



## К вопросу разработки интеллектуальной технологии высева семенного материала

*А.В. Лавров*

*ФГБНУ Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, г. Москва*

**Аннотация:** Государственные программы, направленные на развитие селекции и семеноводства в России, требуют проведения исследований, связанных с созданием новых интеллектуальных технических систем, реализуемых в селекционной технике, в частности в самоходной селекционной сеялке. В качестве перспективного направления предлагается разработать интеллектуальную технологию высева семенного материала и реализовать ее на базе самоходной селекционной сеялки.

**Ключевые слова:** Селекция, технология интеллектуального высева, самоходная сеялка, импортозамещение.

### **Введение.**

Производство зерна одна из значимых и приоритетных отраслей сельского хозяйства, которая определяет степень продовольственной безопасности страны. Этот вопрос наиболее остро стоит на сегодняшний день. Страна оказалась на пороге экономических санкций и существенной зависимости от импорта растениеводческой, животноводческой продукции и сопутствующих им товаров, доля которых в России на сегодняшний день высока.

Страна имеет потенциал для наращивания производства зерна, однако одним из сдерживающих фактором является увеличение за короткий промежуток времени семенного фонда. Производство семенного фонда в России (на 2015 год) находится в районе 6,0 млн. тонн в год при необходимости 7,4 млн. тонн в год. На ближайшие 5 лет с учетом задач по импорт замещению потребуется увеличение производственных площадей и как следствие возрастет доля потребности семян зерновых минимум на 25...30 %. Поставленная задача сбор зерновых к 2030 году в объеме 115 млн. тонн в год.

Из-за использования некачественных семян хозяйства недобирают до 20% урожая зерновых. Анализ зернового материала репродуцированного непосредственно в хозяйствах установил что большая доля (до 35 %) некондиционные семена по основным показателям засоренность, травмированность и размерные характеристики высеваемых зерновых культур. В основном это связано с отсутствием техники в т.ч. специализированной семеноводческой [1, 2].

На сегодняшний день в применяемой селекционной техники и оборудовании используются стандартные кинематические системы передач и приводов. В основном применяется зарубежная техника и оборудование, которая занимает от 60-80% рынка [3]. В устройстве селекционных сеялок применяются как ручная системы подачи семенного материала при высевах, так и механическая, что приводит к возрастанию потерь семенного материала, повышению энергоемкости и трудозатрат процесса. Кроме того при проектировании и разработке применяемой селекционной техники и оборудования не учитываются такие важные характеристики для процесса высева как: почвенно-климатические особенности местности, согласование скорости перемещения сеялки со скоростью вращения высевающего аппарата с учетом изменяющегося коэффициента буксования.

Стоит отметить, что на иностранной технике применяется автоматизированная система подачи и высева семян, но при этом интеллектуально-программное обеспечение не учитывает природно-климатических особенностей РФ и непосредственно основано и связано с основным программным кодом разработчиков.

Все выше перечисленное существенно снижает эффективность процесса высева семенного материала и как следствие продуктивность хозяйства [4].

Решением данной проблемы является разработка отечественной инновационной селекционной техники с использованием технологии

интеллектуального высева семенного материала.

**Цели исследования** – разработка технологии высева семенного материала с возможностью управления оптимальными параметрами технологического процесса, снижение погрешности расстояния при высева длинных селекционных делянок.

### **Материалы и методы.**

Для описания случайных переменных будут использованы:

- спектральные модели однородных гауссовских случайных полей, описывающих неравномерность участков высева, при решении которых будет использоваться моментальные условия функциональной сходимости [5];

- метод построения функций Ляпунова, определяющих систему асимптотической устойчивости;

- методы определения сил стабилизации граничных условий;

- условия разрушения стабилизации нелинейными силами при движении и колебании мобильных систем [6].

Будут применяться методики из теории планирования эксперимента и обработки статических данных [7]. Обработка данных будет производиться в пакете прикладных математических программ (MatLab. SeiLab. SimuLink). Для создания базы данных и ядра программы будут применены языки программирования C#, C++, Assembler, стандартный пакет программ контроллеров Ардуино, а также набор программ компиляторов Tavrasm, Vinutils-avr, для перевода исходного кода под микроконтроллер

Для создания устройства управления высевом будут применяться системы автоматизированного проектирования Kompas 3D, KompasЭлектрик и системы эмулирования и проектирования электронных схем и компонентов Proteus, sPlan, ElectroDroid.

