

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

УДК/ББК 004.94, 004.8, 378.14.015.62

Герасимова В.А., Шиккульская О.М., Шиккульский М.И.

КОМПЕТЕНТНОСТНЫЙ ПОДХОД К МОДЕЛИРОВАНИЮ СТРУКТУРЫ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Gerasimova V.A., Shikulskaya O.M., Shikulskiy M.I.

COMPETENCE-BASED APPROACH TO MODELLING STRUCTURES OF THE MAIN EDUCATIONAL PROGRAM

Аннотация. Авторы обосновали необходимость компьютерной поддержки этапа планирования и разработки основной образовательной программы, разработали модель автоматического формирования структуры образовательной программы на основе графов; предложили интегрированный критерий оценки дисциплины; разработали стратегическую карту комплексной оценки дисциплины. Выполненные теоретические исследования являются основой для создания автоматизированной системы поддержки процессов планирования и разработки основной образовательной программы.

Ключевые слова: компетентностный подход, модель жизненного цикла, модель основной образовательной программы, автоматическая генерация, BPMN нотация.

Abstract. Authors have proved need of computer support of a stage of planning and development of the main educational program, have developed model of automatic forming of structure of an educational program on the basis of counts; have offered the integrated criterion for evaluation of discipline; have developed a strategic map of a complex assessment of discipline. The executed theoretical researches are a basis for creation of the automated system of support of planning processes and development of the main educational program.

Key words: competence-based approach, lifecycle model, model of the main educational program, automatic generation, BPMN notation.

Введение. Динамичное развитие экономики, быстро меняющиеся технологии привели к необходимости реорганизации системы образования. Выпускнику ВУЗа необходимо обладать такими личностными характеристиками, которые ему помогут в дальнейшей профессиональной деятельности – умение применять на практике полученные знания в часто неопределенных ситуациях. В связи с этим, перед системой образования поставлена нелегкая задача воспитать в человеке коммуникативность, гибкость, ответственность, которые помо-

гут ему действовать в любой жизненной и производственной ситуации.

Подписание Россией Болонской конвенции привело к необходимости пересмотра методов, прежде всего, оценки результатов обучения.

В настоящее время, модернизация системы образования тесно связана с компетентностным подходом [1]. Это новая парадигма в сфере образования. Разработанные ранее образовательные модели по формированию необходимых навыков не могут подготовить профессиональных специалистов, в полном объеме отвечающих требованиям современной экономики.

Внедрение новых ФГОС ВО ориентирует систему образования на результат обучения, выраженный языком компетенций. Перед образовательными учреждениями поставлена важнейшая задача научить студента постоянно совершенствовать свой профессиональный уровень в условиях непрерывного обновления информации.

Анализ многочисленных научно-технических исследований в области компетентностного подхода позволил выявить неоднозначный характер трактовки основных понятий [2,3], что свидетельствует о многомерности изучения данного направления. При рассмотрении всех составляющих компетентностного подхода авторами было использовано понятие «жизненный цикл компетенции» (ЖЦК) [4]. В работе [5] было показано, что из двух укрупненных этапов ЖЦК («Планирование и разработка основной образовательной программы (ООП)» и «Реализация ООП») первый наименее изучен и наиболее важен. Неверный подбор дисциплин и последовательность их изучения не позволит в полном объеме сформировать компетенции с учетом требований образовательных стандартов и работодателей. Сложность первого этапа ЖЦК обуславливает необходимость компьютерной поддержки этого процесса, чем обоснована актуальность представленного исследования.

Постановка задачи. Каждая компетенция представляет собой совокупность элементов «Знать», «Уметь», «Владеть». Формирование у выпускника набора требуемых компетенций закладывается на этапе планирования и разработки ООП, определяющем набор дисциплин, продолжительность и последовательность их прохождения. Для изучения каждой дисциплины обучаемому необходим начальный минимальный набор соответствующих данной дисциплине знаний, умений и навыков. После прохождения курса учащийся приобретает новые знания, умения и навыки, которые накапливаются в процессе всего периода обучения, формируя компетенции выпускника. От того, насколько правильно будет сформирована структура ООП, представляющая собой набор, продолжительность и последовательность дисциплин, зависит качество сформированных компетенций и затратность процесса обучения.

