

## ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРИНЯТИЕМ ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

С. Я. Егоров, К. В. Немтинов

*Кафедра «Компьютерно-интегрированные системы в машиностроении»,  
ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, Россия; egorov@mail.gaps.tstu.ru*

**Ключевые слова:** база данных; информационная система; посевной комплекс; проектно-технологическое решение; тип почвы.

**Аннотация:** Рассмотрены модели данных, составляющих информационное обеспечение системы управления принятием проектно-технологических решений технической системы на примере посевного комплекса. Приведены структура комплекса программ системы управления принятием решений при их проектировании и результаты апробации методики поддержки принятия конструкторского решения посевного комплекса для зерновых культур.

---

Создание автоматизированных систем управления принятием решений при проектировании технологических комплексов сельскохозяйственного назначения в настоящее время предполагает использование технологий, позволяющих в реальном времени представлять конструктору результаты решения.

Рассмотрим вопросы построения подобной системы на базе известных программных сред, с помощью которых можно подобрать оптимальный вариант структуры посевного комплекса, выполнить механические расчеты, построить его 3D-модель и разработать чертежи для изготовления опытного образца посевного комплекса для конкретных исходных данных: вида посевного материала, типа почвы, технологии посева, тягового класса трактора.

При описании всех данных, используемых при решении задачи проектирования посевных комплексов, структура данных отображается совокупностью информационных моделей поддержки принятия решений. В работе рассматриваются вопросы создания базы моделей:

- структуры посевных комплексов;
- данных об их деталях и узлах.

При создании моделей данных о деталях и узлах посевных комплексов и их физического хранения использована реляционная база данных  $BD$  [1, 2], представленная в следующем виде:

$$BD = \{D_1, \dots, D_i, \dots, D_I\}, \quad i = \overline{1, I};$$
$$D_i = \{pk_i, FK_i, \overline{D}_i\};$$

$$FK_i = \{fk_{i1}, \dots, fk_{ij}, \dots, fk_{iJ}\}, \quad j = \overline{1, J};$$

$$\overline{D}_i = \{\overline{d}_{i1}, \dots, \overline{d}_{ik}, \dots, \overline{d}_{iK}\}, \quad k = \overline{1, K},$$

где  $D_i$  –  $i$ -я таблица;  $n$  – число таблиц в базе данных;  $pk_i$  – ключевой атрибут  $i$ -й таблицы;  $FK_i$  – совокупность значений для внешних ключей;  $\overline{D}_i$  – совокупность значений данных.

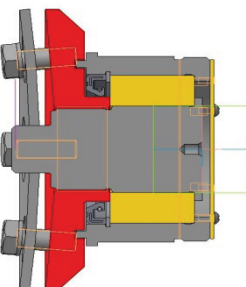
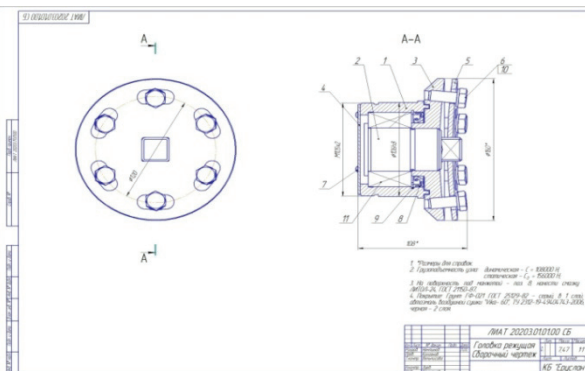
Для визуализации графических образов деталей и узлов посевных комплексов были созданы их 3D-модели и чертежи (табл. 1). В настоящее время база элементов посевных комплексов включает более 150 наименований деталей и узлов. Структура программного обеспечения информационной системы управления принятием решений при проектировании посевных комплексов приведена на рис. 1.

Предложенная структура комплекса программ системы управления принятием решений при проектировании посевных комплексов позволила реализовать методику информационной поддержки принятия конструкторских решений, связывающую все подзадачи в соответствии со схемой их управления [3 – 7].

В качестве базовых программных сред для решения задачи подбора структурной схемы посевного комплекса была выбрана система CLIPS [8, 9], а для типовой детали, устройства или механизма – Clargon.