В качестве блока управления высевающей аппаратурой будет применяться микроконтроллеры Arduino на базе чипов ATmega с ПЗУ 256

---

кбайт и тактовой частотой кристалла 16 МГц.

### **Результаты и обсуждения.**

Построение системы дифференциальных уравнений, описывающих модели неравномерностей участков высева и асимптотическую устойчивость мобильных средств. Данные модели непосредственно будут интегрированы в систему интеллектуального высева с целью минимизации погрешностей технологического процесса. Необходима параметрическая оптимизация векторов управляющих воздействий в единицу времени  $\Delta t$  (время отклика).

В существующих технологиях настройка оптимальных параметров технологии высева происходит в ручном режиме, а контроль оптимальных параметров происходит только после выполнения операции. Это приводит к увеличению трудозатрат при ручной настройке оптимальных параметров технологии высева, перерасходу дорогостоящего семенного материала при несоответствии параметров технологии высева оптимальным параметрам для конкретных условий, к увеличению материалоемкости при создании технических средств, реализующих технологию высева.

Для решения данной проблемы необходимо разработать технологию высева семенного материала, которая позволила бы интеллектуально выбирать оптимальные параметры процесса и контролировать их с учетом изменения различных факторов. Для разработки данной технологии необходимо провести теоретические исследования, связанные со сбором и анализом данных о влиянии различных факторов на качество технологии высева. Проведение вычислительного эксперимента и разработка математической модели влияния различных факторов на параметры технологии высева, написание отладочной программы для эмулятора. После этого необходимо в системе автоматизированного проектирования смоделировать рабочую схему системы интеллектуального высева и провести эмулирование процесса функционирования блока управления с дальнейшей корректировкой исходной отладочной программы. Дальнейшая

обработка данных полученных из эмулятора позволит создать программное обеспечение для микроконтроллера, выбрать аппаратное обеспечение для реализации системы управления и контроля оптимальных параметров технологии высева, обработки структуры базы данных и заполнения ее исходными данными.

Разработка интеллектуальной технической системы для управления и контроля параметров технологии высева на основе имеющейся элементной базы. Интегрирование данной технической системы в конструкцию самоходной селекционной сеялки, путем замены механической части управления параметрами технологии высева на интеллектуальное управление и размещением элементов данной сеялки в пределах базы самоходного шасси. Проверить работоспособность в лабораторных, а затем полевых условиях. Провести экспериментальные исследования, связанные с проверкой точности высева по спутникам GPS и Глонасс, а так же по лазерным маркерам. Обработать экспериментальные данные и сопоставить их с результатами теоретических исследований Сходимость теоретических закономерностей с результатами полевых испытаний докажет адекватность предложенного метода, модели. Также мы сможем определить оптимальные параметры разработанной интеллектуальной системы при работе селекционной сеялки.

Провести сравнительную оценку экономической эффективности интеллектуальной технология высева семенного материала. Разработать рекомендаций по модернизации селекционной техники с помощью технических средств, реализующих технологию интеллектуального высева семенного материала.

## **Выводы.**

1. Применение технологии интеллектуального высева позволит решить целый ряд комплексных задач: повышение эффективности использование семенного фонда, снижение общей материалоемкости, энергоемкости,



трудозатрат и как следствие повышение эффективности процесса.

2. Использование данной технологии будет способствовать реализации Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сырья и продуктов 2013-2030 гг. в частности в основном мероприятии программы «Развитие элитного семеноводства», в подпрограммах «Развития отрасли растениеводства и переработки и реализации продуктов растениеводства», а также данная технология будет соответствовать Стратегии развития сельскохозяйственного машиностроения России на период до 2030 года.

3. Разработанные принципы технологии интеллектуального высева семенного фонда также могут быть использованы при разработке различных мсхатронных систем для сельскохозяйственной техники.

4. Применение интеллектуальной системы высева позволит добиться высокой точности геометрических параметров селекционных делянок и полей.

