta_0 S_m n_1 v_{omn} t. \quad (2)$$

где  $\eta_0$  – коэффициент захвата, зависящий от условий обтекания и состояния поверхности семян;

$S_m$  – миделево сечение семян,  $m^2$ ;

$n_1$  – концентрация компонентов драже в воздушном потоке,  $m^{-3}$ ;

$v_{omn}$  – относительная скорость обтекания семян,  $m/c$ ;

$t$  – время осаждения частиц, с.

$$S_m = \frac{\pi d_c^2}{4},$$

где  $d_c$  – средний диаметр семян, м.

Число частиц компонентов драже  $N_0$ , распыливаемых пневмопарасылителем, определяется по формуле:

$$N_0 = n_1 v_0 \pi R_0^2 , \quad (3)$$

где  $v_0$  – скорость компонентов драже, м/с;

$R_0$  – радиус пневмопарасылителя, м.

Рассмотрим взаимодействие семян и компонентов драже (рис. 1).

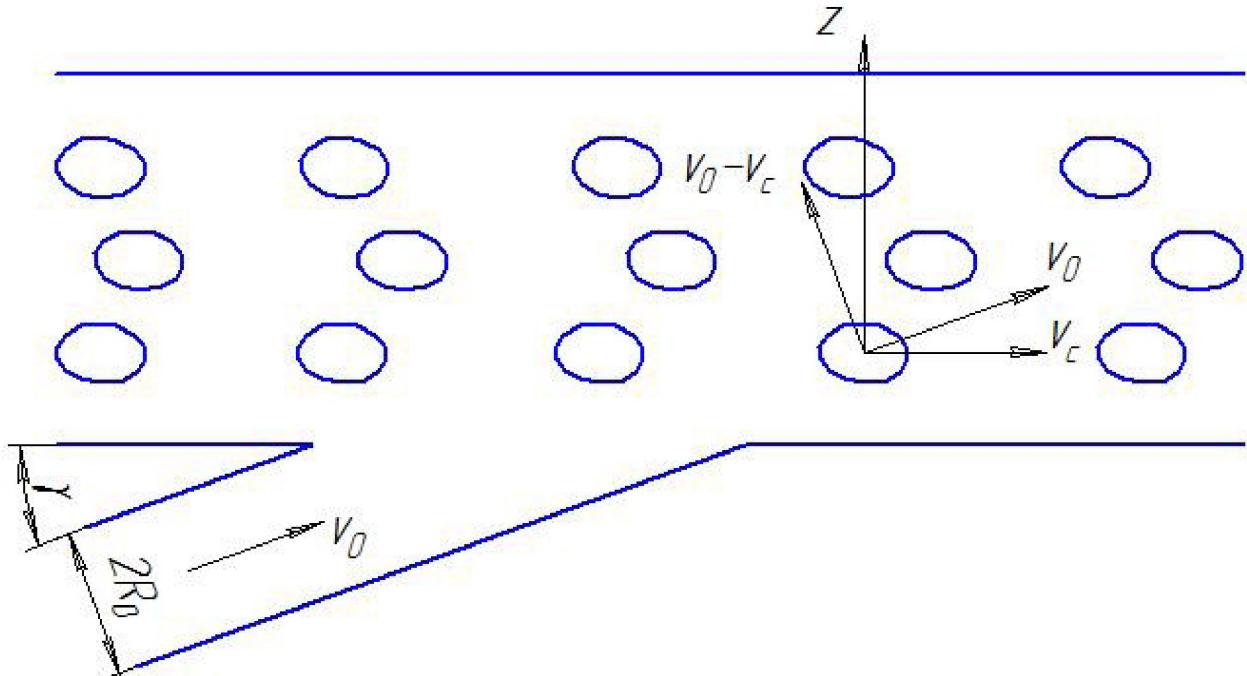


Рис. 1. Схема взаимодействия семян и компонентов драже

Относительная скорость обтекания семян и ее модуль:

$$v_{\text{отн}} = \sqrt{(v_0 - v_c)^2} = v_c \sqrt{1 + \left(\frac{v_0}{v_c}\right)^2 - 2 \frac{v_0}{v_c} \cos \gamma} . \quad (4)$$

Время осаждения компонентов драже на поверхность семян определяется отношением:

$$t(y) = \frac{L(y)}{v_c} , \quad (5)$$

где  $L(y)$  – сечение эллипса на расстоянии «у» от центра (рис. 2).