Таблица 1

**Фрагмент базы моделей и чертежей деталей  
и узлов посевных комплексов**

Наименование, материал, характеристика	3D-вид модели	Чертеж (общий вид)
Ступица режущего узла		
...	...	...

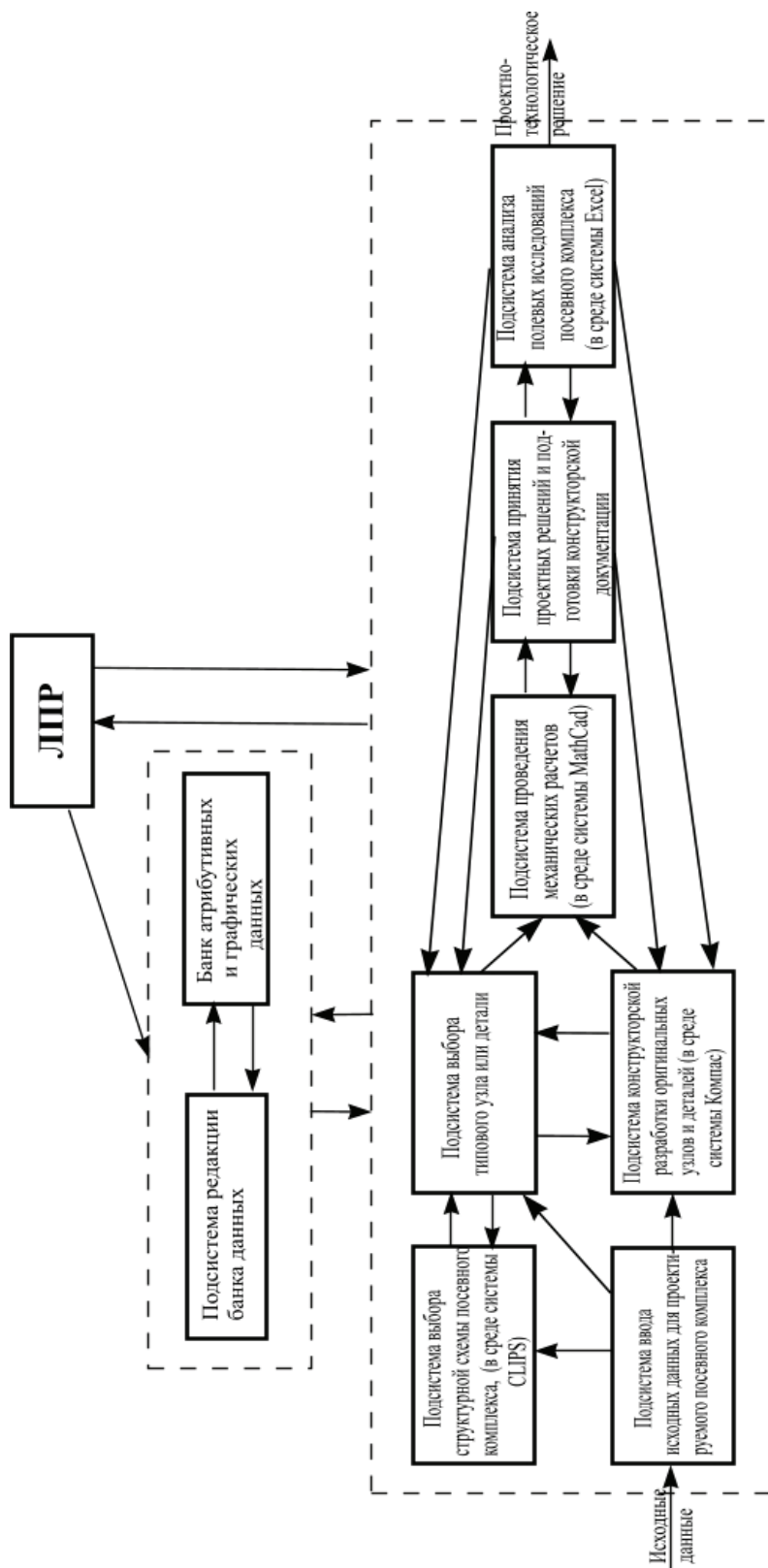


Рис. 1. Структура комплекса программ системы управления принятием решений при проектировании посевных комплексов

