

УДК 624.21/8.004.6

А. А. ПОДДУБНЫЙ, кандидат физико-математических наук; Е. В. ПЕЧЕНЕВ, магистр технических наук, Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

КОНЦЕПЦИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ МОСТОВЫХ ПЕРЕХОДОВ

Рассматриваются алгоритм работы и структура перспективного программного комплекса, предназначенного для поддержки принятия решений по восстановлению мостовых переходов с использованием баз данных 3D-моделей инвентарных и типовых мостовых конструкций, и протоколом технических требований на различные способы восстановления.

Введение. Использование программных комплексов в настоящее время является неотъемлемой частью для решения различных задач. Исключением не стала и сфера проектирования и строительства искусственных сооружений.

Программные комплексы позволяют облегчить, а некоторые и исключить в определенной мере работу специалиста инженера в выполнении задач. Однако для грамотной работы любой программы должны быть выработаны ее алгоритм и протоколы (ограничения и возможности).

Основой алгоритма работы программы проектирования и предложения вариантов строительства мостовых переходов должны быть технические требования на различные варианты восстановления.

Алгоритм работы программного комплекса поддержки принятия решений по восстановлению мостовых переходов.

Для каждого программного продукта должны быть определены алгоритм и последовательность действий для решения поставленных задач. Каждый этап включает в себя огромный набор действий и получение из них исходных данных.

Первым и основным элементом алгоритма программного комплекса является ввод данных. По точности и объему первоначальных данных программой комплекс будет оттапливаться при дальнейшем предложении вариантов восстановления. Основными параметрами будут являться геометрические характеристики водной преграды, существующего мостового перехода, геодезические и геологические параметры.

Далее для продолжения работы программы ей необходимы базы данных, из которых она будет выбирать конструктивные решения на восстановление мостового перехода. Чем больше 3D-моделей конструкций будет в базе данных, тем более обширный перечень вариантов восстановления будет выведен.

Следующим этапом работы программы является выработка предложений на основе расчетов и предложение нескольких оптимальных вариантов восстановления.

Первым этапом в выборе варианта восстановления является получение исходных данных. Техническая разведка (геодезические, геологические, гидрологические изыскания) места восстановления мостового перехода является основным способом получения этих данных (рисунок 1). Одним из вариантов может быть ручное введение данных на основе инструментального способа проведения технической разведки. То есть

специалист получает с помощью различного инструмента (теодолит, нивелир, пенетрометр, дальномер, рулетка) характеристики и вручную вводит в интерфейс программы.

В свою очередь процесс получения исходных данных может быть также автоматизирован за счет проведения технической разведки с помощью роботизированного комплекса. Это позволит за счет передачи информации удаленным способом производить процесс ввода исходных данных без вмешательства инженерного состава.

Имея исходные данные, программный комплекс должен приступить к обработке данных и выбрать способ и вариант восстановления на основе имеющихся у него технических требований и инвентарных (типовых) конструкций.

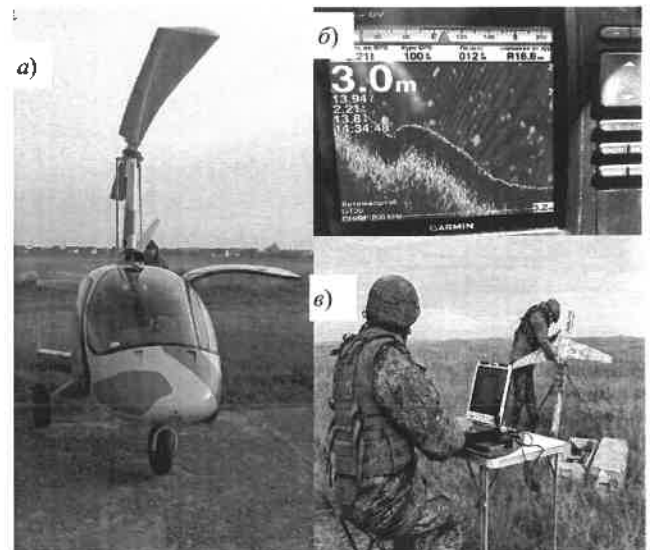


Рисунок 1 – Техническая разведка с помощью новейшего оборудования:

а – воздушная техническая разведка; *б* – гидрологические изыскания с помощью эхолота; *в* – рекогносцировка с помощью БПЛА

Таким образом, в дальнейшей структуре программного комплекса должен присутствовать элемент базы данных. Этой базой данных являются 3D-модели существующих, а в будущем и перспективных мостовых конструкций (рисунок 2). Базу 3D-моделей можно разделить на определенный перечень по их назначению и типу конструкции:

- инвентарные конструкции на жестких опорах (рисунок 2, *а*, *б*);
- наплавные мосты (рисунок 2, *в*);
- низководные деревянные мосты (рисунок 2, *г*).

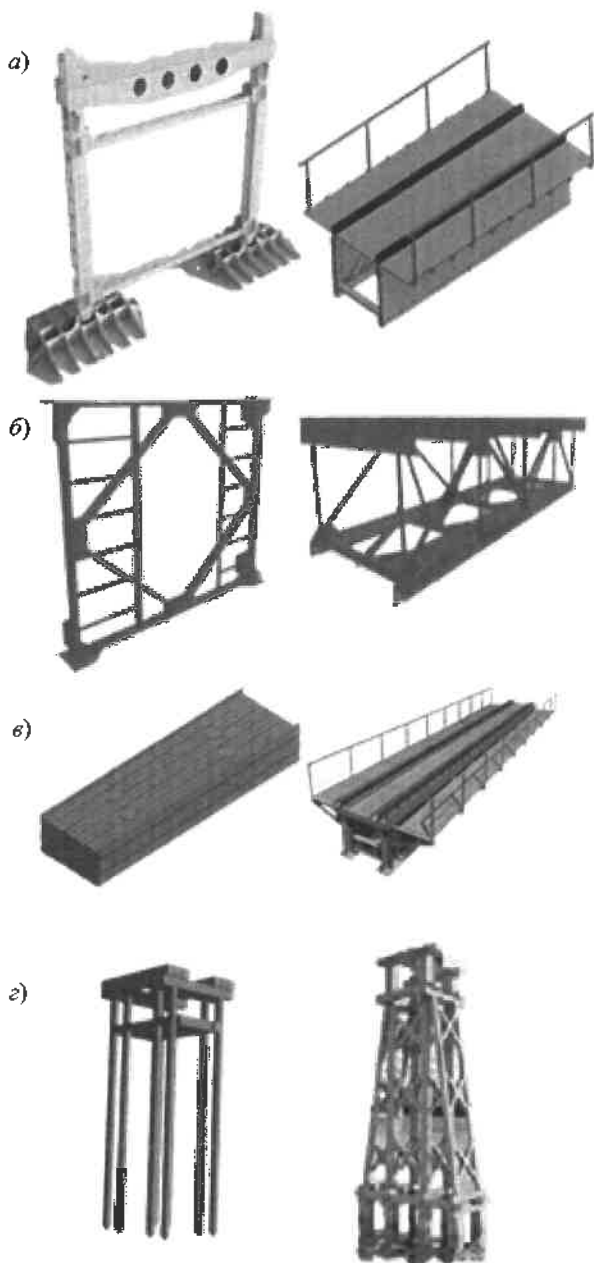


Рисунок 2 – 3D-модели инвентарных и типовых мостовых конструкций:
 а – РЭМ-500; б – САРМ-М; в – НЖМ-56; г – НДМ

За счет использования 3D-редактора, совместимого с программным комплексом, можно будет обновлять базу данных новыми пролетными строениями или опорами, а также модернизировать существующие.

Имея модуль ввода основных параметров и базу данных, программный комплекс должен предлагать варианты решения поставленной задачи.