Огромное количество дисциплин значительно усложняет процесс планирования и разработки и ООП и делает его неэффективным. В связи с этим необходимо создать механизм, позволяющий формализовать этот процесс с целью обеспечения его компьютерной поддержкой.

Методы исследования. Процесс формирования компетенций является с точки зрения системного анализа сложной системой, относимой к классу само-

организующихся систем, модели которых должны постоянно корректироваться и развиваться. При исследовании такого процесса возможно изменение не только модели, но и метода моделирования. Иными словами, перевод вербального описания в формальное, осмысление, интерпретация модели и получаемых результатов становятся неотъемлемой частью практически каждого этапа моделирования этой сложной развивающейся системы. Для определения более точной характеристики такого подхода к моделированию процессов принятия решений, мы говорим о создании «механизма» моделирования, «механизма принятия решений».

Для решения проблемы перевода вербального описания в формальное существуют специальные способы и методы: «мозговой штурм», «сценарии», экспертных оценок, «дерева целей» и т.д. Данная задача имеет большую степень неопределенности, поэтому для ее решения необходимо использовать теорию множеств, математическую логику, математическую лингвистику, теорию графов, что во многом является стимулом для развития этих направлений.

Основные этапы синтеза структуры основного учебного плана.

По аналогии с синтезом новых технических решений на основе энергоинформационного метода [6,7] были разработаны принципы создания информационного обеспечения на этапе планирования и разработки основной образовательной программы:

- декомпозиция сложных процессов, происходящих внутри системы;
- декомпозиция компетенций на элементы «Знать», «Уметь», «Владеть»;
- каждая дисциплина имеет свое стандартное формализованное описание, удобное для машинной обработки на ЭВМ: вход (элементы «Знать», «Уметь», «Владеть» на входе), выход (элементы «Знать», «Уметь», «Владеть» на выходе), комплекс численных значений параметров для расчета критерия выбора дисциплины;
- перевод вербального описания элементов компетенций и дисциплин «Знать», «Уметь», «Владеть» в формальное описание путем создания и использования классификатора этих элементов;
- структурно-формализованное описание возможных вариантов траекторий формирования компетенций в виде структурных схем (цепей), каждое звено которых является дисциплиной и отражает преобразование элементов компетенций «Знать», «Уметь», «Владеть» на входе дисциплины в элементы «Знать», «Уметь», «Владеть» на выходе дисциплины; соединение звеньев осуществляется посредством состыковки совпадающих элементов «Знать», «Уметь», «Владеть» на выходе предыдущей дисциплины с соответствующими элементами «Знать», «Уметь», «Владеть» на выходе последующей дисциплины;
- информационное обеспечение синтеза возможных вариантов структуры ООП и их ранжирование по значениям оценочной функции, вычисленным по совокупности критериев.

Основные этапы синтеза структуры основной образовательной программы приведены на рис. 1.

