

УДК 656.212.0.073.22.002.5

И. А. ЕЛОВОЙ, доктор экономических наук, М. А. ГОНЧАР, Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

ОПТИМИЗАЦИЯ РАСЧЁТА СХЕМ РАЗМЕЩЕНИЯ И КРЕПЛЕНИЯ ГРУЗОВ НА ОТКРЫТОМ ПОДВИЖНОМ СОСТАВЕ С ПОМОЩЬЮ ПРИМЕНЕНИЯ VISUAL BASIC FOR APPLICATIONS

Рассмотрена проблема оптимизации расчёта схем размещения и крепления грузов на открытом подвижном составе. Описан алгоритм программы на языке программирования Visual Basic for Applications по автоматизированному составлению пояснительной записки к схеме. Рассчитан экономический эффект от использования программы. Результаты исследования свидетельствуют о необходимости дальнейшей последовательной автоматизации разработки схем размещения и крепления грузов.

Необходимым условием любой перевозки грузов является доставка перевозимых грузов в установленные сроки и сохранение их качества. Сохранность груза в пути следования обеспечивается в первую очередь надёжностью креплений грузов. Технология крепления грузов оказывает существенное влияние на уменьшение затрат труда и материалов на крепление грузов, на обеспечение безопасности движения, на надёжность деталей подвижного состава.

Разработка схем размещения и крепления является трудоёмкой задачей и занимает большое количество времени, увеличивает себестоимость оказания услуг на разработку схем, а также вероятность появления ошибок в расчетах, что непосредственно влияет на безопасность движения поездов и сохранность перевозимых грузов.

В научно-исследовательской лаборатории «Грузовая, коммерческая работа и тарифы» при разработке схем размещения и крепления грузов применяются информационные технологии: функции встроенных полей Microsoft Word для оформления формул и расчётов в пояснительной записке, встроенный в САПР Autocad язык программирования AutoLISP для составления спецификации. Следующим этапом оптимизации процесса разработки схем размещения и крепления грузов (на основе опыта использования разработанной в Петербургском государственном университете путей сообщения программы «Крепление») является последовательная автоматизация процесса составления пояснительной записки посредством языков программирования [1].

Целью исследования является оптимизация процесса разработки схем размещения и крепления грузов на основе автоматизации составления пояснительной записки с помощью использования возможностей встроенного в Microsoft Word языка программирования Visual Basic for Applications. Следовательно, объект исследования – возможности встроенного в Microsoft Word языка программирования Visual Basic for Applications, а предмет – методика расчёта схем размещения и крепления грузов на открытом подвижном составе.

Основными этапами разработки схем размещения и крепления грузов является: оформление графической части, составление пояснительной записки с расчётом количества необходимых средств крепления и составление спецификации.

В НИЛ «ГКРТ» пояснительная записка составляется в текстовом процессоре Microsoft Word, оформление

формул и расчёт значений осуществляется с помощью полей Microsoft Word, а расчёт средств крепления – в табличном процессоре Microsoft Excel. Поэтому дальнейшее автоматизирование составления пояснительной записки целесообразно осуществлять в той же среде. Встроенный в линейку продуктов Microsoft Office, а также в САПР AutoCAD язык программирования Visual Basic for Application позволяет реализовать постепенную автоматизацию отдельных этапов разработки схемы размещения и крепления грузов. Данный язык программирования соответствует требованиям возможности реализации впоследствии одной программы для расчёта крепления, объединяющей все используемые на настоящем этапе информационные технологии, а также отвечает требованиям простоты освоения языка программирования и разработки.

Язык программирования Visual Basic для приложений (далее – VBA) представляет собой набор средств программирования для создания команд и адаптации имеющихся возможностей приложений под запросы пользователя.

Возможности VBA позволяют:

- записывать макросы для последующего воспроизведения набора повторяющихся в приложении команд;
- создавать части программ, которые отвечают за появляющиеся на экране объекты (диалоговые окна, кнопки, флажки, переключатели и т.д.);
- создавать программный код, определяющий функции кнопок, флажков, переключателей [2, с. 34–36].

Интегрированная среда разработки приложений VBA вызывается из приложения Microsoft Word и представляет собой окно приложения с текстовым полем для ввода программного кода и несколькими панелями инструментов и средств, облегчающих написание программ.

Разработанный алгоритм программы автоматизации составления пояснительной записки приведён на рисунке 1.