Величина  $L(y)$  находится из уравнения эллипса:

$$L(y) = \frac{2}{\sin \gamma} \sqrt{R_0^2 - y^2} . \quad (6)$$

Подставляя значения  $L(y)$  в уравнение (5), имеем:

$$t(y) = \frac{2}{v_c \sin \gamma} \sqrt{R_0^2 - y^2} . \quad (7)$$

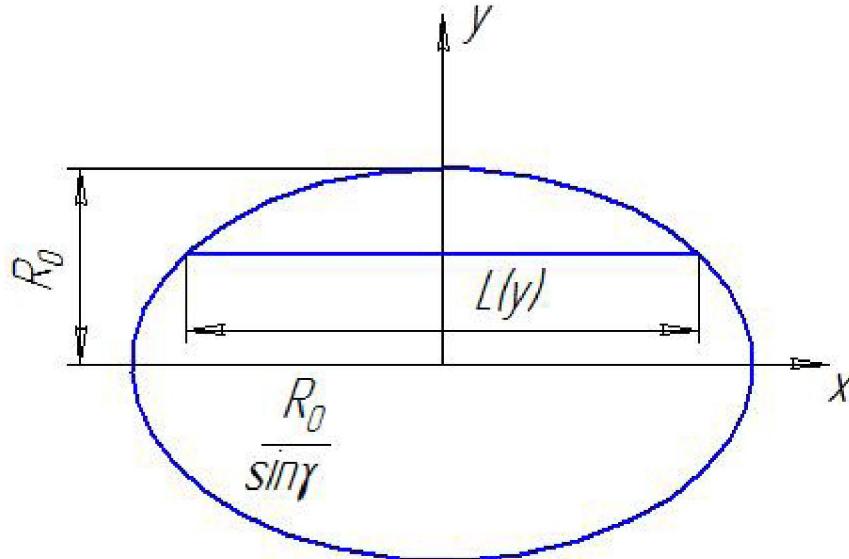


Рис. 2. Схема траектории семян, пересекающей струю компонентов драже

Подставляя значения  $t(y)$  и  $v_{\text{отн}}$  из уравнений (4) и (7) в уравнение (2), определяем число осевших частиц компонентов драже на семенах:

$$N = \eta_0 \frac{\pi d_c^2}{2} n_1 \sqrt{1 + \left(\frac{v_0}{v_c}\right)^2 - 2 \frac{v_0}{v_c} \cos \gamma} \frac{\sqrt{R_0^2 - y^2}}{\sin \gamma} . \quad (8)$$

Если  $|y| \geq R_0$ , то  $N=0$  (т.е. семена и компоненты драже не взаимодействуют).

Рассмотрим теперь плоскость  $ABC\bar{D}$  перпендикулярную траектории семян (рис. 3). За единицу времени через элемент  $dS = dy dz$  проходит  $n_2 v_c dy dz$  семян, где  $n_2$  – концентрация семян в единице объема,  $\text{м}^{-3}$ .

В слое семян высотой  $H_c$  оседает

$$dN = \eta_0 n_1 n_2 v_c \frac{\pi d_c^2}{2} \sqrt{1 + \left(\frac{v_0}{v_c}\right)^2 - 2 \frac{v_0}{v_c} \cos \gamma} \frac{\sqrt{R_0^2 - y^2}}{\sin \gamma} dy . \quad (9)$$

частиц компонентов драже.

Полное число осевших частиц компонентов драже будет:

$$N = \eta_0 n_1 n_2 v_c H_c \frac{\pi d_c^2}{2} \sqrt{1 + \left(\frac{v_0}{v_c}\right)^2 - 2 \frac{v_0}{v_c} \cos \gamma} \frac{1}{\sin \gamma} \int_{-R_0}^{R_0} \sqrt{R_0^2 - y^2} dy . \quad (10)$$