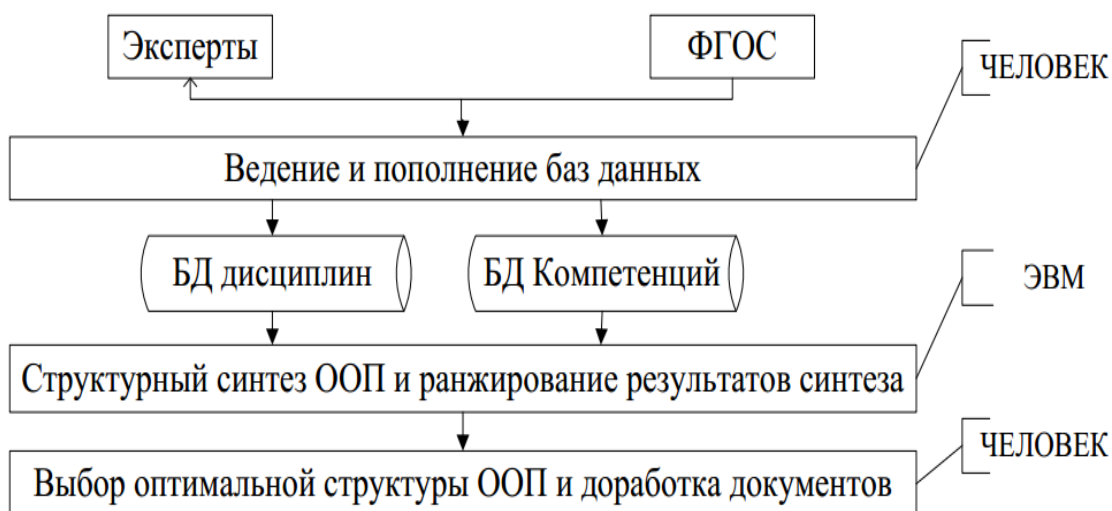


Рисунок 1 - Основные этапы синтеза основной образовательной программы

На основании требований Федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС), а также опроса экспертов (представителей работодателей) формируется перечень компетенций выпускника, их формализованное описание вводят в базу данных компетенций. Затем на ЭВМ запускается автоматизированный синтез вариантов структуры ООП, результатом которого является ранжированный по степени удовлетворения требования список вариантов формализованных структур ООП. Лицо, принимающее решение (ЛПР) – составитель ООП выбирает один из вариантов структуры ООП и разрабатывает на ее основе документы ООП.

Синтез вариантов структуры основной образовательной программы с использованием графов

Для удобства обработки на ЭВМ мы используем графы. Для каждого из элементов компетенции («Знать», «Уметь», «Владеть») строим индивидуальный граф (рис. 2). Рассмотрим на примере синтеза элемента компетенции «Знать».

Вершинами графа являются элементы («Знать», дугами – дисциплины. Левая вершина обозначает требуемое знание на входе курса, правая – на выходе. Последняя вершина $Z_{к1}$ обозначает знание выпускника ВУЗа, первая Z_n – абитуриента. Над дугами графа пишется номер дисциплины. Синтез осуществляется в направлении, обратном ориентации дуг – от конечного элемента компетенции «Знать» к начальному элементу «Знать дисциплины» (от знаний выпускника к знаниям абитуриента).

При построении графов следует учитывать следующие правила:

1. Дуги имеют одно направление, т.е. граф является направленным.
2. Входная величина графа может иметь только выходящие дуги.
3. Выходная вершина графа должна иметь только входящие дуги.
4. Отбрасываются дисциплины, использование которых не возможно без повторного возвращения к уже пройденной вершине.