Апробация методики управления принятием конструкторского решения посевного комплекса для зерновых культур была осуществлена в ООО «КБ ЕРУС-ЛАН» с использованием соответствующего программного обеспечения. Исходные данные для проектирования:

- технология обработки почвы – «нулевая»;
- посевной материал – «зерновые, пшеница»;
- тяговый класс трактора  $\leq 1,4$ ;
- тип почвы – «чернозем».

В результате решения первой задачи подбора структуры выбрана структурная схема комплекса, включающая следующие основные рабочие органы, устройства и механизмы: рама – «цельная», тип бункера – «общий бункер», прикатывающее устройство – «пневматические шины», высевающий аппарат – «дисковые ножи», дозирующее устройство – «катушечный тип», транспортирующее устройство – «ковшовый элеватор». Его ориентировочная стоимость составила 640 тыс. р. Приведем протокол программы:

```
*****
*****   ПОДСИСТЕМА ПОДБОРА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ   *****
*****                   ПОСЕВНЫХ КОМПЛЕКСОВ                   *****
*****
```

Введите наименование технологии обработки почвы:  
нулевая.

Введите наименование посевного материала:  
зерновые, пшеница.

Введите значение тягового класса трактора:  
1,4.

Введите наименование типа почвы:  
чернозем.

Введите значение экономического критерия:  
0,4.

Введите значение критерия технологичности:  
0,3.

Введите значение критерия надежности:  
0,3.

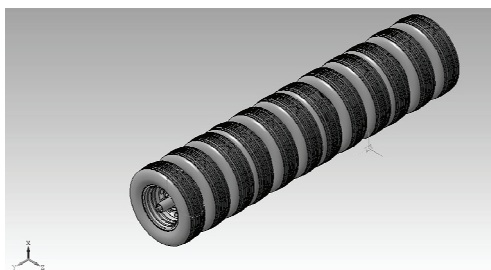
Заданным исходным данным с позиций принятых критериев соответствует следующая структура:

рама = «цельная»,  
тип бункера = «общий бункер»,  
прикатывающее устройство = «пневматические шины»,  
высевающий аппарат = «дисковые ножи»,  
дозировочное устройство = «катушечный тип»,  
транспортирующее устройство = «ковшовый элеватор».  
Ориентировочная стоимость: ~640 тыс. рублей.

```
.
CLIPS>
*****
```

Для использования в компоновке посевного комплекса типовых устройств выбраны следующие устройства, выпускаемые промышленностью: пневматические шины марки – «диски от автомобиля УАЗ452, шины 235/65/R16» (15 шт.); дисковые ножи – «диск БДТ гладкий диаметром 560 мм» (42 шт.); дозирующий аппарат марки «СЗП».

Проиллюстрируем реализацию модели автоматизированного подбора типовой детали (устройства или механизма) посевного комплекса на примере прикатывающего устройства следующих основных конструктивных размеров: диаметр крепежного вала и прикатывающего элемента – 100 и 500 мм соответственно. При выборе следует учитывать следующие характеристики: простота в эксплуатации, ремонтпригодность без специализированных инструментов, налипание земли на прикатывающее устройство при влажной почве и невысокую цену изделия.



**Рис. 2. 3D-вид модели прикатывающего устройства посевного комплекса**

Значимость каждого из критериев: стоимость, простота в эксплуатации, ремонтпригодность без специализированных инструментов, взаимозаменяемость с аналогичными устройствами зададим следующим образом:  $\rho_i = 0,25, i = \overline{1,4}$ . В результате решения задачи выбрано прикатывающее устройство с пневматическими шинами (рис. 2).

При разработке конструкции использованы 2D и 3D чертежные системы (Компас и AutoCAD) (см. рис. 1). Механические расчеты для данных узлов комплекса выполнены в соответствии с ГОСТ 26711–89 [10]. При этом использовали систему MathCad, позволяющую автоматизировать процедуру их реализации.