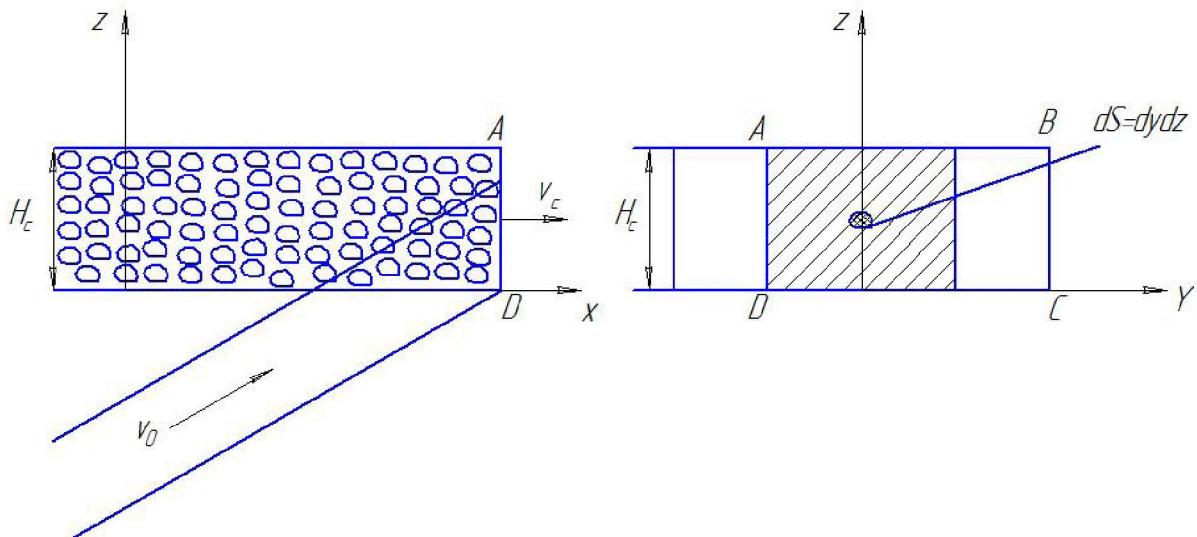


Рис. 3. Схема элементарного объема семян, взаимодействующих с компонентами драже

Зная, что,  $y = R_0 \sin \varphi$ ,  $dy = R_0 \cos \varphi$  и вычисляя интеграл в правой части уравнения (10), получим:

$$\int_{-R_0}^{R_0} \sqrt{R_0^2 - y^2} dy = 2 \int_0^{R_0} \sqrt{R_0^2 - y^2} dy = R_0^2 \int_0^{\pi/2} (1 + \cos 2\varphi) d\varphi = \frac{\pi R_0^2}{2}. \quad (11)$$

Таким образом, за единицу времени на слое семян оседает

$$N = \eta_0 n_1 n_2 v_c H_c \frac{\pi d_c^2 R_0^2}{4} \sqrt{1 + \left(\frac{v_0}{v_c}\right)^2 - 2 \frac{v_0}{v_c} \cos \gamma} \frac{1}{\sin \gamma}. \quad (12)$$

частич компонентов драже.

Подставляя значение  $N$  и  $N_0$  из уравнений (12) и (3) в уравнение (1), получим условие полноты обработки в процессе дражирования:

$$\eta_0 n_1 n_2 H_c \frac{v_c \pi d_c^2}{v_0 4} \sqrt{1 + \left(\frac{v_0}{v_c}\right)^2 - 2 \frac{v_0}{v_c} \cos \gamma} = \sin \gamma. \quad (13)$$

Представленная зависимость согласуется с данными экспериментальных исследований статистических характеристик основных операций при дражировании семян.

Максимальное осаждение компонентов драже и формирование дражевой оболочки насыщением происходит тогда, когда семена движутся без отрыва от поверхности слоя во вращающемся барабане, такое движение достигается регулировкой его оборотов. При этом скорость скатывания должна быть максимальной [3].

Нами были проведены исследования по определению скорости скатывания семян в барабане методом скоростной съемки. При этом регистрировались все входные факторы, влияющие на этот процесс (подача исходных семян, kleящей жидкости, наполнителя).

При оптимизации процесса дражирования по максимальному осаждению защитно-стимулирующих компонентов для определения зависимости скорости скатывания дражированных семян от подачи исходных семян и защитно-стимулирующих компонентов были произведены замеры подачи указанных компонентов. Для установления количественной зависимости между этими показателями полученные данные были обработаны на ЭВМ. Анализируемые процессы рассматривались как случайные. По программе вычисления статистических характеристик получены нормированные взаимные корреляционные функции скорости скатывания

дражированных семян и подачи семян и компонентов драже (клейющей жидкости, наполнителя). Кривые взаимных корреляционных функций приведены на рис. 4, 5 и 6.