Существенным плюсом в этом модуле будет являться то, что модуль обработки данных и предложения вариантов решения не будет изобретать и придумывать варианты и способы восстановления по различным способам, а также заниматься проектированием, а лишь предложит типовые и существующие варианты. Это означает, что в программе уже есть все готовые типовые мостовые переходы из инвентарных и типовых конструкций и ей необходимо только подобрать необходимый под заданные условия.

А так как все технологические процессы строительства и восстановления мостовых переходов из инвентарных и типовых конструкций известны и универсальны, а вооружение, военная и специальная техника, оборудование, инструменты стандартизованы, то и программе останется только вывести всё на печать.

Важно отметить, что программный комплекс не принимает решение на восстановление или строительство, а лишь предлагает варианты на основе заданных параметров. Для вывода данных, а именно получения готового проекта производства работ, инженер-специалист из предложенных вариантов выбирает приемлемый и опирается в принятии решения на факторы времени и имеющихся сил и средств.

Рассмотрим крайний блок программного комплекса, а именно вывода данных (рисунок 3). Этот блок должен представлять собой готовый проект производства работ, который включает в себя:

- 1) схему мостового перехода;
- 2) график производства работ;
- 3) укрупненные трудозатраты;
- 4) основные необходимые оборудование и инструменты;
- 5) вывод личного состава.

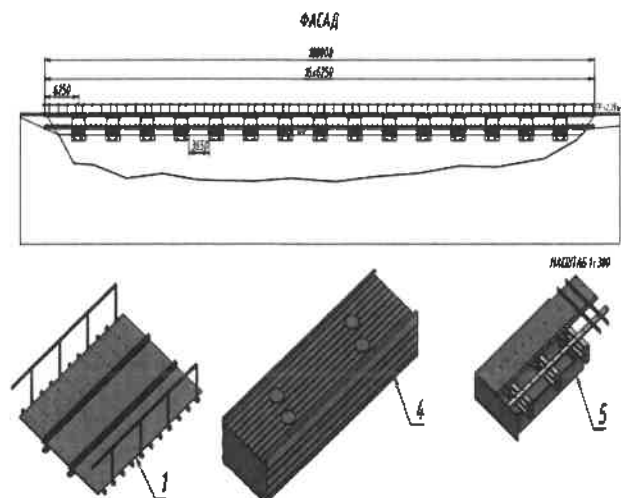


Рисунок 3 – Схема мостового перехода с основными элементами

Апробация результатов.

В соответствии с техническим заданием и на основании отчета по научно-исследовательской работе подразделением IT-роты учреждения образования «Военная академия Республики Беларусь» был создан электронный тренажер среднего автомобильного разборного моста модернизированного САРМ-М.

Данный комплекс был разработан в первую очередь для обучающихся в учреждениях образования по инженерным специальностям и ознакомления с инвентарными мостовыми конструкциями, стоящими на вооружении транспортных войск Республики Беларусь. Однако его возможности в первом представлении могут быть отправной точкой для создания, более совершенного и обширного электронного комплекса. Интерфейс электронной программы представлен на рисунке 4.

