

# **10 ТРАНСПОРТНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ УГРОЗЕ И ВОЗНИКНОВЕНИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ**

---

УДК 624.21.033:004.45

## **АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПОСТРОЕНИЕ СХЕМЫ КРАТКОСРОЧНОГО (ВРЕМЕННОГО) ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО МОСТА С ПРИМЕНЕНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ (BLENDER, UNITY)**

*С. М. БОБРИЦКИЙ, К. Ю. КРУКОВСКИЙ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

На современном этапе развития инженерного искусства проектирования транспортных сооружений ни одно техническое решение не может быть принято без соответствующего обоснования, подкрепленного строгими математическими расчетами. Применение математических методов и возможностей электронных вычислительных машин, оснащенных высокоэффективными программными продуктами, дает возможность учитывать большое количество факторов, влияющих на выбор оптимальных вариантов построения схем краткосрочного (временного) железнодорожного моста из типовых элементов конструкций в заданных местных условиях [1].

Одной из важных задач в построении варианта схемы железнодорожного моста является оптимальное использование мостовых конструкций, в первую очередь пролетных строений, которые могут быть использованы для восстановления нескольких мостов на железнодорожном участке или направлении. Следовательно, могут быть ограничения по наличию пролетных строений наибольшей длины. Поэтому в данных условиях необходимо для оптимального построения схемы рационально использовать гидрогеологические условия места возведения моста. Гидрогеологический профиль мостового перехода непосредственно влияет на выбор расположения в схеме моста пролетных строений максимальной длины.

Многовариативное построение схем в короткие сроки стало возможно с использованием современных программ разработки 3D-моделей (Blender или других аналогов) и сценариев построения схем в трехмерном пространстве (Unity). Фиксированное построение схемы моста с заданными и расчетными параметрами 3D-объектов элементов конструкций моста в оболочке Unity возможно с применением языка программирования. Укрупненный алгоритм построения схемы краткосрочного (временного) железнодорожного моста (далее – алгоритм) представлен на рисунке 1.

Исходные данные алгоритма (см. рисунок 1) представляют собой набор собранных в ходе технической разведки проектируемого мостового перехода данных с характеристиками: высотные отметки земли подходов к мосту; ширина зеркала воды в реке; характеристики грунтов; глубина воды в реке по оси моста через расстояние по длине не менее чем через 5 м; вид восстановления (краткосрочный, временный); габарит речного судоходства или необходимый показатель высоты моста или проектная отметка подошвы рельса; характеристики высоты бровки земляного полотна на подходах к мосту; выбор количества имеющихся пролетных строений для восстановления.

Имеющаяся база данных позволяет накапливать конструктивные решения типовых элементов фундаментов, надстроек опор и пролетных строений [2], разработанных в 3D-модели с подробной параметрической информацией и другими данными о них. В последующем используемые элементы конструкций в построенной схеме моста участвуют в формировании ведомостей материальных затрат в табличном виде с возможностью дальнейшего использования как исходных данных для их изготовления.