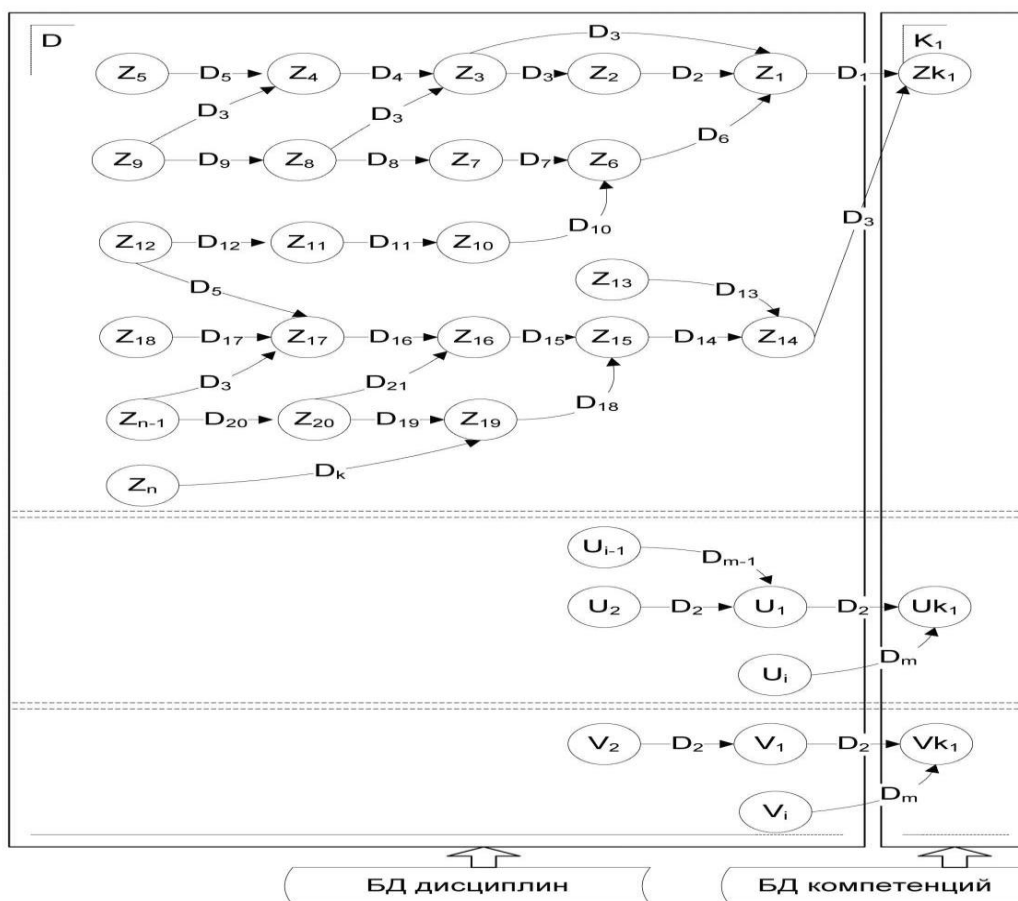


Рисунок 2 – Графы траекторий формирования компетенций

5. В каждую траекторию графа обязательно должны быть включены дисциплины, определяемые ФГОС.

6. Продолжительность изучения дисциплины измеряется в семестрах. Продолжительность обучения студента должна соответствовать требованиям ФГОС. Она определяется в процессе синтеза для каждой траектории формирования компетенций как сумма продолжительности дисциплин, обозначенных дугами данной траектории. В случае если при достижении необходимой продолжительности траектории не получен уровень абитуриента, траектория удаляется.

7. В одной траектории одна и та же дисциплина не может быть использован более одного раза.

8. Граф не может иметь петли.

Аналогичные графы строятся для элементов той же компетенции «Уметь», «Владеть». Затем все повторяется для остальных компетенций выпускника.

Построенные графы строятся для элементов той же компетенций: все элементы компетенций выпускника должны быть связаны траекторией с элементами подготовленности абитуриента. В противном случае необходимо пополнить базу данных новыми дисциплинами и повторить операции. После окончания синтеза возможных траекторий формирования компетенций, необходимо выбрать оптимальные из них на основе значений оценочных функций по заданным критериям.

Интегрированный критерий оценки дисциплины. Для выбора оптимальных решений необходимо рассчитать значения оценочной функции, которая зависит от совокупности значений критериев каждой дисциплины.

С этой целью авторы предлагают иерархическую систему критериев. Вершиной иерархии является интегрированный критерий оценки дисциплины (ИКД). Его структура показана на рис. 3.



Рисунок 3 - Структура интегрированного критерия оценки дисциплины (ИКОД)

Все критерии разделены на 3 группы: потребительской ценности дисциплины, потребность дисциплины и ресурсоемкость дисциплины.

Потребность дисциплины рассматривается только с точки зрения требований по элементам компетенций «Знать», «Уметь», «Владеть» к предыдущей дисциплине (процессу-поставщику) или к уровню абитуриента, если дисциплина в начале графа. Эти критерии учитываются только при синтезе графа.

Потребительская ценность дисциплины рассматривается с двух точек зрения: по элементам компетенций «Знать», «Уметь», «Владеть» на выходе дисциплины (способность удовлетворить процесс потребитель); Эти критерии, используются только при синтезе; привлекательная ценность для студента – экспертная оценка.

Третья группа – ресурсоемкость дисциплины – представляет собой набор критериев оценки материальных, трудовых и временных затрат для подготовки и проведения дисциплины. Эти критерии используются для расчета оценочной функции на этапе ранжирования синтезированных траекторий. Все критерии имеют различные типы: качественные, количественные и булевы. Поэтому

необходимо использовать процедуры, переводящие неколичественные критерии в количественные, а затем все количественные критерии в приведенные, чтобы их можно было соотнести между собой. Стратегическая карта комплексной оценки дисциплины представлена на рис. 4.