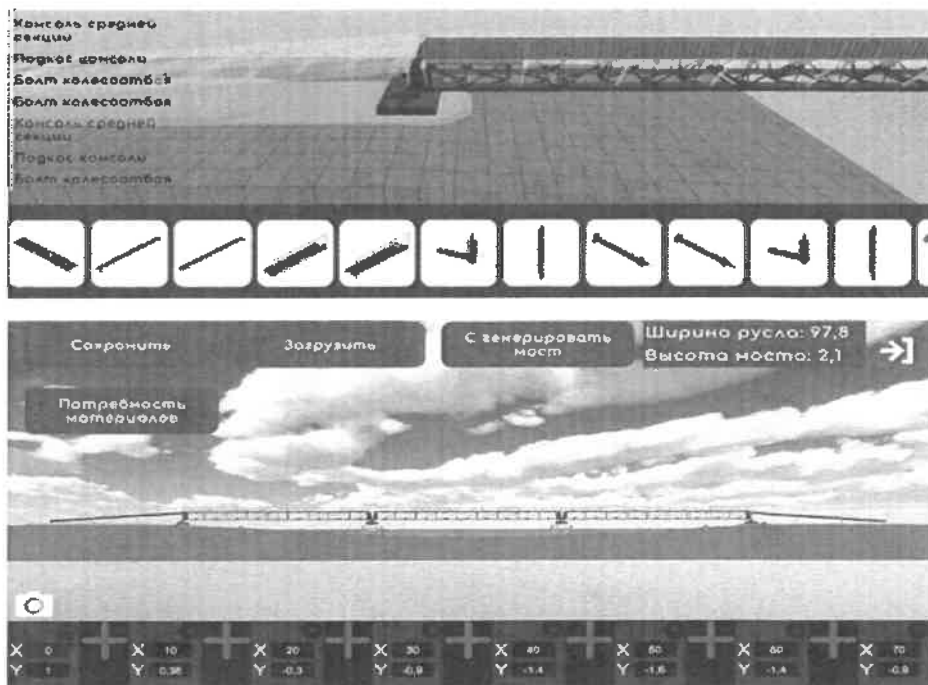


Рисунок 4 – Интерфейс электронного тренажера CAPM-M

Электронный тренажер на простейшем уровне позволяет инженеру проектировать мостовой переход, но только из комплекта CAPM-M, под заданные условия. Помимо этого, он также имеет функцию вывода данных, а именно графика строительства и необходимого для строительства вооружения, военной и специальной техники в виде таблицы в формате .xls.

Таким образом, имея в базе данных большое количество инвентарных конструкций и вводя в протоколы программы определенные технические требования на восстановление можно получить приближенный к требованиям электронный программный комплекс поддержки принятия решений по восстановлению мостовых переходов.

Содержание электронного тренажера CAPM-M представляет собой совокупность интерактивных инструментов, позволяющих выполнять целевые действия с оцифрованным материалом рисунков (схем) мостового табельного имущества CAPM-M. Тем самым повышается эффективность обучения за счет рационального использования интерактивного текста с мультимедийными возможностями, представления схем 3D-моделей, анимации, видео и др. В укрупненном виде содержание электронного тренажера CAPM-M можно представить в виде схемы с функциональными возможностями.

Получено 04.04.2023

A. A. Poddubny, E. V. Pechanov. The concept of an intelligent decision support system for the restoration of bridge crossings.

The algorithm of operation and structure of a promising software package designed to support decision-making on the restoration of bridge crossings using databases of 3D-models of inventory and standard bridge structures, and a protocol of technical requirements for various methods of restoration are considered.

Вывод. Перспективой развития проектирования и строительства искусственных сооружений является использование искусственного интеллекта и программного обеспечения. Предложение варианта восстановления мостового перехода из имеющихся инвентарных мостовых конструкций, произведение расчетов трудозатрат, составление графиков строительства мостового перехода – этот лишь часть возможностей программного обеспечения и в будущем систем искусственного интеллекта.

Список литературы

- 1 Поддубный, А. А. Определение динамических догружений стержня, вызванных внезапной осадкой части основания Пастернака при перемещении шагающих роботехнических комплексов / А. А. Поддубный, В. А. Гордон // Вестник БелГУТа: Наука и транспорт. – 2021. – № 2 (43). – С. 47–50.
- 2 Poddubny A. A. Dynamic loading of the rod at a sudden of elastic foundation structure / A. A. Poddubny, V. A. Gordon // IOP Conference Series: Material Science and Engineering. – 2021. – Vol. 1079. – P. 1–18.
- 3 Гордон, В. А. Собственные изгибные колебания балки, частично опертой на основание Пастернака / В. А. Гордон, Г. А. Семенова // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – 2020. – № 1 (339). – С. 34–42.
- 4 Added stress of a cantilever under sudden alterations in its foundation / A. A. Poddubny [et al.] // AIP Conference Proceedings. – 2023. – Vol. 040002. – P. 1–10.