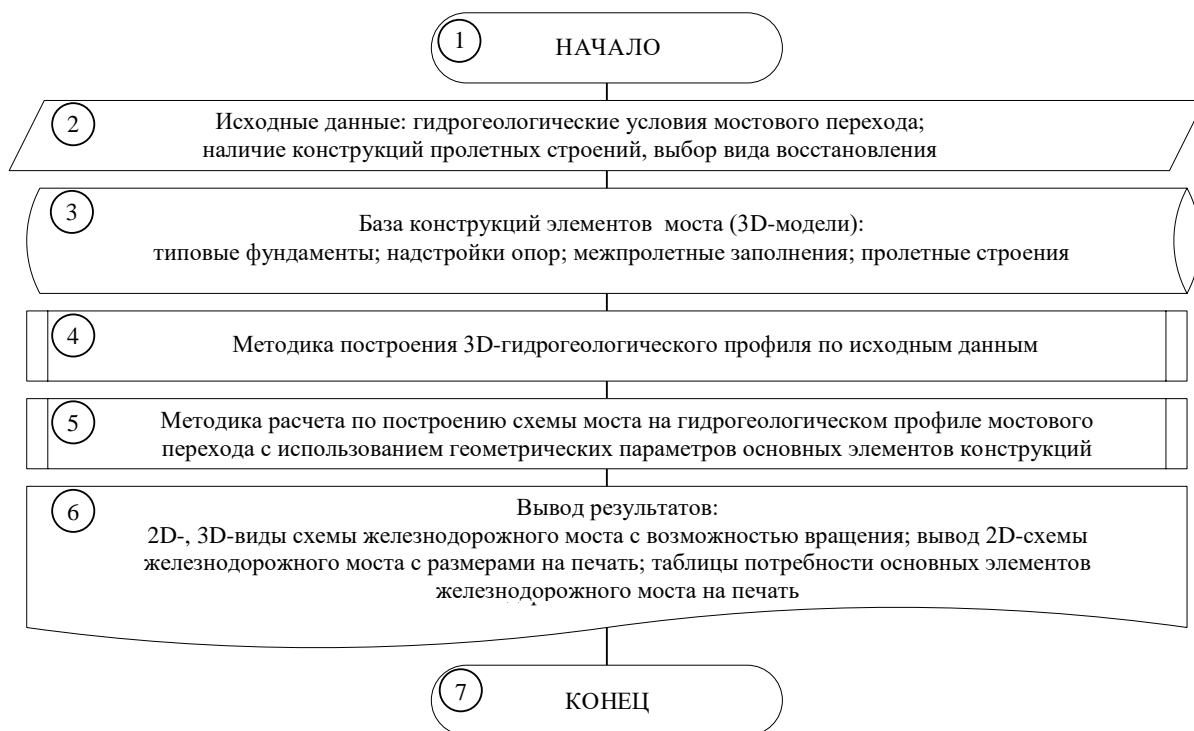


Рисунок 1 – Укрупненная блок-схема алгоритма построения схемы краткосрочного (временного) железнодорожного моста

Методика построения 3D-гидрогеологического профиля осуществляется по отметкам земли и русла реки через фиксированные расстояния вдоль оси проектируемого моста на основе построения функции с использованием интерполяции.

В методике расчета по построению схемы моста с использованием геометрических параметров основных элементов конструкций заложены принципы условий применимости конструктивных типовых решений фундаментов, надстроек опор и пролетных строений в порядке построения схемы по частям моста (береговой, русловой) и размеров между основными проектными отметками на границах объединения элементов между собой. В условиях расчетов также заложены принципы применимости элементов конструкций между собой и требования к основным отметкам моста из условий видов восстановления. Заложенные в методику математические модели, описанные по вышеприведенным условиям, прописаны машинным кодом с использованием языка программирования для совместной работы в оболочке Unity и апробированы в ходе дипломной работы Круковского К. Ю., выполненной в 2021 году. Результаты вариантов автоматизированного построения краткосрочного (временного) железнодорожного моста в 3D-виде представлены на рисунке 2.

а)



б)



Рисунок 2 – Варианты схем железнодорожного моста на ближнем обходе:  
*а* – краткосрочный низководный; *б* – временный высоководный

Изложенные проблемные вопросы и пути их решения позволят осуществлять многовариативное построение схем краткосрочного (временного) железнодорожного моста с использованием типовых конструкций с высокой достоверностью полученных данных в короткие сроки. А анализ полученных вариантов позволит командиру (инженеру) принять оптимальное решение на возведение моста. Кроме того, разработанные базы схем мостов к реальным мостовым переходам на железных дорогах могут быть использованы для накопления необходимых ресурсов в пролетных строениях.

#### Список литературы

1 **Бобрицкий, С. М.** Методика ускоренного проектирования военных железнодорожных мостов на жестких опорах / С. М. Бобрицкий, Е. В. Печенев // Строительство и восстановление искусственных сооружений : материалы III Междунар. науч.-практ. конф. В 2 ч. Ч.1 / под общ. ред. А. А. Поддубного ; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2014. – С. 138–146.

2 **Бобрицкий, С. М.** Временное восстановление железнодорожных мостов : учеб. пособие / С. М. Бобрицкий, А. А. Поддубный, К. В. Махаев ; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2019. – 218 с.

УДК 624.21.09:614.8

### АНАЛИЗ ХАРАКТЕРА ПОВРЕЖДЕНИЙ, СОСТОЯНИЯ И ПОЛОЖЕНИЯ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ, ВЫЗВАННЫХ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

*С. М. БОБРИЦКИЙ, Е. В. ПЕЧЕНЕВ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

В современных условиях обеспечению безопасного функционирования транспортных объектов на железных дорогах Республики Беларусь уделяется значительное внимание. Но несмотря на проводимые мероприятия по обеспечению бесперебойного движения железнодорожного транспорта по мостовым сооружениям, к сожалению, случаются и непредвиденные случаи, вызванные чрезвычайными ситуациями.

Несколько примеров повреждения основных конструкций железнодорожных мостов при чрезвычайных ситуациях (подмыв опор) представлены на рисунке 1.

*а)*



*б)*



Рисунок 1 – Обрушение больших железнодорожных мостов вследствие подмыва русловых опор:  
*а* – через реку Абакан в Республике Хакасия (май 2011 г.); *б* – через реку Кола в Кольском районе Российской Федерации (июнь 2020 г.)

Представленные на рисунке 1 оба обрушенных моста имеют общий характер повреждения русловых опор путем подмыва фундаментов паводком. Как следствие – обрушены русловые пролетные строения, которые вызвали загромождение русла и стеснение водотока. В обоих случаях прерыв движения по железнодорожным участкам составил не менее одного месяца, а следовательно, большие финансовые потери, за счет организации обходов через барьерный участок и дополнительной перевозки грузов автомобильным транспортом.

При возникновении таких чрезвычайных ситуаций требуется проведение комплекса мероприятий, направленных на ликвидацию последствий. На начальном этапе производится оценка причин возникновения аварии, возможные последствия нахождения моста в аварийном состоянии. Далее осуществля-