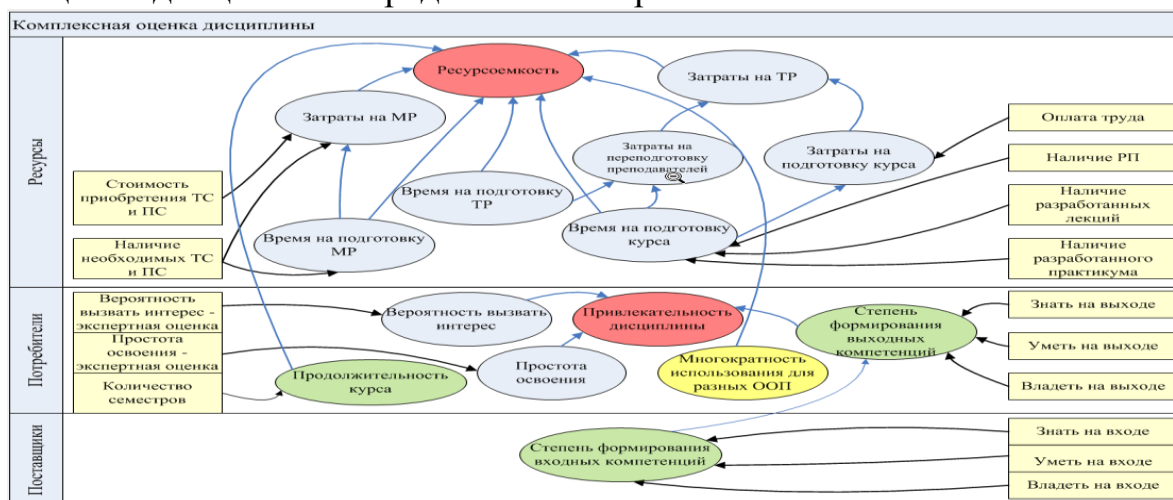


Рисунок 4 – Стратегическая карта комплексной оценки дисциплины

Результаты эксперимента и их обсуждение. Формализованное представление структуры ООП позволяет описать ее синтез математически. Структура ООП представлена авторами в виде такой разновидности знаково-символических наглядных средств, как граф. Графы являются удобным языком для формулировки и эффективным инструментом для решения задач. Для того, чтобы из множества автоматически сгенерированных траекторий формирования компетенций выбрать наиболее оптимальную по соотношению достигаемых в обучении результатов и связанных с этим финансовых затрат, авторы предложили использовать интегрированный критерий оценки дисциплины, основанный на иерархической системе частных критериев. Интегрированный критерий оценки дисциплины учитывает взаимосвязь между читаемыми курсами, потребительскую ценность дисциплин и их ресурсоемкость, т.е. затраты на реализацию.

Вывод. Исследования известных авторов в области компетентного подхода в образовании направлены, главным образом, на формирование и контроль компетенций студентов, однако недостаточно внимания уделяется стадии планирования и разработки основной образовательной программы, которая является основой для других этапов формирования компетенций, что ввиду большой сложности и важности нуждается в компьютерной поддержке.

Авторы предложили принципы создания информационного обеспечения этапа планирования и разработки основной образовательной программы, базирующиеся на декомпозиции сложных процессов, формализованном описании и декомпозиции дисциплин и компетенций, структурно-формализованном описании возможных вариантов траекторий формирования компетенций в виде структурных схем, ранжирования автоматически сгенерированных структур ООП по значениям оценочной функции, вычисленным по совокупности критериев. В соответствии с этими принципами сформированы основные этапы синтеза ООП, основанные на человеко-машинном взаимодействии.

На основе проведенных теоретических разработок в дальнейшем будет автоматизирован синтез структуры ООП, что обеспечит повышение качества процесса обучения, в частности, формирования требуемых компетенций. В настоящее время авторами уже разработан модуль этой системы [8].

Библиографический список:

1. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года 17.11.2008г. № 1662-р. URL/http://www.ifap.ru/ofdocs/rus/rus006.pdf
2. A. Lunev, I. Petrova V. Zaripova Competency-Based Models Of Learning For Engineers: A Comparison.// Journal: CEEE European Journal of Engineering Education Manuscript ID: 824410 DOI: 10.1080/03043797.2013.824410
3. Zaripova V., Petrova I. Engineering creativity education in Russian Universities, Proceedings of the SEFI Annual Conference 2014, University of Birmingham (UK), 15-19 September 2014, [Online] Available From: <http://www.sefi.be/conference-2014/0084.pdf>
4. Сибикина И.В. Модели и алгоритмы формирования и оценки компетенций выпускника ВУЗа. Специальность 05.13.10. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Астрахань – 2012.
5. Gerasimova V.A., Shikulskaya O.M. Models of the competence life cycle // *Meždunarodnyj naučno-issledovatel'skij žurnal* No11(30) 2014 Part 4 pp. 5-7.
6. Zaripova V., Petrova I. Knowledge-Based Support for Innovative Design on Basis of Energy-Information Method of Circuits // Proceedings of the 11th Joint Conference, JCKBSE 2014, Volgograd, Russia, September 17-20, (2014), Communications in Computer and Information Science, Vol. 466 (2014), pp.521-532
7. Zaripova V., Petrova I. System of Conceptual Design Based on Energy-Informational Model. Progress in systems engineering, Proceedings of the the 23rd International Conference on Systems Engineering, August, 2014, Las Vegas, NV, Series: Advances in Intelligent Systems and Computing, Vol. 1089 2015, pp.365-373.
8. Шиккульская О.М., Герасимова В.А. Информационная система формирования компетентностной структуры основной образовательной программы, Россия, Сертификат регистрации компьютерной программы № 2015616778, 23.06.2015.

References:

1. The concept of long-term socio-economic development of the Russian Federation for the period until 2020 17.11.2008, No. 1662-p. URL/http://www.ifap.EN/ofdocs/rus/rus006.pdf
2. A. Lunev, I. Petrova, V. Zaripova. Competency-Based Models Of Learning For Engineers: A Comparison; Journal: CEEE European Journal of Engineering Education Manuscript ID: 824410 DOI: 10.1080/03043797.2013.824410.
3. Zaripova V., Petrova I. Engineering creativity education in Russian Universities, Proceedings of the SEFI Annual Conference 2014, University of Birmingham (UK), 15-19 September 2014, [Online] Available From: <http://www.sefi.be/conference-2014/0084.pdf>
4. Sinicina I. V. Models and algorithms of formation and evaluation of competences

of graduates. The specialty 05.13.10. The dissertation on competition of a scientific degree of candidate of technical sciences. Astrakhan – 2012.

5. A. V. Gerasimova, O. M. Shikulskaya Models of the competence life cycle ; International scientific-practical journal No11 – Vol.30 – 2014-Part 4- pp. 5-7.

6. Zaripova V., Petrova I. Knowledge-Based Support for Innovative Design on Basis of Energy-Information Method of Circuits ;Proceedings of the 11th Joint Conference, JCKBSE 2014, Volgograd, Russia, September 17-20, (2014), Communications in Computer and Information Science, Vol. 466 (2014), pp.521-532.

7. Zaripova V., Petrova I. System of Conceptual Design Based on Energy-Informational Model; Progress in systems engineering, Proceedings of the the 23rd International Conference on Systems Engineering, August, 2014, Las Vegas, NV, Series: Advances in Intelligent Systems and Computing, Vol. 1089 2015, pp.365-373.

8. Shikulska O. M., Gerasimov V. A. Information system of forming the competence structure of the basic educational program, Russia, Certificate of computer program registration № 2015616778, 23.06.2015.

УДК 631.331.5

Дёмин С.Б., Синёнков Д.В.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ БУНКЕРА И ТРАНСПОРТНЫХ ОКОН НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ БУНКЕРА СЕЯЛОК

Demín S.B., Sinenkov D.V.

MODELLING OF INFLUENCE OF PARAMETERS OF THE BUNKER AND TRANSPORT WINDOWS ON PRODUCTIVITY OF THE BUNKER OF SEEDERS

***Аннотация.** В статье обоснована целесообразность исследования производительности бункерного устройства для высевających агрегатов методом математического моделирования. Произведена группировка факторов, влияющих на производительность бункера высевającego агрегата. Определены ограничения в построении математической модели бункера высевającego агрегата. Проведен сравнительный анализ существующих математических моделей бункерных устройств. Определены их недостатки и доказано преимущество предлагаемой математической модели. Приведены результаты исследования влияния параметров бункера и транспортных окон на производительность бункера высевających агрегатов. Даны рекомендации по выбору их основных параметров при заданной норме высева посевной культуры.*

Ключевые слова: бункер, транспортные окна, производительность бункера высевającego агрегата, математическое моделирование.