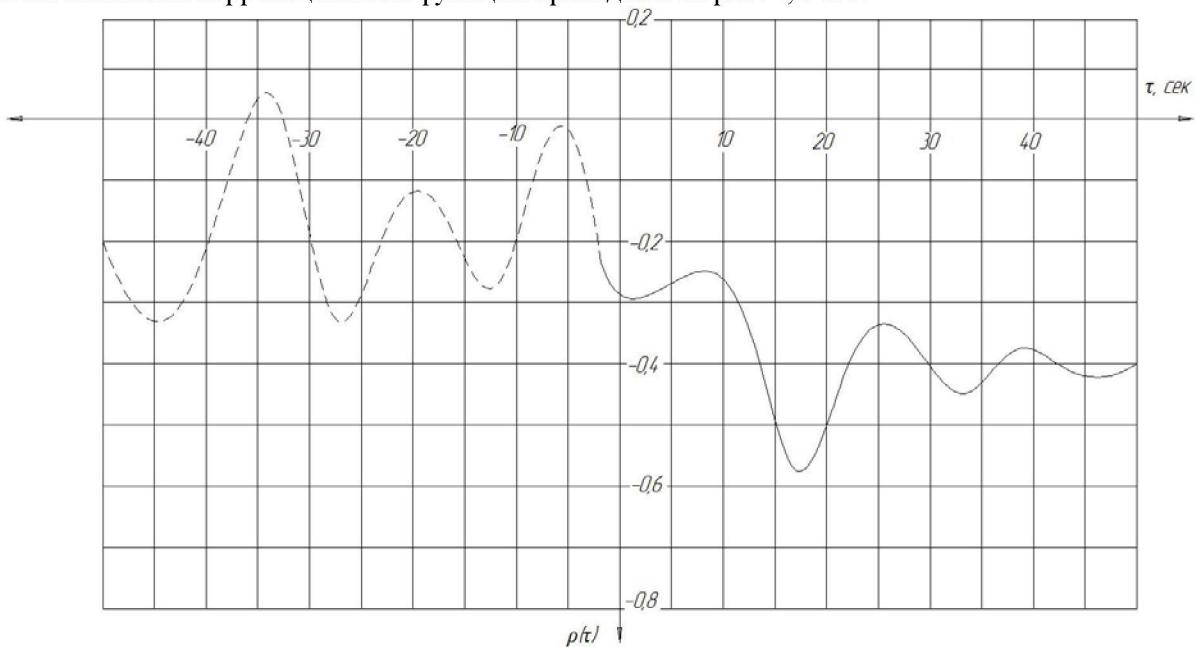


Рис. 4. Взаимные корреляционные функции процессов подачи семян и скорости скатывания дражированных семян

На рис. 4 отражена связь подачи исходных семян и скорости скатывания дражированных семян. На первый взгляд должна быть прямая связь между подачей исходных семян и скоростью скатывания дражированных семян, но, как видно, связь незначительная ( $\tau \approx 0,5$ ). Это объясняется тем, что процесс дражирования является циклическим, и скорость скатывания дражированных семян зависит в первую очередь от качества компонентов драже. Максимум связи приходится на время  $\tau \approx -34$  с. Запаздывание в связи с подачей семян и скорости скатывания дражированных семян имеет и чисто физическое объяснение – не может быть мгновенного влияния подачи исходных семян на скорость скатывания дражированных семян.

На рис. 5 показана взаимная корреляционная функция подачи клейющей жидкости и скорости скатывания дражированных семян. Как видно из рис., связь почти функциональная. Небольшой разброс подачи клейющей жидкости объясняется циклическими включением и выключением дозирующего устройства. Максимум составляет  $\rho \approx -0,88$ , что свидетельствует о хороших возможностях использования этой статистической характеристики в управлении.