Разработана структура информационного и программного обеспечения системы управления принятием решения для проектирования посевных комплексов. Использование данной системы позволит обеспечить снижение стоимости и повышение качества разработки проектов посевных комплексов за счет автоматизации получения проектных решений и уменьшить влияние субъективных факторов на качество конечного результата.

Теоретические и практические результаты использованы в ООО «КБ ЕРУС-ЛАН» при проектировании посевного комплекса для зерновых культур. Использование усовершенствованной методики управления принятием решений при проектировании посевных комплексов позволило разработать конструктивно-технологическую схему посевного комплекса для зерновых культур и его оригинальную конструкцию.

#### *Список литературы*

1. Мокрозуб, В. Г. 77-30569/400027 Описание структуры технических объектов с взаимозаменяемыми элементами / В. Г. Мокрозуб, А. А. Борисяк, Д. А. Лагутин // Наука и образование : науч. изд. МГТУ им. Н. Э. Баумана. – 2012. – № 4. – С. 20.
2. Мокрозуб, В. Г. Графовые структуры и реляционные базы данных в автоматизированных интеллектуальных информационных системах : монография / В. Г. Мокрозуб. – М. : Издат. дом «Спектр», 2011. – 108 с.
3. Немтинов, К. В. Технология автоматизированного синтеза сложных технологических комплексов / К. В. Немтинов, А. К. Ерусланов, В. А. Немтинов // Информац. технологии в проектировании и пр-ве. – 2014. – № 1(153). – С. 75 – 83.
4. Немтинов, К. В. Автоматизация процесса выбора узла сельскохозяйственной техники / К. В. Немтинов, А. Н. Зазуля, А. К. Ерусланов // Вестн. компьютер. и информац. технологий. – 2014. – № 10(124). – С. 9 – 15. doi: 10.14489/vkit.2014.010.pp.009-015.

5. Егоров, С. Я. Прототип экспертной системы компоновки промышленных объектов / С. Я. Егоров, К. А. Шаронин // Вестн. Тамб. гос. техн. ун-та. – 2014. – Т. 20, № 2. – С. 268 – 276.

6. Технология создания электронного банка данных многоцелевого назначения / С. Я. Егоров [и др.] // Вестн. Тамб. гос. техн. ун-та. – 2011. – Т. 17, № 2. – С. 284 – 288.

7. Информационно-логическая модель трассировки технологических трубопроводов / С. Я. Егоров [и др.] // Вестн. Тамб. гос. техн. ун-та. – 2010. – Т. 16, № 4. – С. 826 – 830.

8. Джарратано, Дж. Экспертные системы: принципы разработки и программирование / Дж. Джарратано, Г. Райли. – 4-е изд. – Пер. с англ. – М. : Вильямс, 2007. – 1152 с.

9. Трофимов, В. А. База данных + CLIPS = База знаний / В. А. Трофимов // Компьютеры + программы. – 2003. – № 10. – С. 56 – 61.

10. ГОСТ 26711–89. Сеялки тракторные. Общие технические требования. – Введ. 1990–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1990. – 10 с.

---

## Information Support of Decision-Making Control System for Design and Technological Solutions

S. Ya. Egorov, K. V. Nemtinov

*Department of Computer-Integrated Systems in Mechanical Engineering, TSTU,  
Tambov, Russia; Egorov@mail.gaps.tstu.ru*

**Keywords:** database; information system; seeding system; design and technological solutions; soil type

**Abstract:** The paper considers the data models making up the information support of the decision-making control system for design and technological solutions of the technical system, using the example of a sowing complex. The structure of the system of programs of a decision-making control system is developed; the testing results of the methodology of information support of decision-making control system for a seeding complex are described.

### References

1. Mokrozub V.G., Borisyak A.A., Lagutin D.A. [77-30569 / 400027 Description of the structure of technical objects with interchangeable elements], *Nauka i obrazovanie : nauchnoe izdanie MGTU im. N. E. Baumana* [Science and Education of Bauman MSTU], 2012, no. 4, p. 20. (In Russ.)