Согласно разработанному алгоритму написание программы реализуется в рамках одного модуля, отдельные этапы формирования пояснительной записки отражены в алгоритме процедурами с соответствующим названием. В отдельные процедуры объединены повторяющиеся с определённой периодичностью последовательности операций. В рамках основных процедур реализуется запуск форм для ввода необходимых исходных данных.

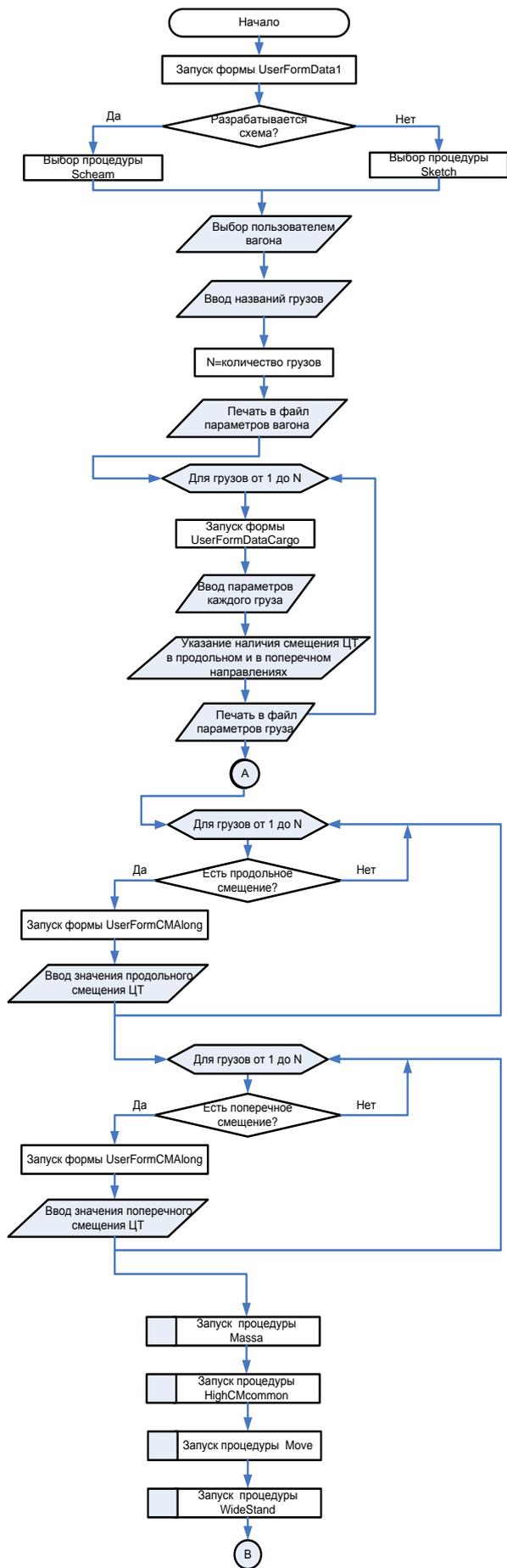


Рисунок 1 (начало) – Алгоритм программы автоматизации составления пояснительной записки

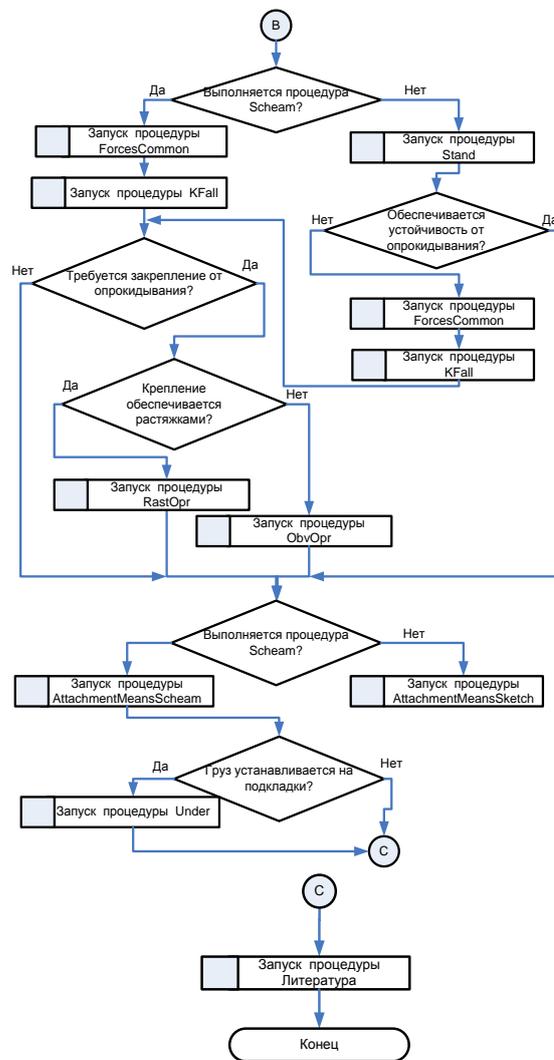


Рисунок 1 (окончание) – Алгоритм программы автоматизации составления пояснительной записки