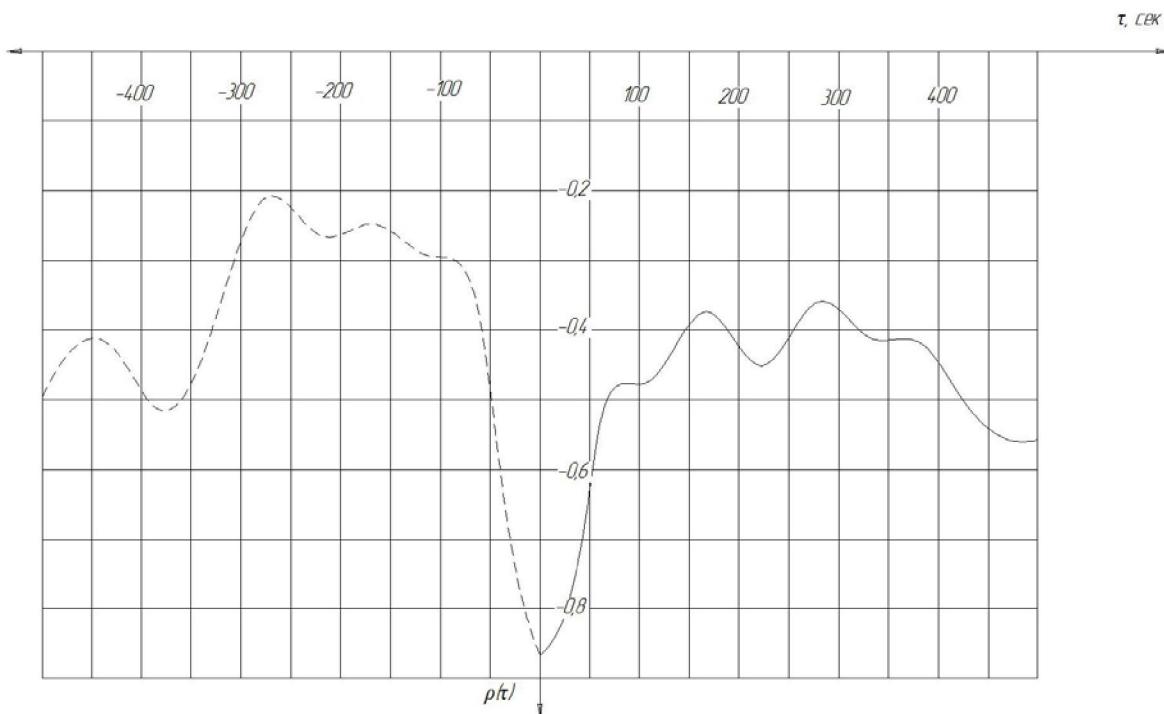


Рис. 5. Взаимные корреляционные функции процессов подачи kleящей жидкости и скорости скатывания дражированных семян

Поскольку связь между скоростью скатывания дражированных семян и подачей исходных семян незначительная, то в дальнейшем в качестве выходного параметра был выбран более весомый показатель качества дражированных семян – диаметры изготовленных драже  $d$  (рис. 6).