2. Mokrozub V.G. *Grafovye struktury i relyatsionnye bazy dannykh v avtomatizirovannykh intellektual'nykh informatsionnykh sistemakh : monografiya* [Graph structures and relational databases in automated intelligent information systems: monograph], Moscow: Izdatel'skii dom "Spektr", 2011, 108 p. (In Russ.)

3. Nemtinov K.V., Eruslanov A.K., Nemtinov V.A. [Technology of the Automated Synthesis of Aggregated Sowing Complexes], *Informatsionnye tekhnologii v proektirovanii i proizvodstve* [Informacionnye Tehnologii v Proektirovanii i Proizvodstve], 2014, no. 1(153), pp. 75-83. (In Russ., abstract in Eng.)

4. Nemtinov K.V., Zazulya A.N., Eruslanov A.K. [Automated Selection Procedure of Parts for Agricultural Machinery], *Vestnik komp'yuternykh i informatsionnykh*

*tekhnologii* [Herald of computer and information technologies], 2014, no. 10(124), pp. 9-15, doi: 10.14489/vkit.2014.010.pp.009-015. (In Russ., abstract in Eng.)

5. Egorov S.Ya., Sharonin K.A. [The Prototype of Expert System for Industrial Objects Layout], *Transactions of the Tambov State Technical University*, 2014, vol. 20, no. 2, pp. 268-276. (In Russ., abstract in Eng.)

6. Egorov S.Ya., Sharonin K.A., Nemtinov K.V., Andreev G.I. [Technology of Creation of the Electronic Multi-Purpose Databank], *Transactions of the Tambov State Technical University*, 2011, vol. 17, no. 2, pp. 284-288. (In Russ., abstract in Eng.)

7. Egorov S.Ya., Sharonin K.A., Fursov I.S., Nemtinov K.V. [Information and Logical Model of Tracing of Technological Pipelines], *Transactions of the Tambov State Technical University*, 2010, vol. 16, no. 4, pp. 826-830. (In Russ., abstract in Eng.)

8. Dzharratano Dzh., Raili G. *Ekspertnye sistemy: printsipy razrabotki i programmirovaniya* [Expert systems: principles of development and programming], Moscow: Vil'yams, 2007, 1152 p. (In Russ.)

9. Trofimov V.A. [Database + CLIPS = Knowledge Base], *Komp'yutery + programmy* [Computers + software], 2003, no. 10, pp. 56-61. (In Russ.)

10. GOST 26711–89. *Seyalki traktornye. Obshchie tekhnicheskie trebovaniya* [Seeders tractor. General technical requirements], Moscow: Izdatel'stvo standartov, 1990, 10 p. (In Russ.)

---

### **Informative Versorgung des Steuersystemes von der Fassung der projekttechnologischen Beschlüsse**

**Zusammenfassung:** Es sind die Modelle der Daten, die die informative Versorgung des Steuersystemes von der Fassung der projekttechnologischen Beschlüsse des technischen Systems am Beispiel des Saatkomplexes bilden, betrachtet. Es ist die Struktur des Komplexes der Programme des Steuersystemes von der Beschlussfassung bei ihrer Projektierung und die Ergebnisse der Approbation der Methodik der Unterstützung der Fassung des Konstruktionsbeschlusses des Saatkomplexes für die Getreidekulturen angeführt.

---

### **Le logiciel du système de la gestion de l'adoption de solutions technologiques de conception**

**Résumé:** Sont examinés les modèles des données qui composent le logiciel du système de la gestion de l'adoption de solutions technologiques de conception du système technique à l'exemple du complexe de semailles. Est citée la structure de l'ensemble des programmes du système de la gestion de l'adoption de solutions lors de leur conception et les résultats de la validation de la méthodologie du soutien de l'adoption de la solution de la conception du complexe de semailles pour les céréales.

---

**Авторы:** *Егоров Сергей Яковлевич* – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Компьютерно-интегрированные системы в машиностроении»; *Немтинов Кирилл Владимирович* – младший научный сотрудник центра «Прототипирование и промышленный дизайн» кафедры «Компьютерно-интегрированные системы в машиностроении», ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, Россия.

**Рецензент:** *Подольский Владимир Ефимович* – доктор технических наук, профессор, директор ТамбовЦНИТ, ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, Россия.