В форме UserFormData1 выбираются тип работы – схема или эскиз, тип вагона – платформа, полувагон, полувагон с пониженным полом, вводятся названия грузов. В результате запуска формы в формируемый документ вносятся параметры вагона, а также выбирается для последующей реализации процедура Schem или Sketch в зависимости от того, разрабатывается ли схема или эскиз.

По названию каждого груза запускается форма UserFormDataCargo для ввода основных параметров груза с указанием наличия смещения центра тяжести груза относительно продольной и поперечной осей вагона. В результате запуска формы в формируемый документ вводятся исходные данные по каждому грузу. В зависимости от указанного смещения для каждого груза при необходимости запускаются формы UserFormCMAAlong и UserFormCMAWide, в которые вводятся значения соответственно продольного и поперечного смещений.

Процедура Massa определяет и записывает в формируемый документ общую массу груза. С помощью процедуры HighCMcommon рассчитывается общая высота центра тяжести с грузом и также записывается в документ. Процедура Move при отсутствии смещения центра тяжести грузов делает соответствующую запись в

формируемый документ, а при наличии смещения запусаются формы UserFormBortB и UserFormBortL для ввода расстояния от центров тяжести грузов до бокового или торцевого бортов вагона и расчёта смещения общего центра тяжести, также проверяется соответствие допускаемому смещению общего центра тяжести относительно продольной или поперечной оси вагона. Процедура WideStand вычисляет площадь наветренной поверхности грузов с вагоном, а потом по полученному значению и высоте общего центра тяжести определяет поперечная устойчивость гружёного вагона.

В рамках реализации процедуры Scheam запускается процедура ForcesCommon, рассчитывающая значения основных сил, действующих на каждый груз, и процедура KFall, рассчитывающая коэффициенты опрокидывания грузов относительно пола вагона. При недостаточной величине коэффициентов опрокидывания необходимо закрепление грузов и запускается форма UserFormOpr-Choose, позволяющая выбирать крепление от опрокидывания растяжками или обвязками. В зависимости от выбранного крепления выполняются процедуры RastOpr или ObvOpr с запуском форм UserFormRastOpr или UserFormObvOpr, куда вводятся параметры растяжек или обвязок.

В рамках реализации процедуры Sketch запускается процедура Stand, с помощью которой проверяется устойчивость от опрокидывания каждого отдельного груза по допускаемым значениям расстояния до ребра опрокидывания относительно продольной и поперечной осей вагона. При выявлении несоответствия допускаемым значениям необходим расчёт коэффициента опрокидывания, для чего реализуются процедуры ForcesCommon и KFall, после выполнения которых повторяется вышеизложенный алгоритм определения необходимости крепления от опрокидывания.

Процедура AttachmentMeansScheam позволяет рассчитать силы трения, исходные данные для чего запрашиваются формой UserFormTrenie по каждому грузу. Далее в процедуре рассчитываются силы, действующие на средства крепления, запускается форма UserFormMeans, в которой указываются параметры брусков, растяжек и гвоздей, например, диаметр, площадь сечения, а также предполагаемое количество растяжек. Далее запускается форма UserFormMeansRast для каждой растяжки и запрашивает необходимые для расчёта параметры. Расчёт усилий, воспринимаемых растяжками, сводится в таблицу в формируемом документе, после чего рассчитываются усилия, воспринимаемые брусками, осуществляется уточнённый расчёт усилий, воспринимаемых растяжками. При превышении нагрузок, воспринимаемых растяжками, производится перераспределение нагрузки между брусками и растяжками, после чего уточнённый расчёт повторяется, пока значения напряжений не будут превышать допускаемые. В формируемом файле фиксируется итоговый вариант уточнённого расчёта. Проверяется соответствие усилий смятия, воспринимаемых брусками, допускаемым.

Процедура AttachmentMeansSketch позволяет по массе груза выбрать необходимые средства крепления, для этого запускается форма UserFormMeans2, в которой выбирается тип распорных рам и места их установки, указывается необходимость закрепления растяжка-

ми. Проверяется соответствие усилий смятия, воспринимаемых брусками, допускаемым.