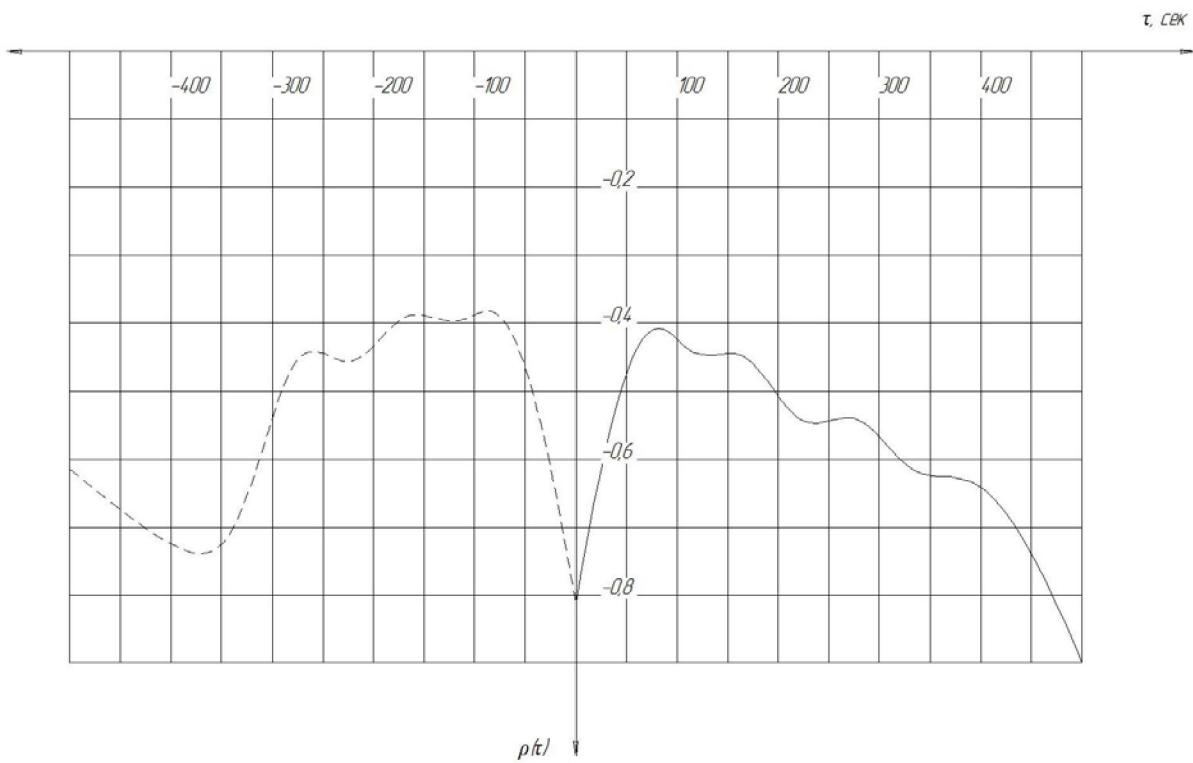


Рис. 6. Взаимная корреляционная функция процессов подачи исходных семян и изменения диаметра полученных драже

Как мы видим, корреляционная связь в этом примере  $\rho \approx -0,8$  очень высокая. Очевидно, что изменение диаметра драже зависит от соотношения подачи семян и наполнителя.

Полученные статистические характеристики позволили оптимизировать процесс дражирования семян овощных культур.

В оптимизационных процессах электромагнитной стимуляции семян зерновых культур в КазНАУ должны быть определены и технически обоснованы следующие параметры электромагнитного стимулятора: напряженность магнитного поля; длительность воздействия магнитным полем; плотность потока мощности в рабочей зоне; конструктивные параметры (диаметр и длина зернового шнека, скорость подачи свежее вымоловченных семян и др.) [4,5]. Необходимо исследовать варианты с использованием силы тока 1, 4, 7, 10 А и временем экспозиции 2, 5, 10 мин. Определяется максимальное математически достоверное количество всхожести при предварительной обработке зерна в магнитном поле.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кубеев Е.И. Взаимодействие семян и компонентов драже //Техника в сельском хозяйстве. – 2010. – №3. – с. 37-39.
- 2 . Смелик В.А., Кубеев Е.И. Идентификация процесса предпосевной обработки семян //Известия СПбГАУ. – 2011. – №22. – с. 341-349.
3. Кочнев К.В., Дьяков В.В. и Ковалев В.И. О влиянии скорости и запыленности воздушного потока на срыв пыли. //Сб. работ по силикозу. – Свердловск, 1961. – вып. 3 – с. 119-127.
4. Sadykov, Zharylkasyn; Espolov, Tlektes; Zhalnin, Eduard; Al'peysov, Shohan; Sadykova, Saule. wo 2012/115494. (en) crop threshing method (fr) procédé de battage des cultures, (ru) способ обмолота сельскохозяйственных культур.
5. Sadykov, Zharylkasyn; Espolov, Tlektes; Zhalnin, Eduard; Al'peysov, Shohan; Sadykova, Saule. wo 2012/115495. (en) combine harvester, (fr) moissonneuse-batteuse, (ru) зерноуборочный комбайн.

КӨБЕЕВ Е.Е , САДЫҚОВ Ж.С.

#### ДОМАЛАҚТАУ БАРЫСЫНДАҒЫ ҰРЫҚТАР МЕН ҚУРАМДАС БӨЛІКТЕРДІҢ ӨЗАРА ӘРЕКЕТ ҮЛГІСІ

##### Резюме

Келтірілген домалақтау барысындағы ұрықтар мен қурамdas бөліктердің өзара әрекет үлгісін теориялық негіздеу ғылыми тәжірибе зерттеулерімен дәлелденген.

*Негіз сөздер:* ұқсастыру, үлгілеу, статистикалық талдау, өзара корреляциялық берне.

KUBEEV E.E., SADIKOV Z.H.S.

#### MODEL OF SEED AND COMPONENTS INTERACTION IN THE PROCESS OF PELLETING

##### Summary

These theoretical model validation of seed and components interaction in the process of pelleting are confirmed by experimental studies.

*Keywords:* identification, modeling, statistical analysis, cross-correlation function

**Кубеев Ермат Ишбаевич** - техника ғылымдарының кандидаты, доцент

**Ye.I. Kubeyev** - Ph.D., Associate Professor

Санкт-Петербургский государственный аграрный университет.

**Садыков Жарылқасын Сарсембекович**- техника ғылымдарының докторы, профессор

**Sadykov Zharylkasyn Sarsembekovich** - doctor of technical sciences, professor

Казахский национальный аграрный университет.