### **Литература.**

1. Shevtsov V., Lavrov A., Izmailov A., Lobachevskii Y. Formation of quantitative and age structure of tractor park in the conditions of limitation of resources of agricultural production. SAE Technical Papers. 2015. doi: 10.4271/2015-26-0147.
2. Лавров А.В. Оптимизация количественно-возрастного состава тракторного парка сельскохозяйственной организации в условиях ограниченности ресурсов: дис... канд. техн. наук. – М.: ГНУ ВИМ, 2013. – 271 с.
3. Кряжков. В.М., Годжаев З.А., Шевцов В.Г., Лавров А.В. Парк тракторов: состояние и направление развития // Сельский механизатор. – 2015. - № 9. – С 3-5.
4. Московский М.Н. Синтез системных решений технологического процесса получения семян на основе структурно-функционального моделирования: дис... док. техн. наук. – Ростов-на-Дону, Кубанский государственный

аграрный университет им. И.Т. Трубилина, 2017. – 290 с.

5. Михайлов Г.А., Войтишек А.В. Численное статистическое моделирование: учебное пособие для студ. вузов. – М.: Издательский центр «Академия», 2006 – С. 128-138.

6. Агафонов С.А. Об устойчивости и стабилизации движения неконсервативных механических систем // Прикладная математика и механика. – 2010. – Том 74. Вып. 4. С. 47-52

7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта // М.: Агропромиздат. – 1985. – 352 с.

8. H.W. Griepentrog, P.T. Skou J.F., Soriano B.S., Blackmore // Design of a Seeder to achieve Highly Uniform Sowing Patterns // 5th European Conference on Precision Agriculture, Uppsala, Sweden, 9th – 12th June 2005, pp. 675 – 682.

9. Shevtsov, V., Lavrov, A., Godzhaev, Z., Kryazhkov, V. et al., "The Development of the Russian Agricultural Tractor Market from 2008 to 2014," SAE Technical Paper 2016-01-8128, 2016, doi: 10.4271/2016-01-8128.

10. Попов, А.Ю. Казачков И.А. К теории дозирования семян пневматическим высевающим аппаратом избыточного давления // Инженерный вестник Дона, 2012, №1 URL: ivdon.ru/magazine/archive/n1y2012/662.

11. Скурятин Н.Ф., Мерецкий С.В. Совершенствование процесса посева зерновых на склоновых почвах // Инженерный вестник Дона, 2014, №2 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2345.

### References

1. Shevtsov V., Lavrov A., Izmailov A., Lobachevskii Y. SAE Technical Papers. 2015. doi: 10.4271/2015-26-0147.

2. Lavrov A.V. Optimizacija kolichestvenno-voznrastnogo sostava traktornogo parka sel'skohozjajstvennoj organizacii v uslovijah ogranichenosti resursov [Optimization of the quantitative-age composition of the tractor fleet of an



- agricultural organization in conditions of limited resources]: dis... kand. tehn. nauk. M.: GNU VIM, 2013. 271 p.
3. Krjazhkov. V.M., Godzhaev Z.A., Shevcov V.G., Lavrov A.V. Sel'skij mehanizator. 2015. № 9. pp 3-5.
  4. Moskovskij M.N. Sintez sistemnyh reshenij tehnologicheskogo processa poluchenija semjan na osnove strukturno-funkcional'nogo modelirovanija [Synthesis of system solutions for the technological process of obtaining seeds on the basis of structural and functional modeling]: Diss. Dok. Tehn. nauk: 05.20.01. Krasnodar, 2017, 491 p.
  5. Mihajlov G.A. Chislennoe statisticheskoe modelirovanie [Numerical statistical modeling] M.: Izdatel'skij centr «Akademija», 2006, pp. 128-138.
  6. Agafonov S.A. Ob Prikladnaja matematika i mehanika. 2010. Tom 74. Vyp. 4. pp. 47-52.
  7. Dosphehov B.A. Metodika polevogo opyta [Field experience] M.: Agropromizdat. 1985. 352 p.
  8. H.W. Griepentrog, P.T. Skou J.F., Soriano B.S., Blackmore 5th European Conference on Precision Agriculture, Uppsala, Sweden, 9th – 12th June 2005, pp. 675 – 682.
  9. Shevtsov, V., Lavrov, A., Godzhaev, Z., Kryazhkov, V. SAE Technical Paper 2016-01-8128, 2016, doi:10.4271/2016-01-8128.
  10. Popov, A.Ju. Kazachkov I.A. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2012, №1. URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n1y2012/662](http://ivdon.ru/magazine/archive/n1y2012/662).
  11. Skurjatin N.F., Mereckij S.V. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2014, №2. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2345](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2345).