При установке груза на подкладки в полувагоне запускается процедура Under, рассчитывающая нагрузки от подкладок на люки полувагона.

Завершающим этапом формирования пояснительной записки является процедура «Литература», составляющая список литературы.

Таким образом, программа реализует основные этапы составления пояснительной записки согласно вышеизложенному алгоритму, не включая описание способа погрузки и определение негабаритности грузов.

Разработана инструкция по запуску программы для пользователя. После запуска программы реализуется диалог пользователя и программной среды по средствам запуска форм. В результате апробации программы рассчитаны схема размещения и крепления шасси АП-80 на четырехосной платформе, схема размещения и крепления нижнего основания силового блока, эскиз размещения и крепления четырёх грузов: ротора, подроторной балки, противовеса и ящика.

Суммарное время на разработку схемы размещения и крепления груза составляет 47 ч, применение разработанной программы позволяет уменьшить время на разработку схемы размещения и крепления груза до 42 ч. Следовательно, общее время разработки сокращается на 11 %, а время разработки без согласования – на 16 %.

Затраты на заработную плату разработчикам схемы размещения и крепления грузов зависят от времени разработки схемы и являются основным компонентом при формировании стоимости разработки схемы. Затраты на заработную плату определяются по формуле

$$\text{ЗП} = cT\kappa_1 \cdot \dots \cdot \kappa_i, \quad (1)$$

где c – часовая ставка разработчика, руб/ч; T – продолжительность работы, ч; $\kappa_1, \dots, \kappa_i$ – коэффициенты, учитывающие НДС, отчисления в пенсионный фонд, отчисления в фонд страхования и т.п.

Для определения эффективности использования разработанной программы необходимо сравнить заработные платы для случаев разработки схемы размещения и крепления грузов с применением программы и без её применения.

$$k = \frac{\text{ЗП}_1}{\text{ЗП}_2} = \frac{cT_1\kappa_1 \cdot \dots \cdot \kappa_i}{cT_2\kappa_1 \cdot \dots \cdot \kappa_i} = \frac{T_1}{T_2}; \quad (2)$$

$$k = 42/47 = 0,89;$$

$$\Delta = 1 - 0,89 = 0,11.$$

Экономия денежных средств от применения информационной технологии составляет 11 %.

Заключение. Использование информационных технологий при разработке схем размещения и крепления грузов значительно сокращает время разработки, повышает производительность разработчиков схем, которые имеют возможность сконцентрировать своё внимание на более сложных этапах расчёта, не поддающихся автоматизации.

Разработанная программа автоматизированного составления пояснительной записки к схеме крепления охватывает основные положения методики расчёта раз-

мещения и крепления грузов и позволяет на основе диалога пользователя и программной среды посредством форм свести составление пояснительной записки к вводу необходимых данных.

Применение разработанной программы сокращает время составления пояснительной записки до 2 ч, экономия денежных средств от применения информационной технологии составляет 11 %.

Данная программа представляет собой начальный этап последовательной автоматизации расчёта схем размещения и крепления грузов. Следующим этапом является автоматизация определения степени негабаритности грузов и описание способа крепления. Возможности языка программирования VBA позволят в дальнейшем связать чертёж в САПР Autocad и пояснительную записку в

MicrosoftWord для определения параметров груза и средств крепления без участия разработчика.

Полученные результаты предлагается использовать в практической деятельности на железнодорожном транспорте.

Список литературы

1 **Гончар, М. А.** Оптимизация расчёта схем размещения и крепления грузов на вагоне с помощью применения Visual Basic for Applications // Инновации на транспорте, в экономике и строительстве : тез. докл. I междунар. науч.-техн. конф. магистрантов [Электронный ресурс] / под общ. ред. А. Б. Невзоровой ; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2015. – 175 с. – Электрон. опт. диск (CD-ROM).

2 **Камингс, С.** VBA для «чайников» / С. Камингс. – 3-е изд. : пер. с англ. – М. : Изд. дом «Вильямс», 2001. – 448 с.

Получено 15.06.2015

I. A. Elovoy, M. A. Hanchar. Optimization of developing schemes of locating and securing cargos on the open rolling stock using Visual Basic for Application.

Described the optimization problem of developing schemes of locating and securing cargos on the open rolling stock is described. Describe the algorithm of the program on programming language Visual Basic for Applications of automatized making of explanation note to the scheme is described. Economic evaluation of using program is made. The results of the study indicate the need for further serial automation of developing schemes of locating and securing cargos.