

4. Лыщик П. А., Игнатенко В. В., Бавбель Е. И., Науменко А. И. Обоснование структуры и состава дорожной цементогрунтовой смеси на основе математической модели // Труды БГТУ. – 2015. – № 2: Лесная и деревообраб. пром-сть. – С. 39–43.

5. Лыщик П.А., Науменко А.И., Синяк С.А. Конструкции лесных автомобильных дорог на основе арматурного каркаса «георешетка-цементогрунт» // Труды БГТУ. 2016. №2: Лесная и деревообраб. пром-сть. С. 79-82.

УДК 630*383.3

А.Ю. Мануковский, И.В. Ефремов

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЪЕМОВ РАБОТ ПРИ УСТРОЙСТВЕ ВЫЕМКИ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА ЛЕСОВОЗНОЙ ДОРОГИ БУЛЬДОЗЕРОМ

Введение. Повсеместное внедрение и стремительное развитие технологий информационного моделирования (ТИМ) в мировой практике значительно повысило качество технических проектов автомобильных дорог, а также позволило перевести информационную базу строящихся и эксплуатируемых сооружений на новый технический и технологический уровень. Дальнейшей перспективой развития ТИМ является включение в информационные модели сооружений информации о технологиях возведения конструктивных элементов дорог и элементов проектов организации строительства (ПОС). Однако, имеющаяся в настоящее время, степень детализации сетевых моделей работ в проектах организации строительства не позволит получить эффективный результат от интеграции ПОС в ТИМ. Это обусловлено тем, что укрупненные сетевые модели не позволяют решать ряд оптимизационных задач и моделировать связи между отдельными работами с требуемой точностью [1]. Трудность подготовки детализированных сетевых моделей обусловлена рядом причин, основной из которых является отсутствие детализированных объемов работ с точки зрения используемой технологии строительства [2]. В соответствии с этим, в настоящей работе предложена разработка программного модуля для расчета детализированных объемов земляных работ при разработке выемки земляного полотна лесовозной автомобильной дороги глубиной до 1,5 м бульдозером.

Целью работы является повышение эффективности интеграции ПОС в ТИМ при разработке проектов лесовозных дорог за счет повышения степени детализации объемов работ и сетевых моделей задач

по сооружению выемок земляного полотна глубиной до 1,5 м.

Задачами работы являются:

1. Определение требований к разрабатываемому программному модулю.
2. Определение программной платформы и технологий для реализации программного модуля.
3. Разработка алгоритмов и конструирование программного кода.

Основная часть. Современные автоматизированные системы проектирования автомобильных дорог (САПР) решают большинство задач, возникающих перед проектировщиком. Такие системы позволяют проектировать план, продольный и поперечные профили трассы. На основании запроектированной конструкции САПР позволяют рассчитывать общие объемы работ, выводить различные ведомости, а также имеют возможность поддержки пользовательских программных расширений. Учитывая это, в требованиях к разрабатываемому программному модулю помимо возможности ручного ввода также предусмотрен экспорт геометрических данных поперечных профилей из сторонних программ, в которых разработан основной технический проект лесовозной дороги. Также в качестве исходных данных пользователем задается толщина срезки растительного слоя и желаемая толщина слоев разработки выемки. На основании исходных производится расчет геометрических параметров и послойное моделирование слоев разработки выемки бульдозером. По результатам моделирования формируется ведомость объемов земляных работ по каждому слою, что в дальнейшем может использоваться для подготовки детализированных сетевых моделей работ при подготовке ПОС.

В качестве программной платформы был выбран .NET Framework. Эта платформа содержит все необходимые компоненты для построения общей архитектуры приложения. Программный модуль реализован на объектно-ориентированном языке программирования – С# [3]. Графический интерфейс пользователя написан с использованием технологии WPF и декларативного языка – XAML.

Модель данных программы представлена т.н. коридором трассы. Коридор состоит из набора поперечников. Каждый поперечник может содержать набор 2д поверхностей и 2д форм. Поверхность представляет собой набор узлов, соединенных линией. Форма также содержит набор узлов, однако они формируют замкнутый контур. Т.к. программа должна идентифицировать характерные элементы конструкции, то узлы, поверхности и формы кодируются специальными системными кодами:

`l_slope_top` – верх левого откоса;

l_slope_bot – низ левого откоса;
r_slope_top – верх правого откоса;
r_slope_bot – низ правого откоса;
axis – ось трассы;
design – проектная (красная) поверхность;
ground – существующая (черная) поверхность.

Перечень поперечников и поверхностей задается пользователем в качестве исходных данных (рисунок 1).

Х	Y	Z	Сторона	Код
3880.00	2030.40	182.35	Лево	l_slope_top
3880.00	2032.65	180.85	Лево	l_slope_bot
3880.00	2040.00	181.00	Право	axis
3880.00	2047.35	180.85	Право	r_slope_bot
3880.00	2049.60	182.35	Право	r_slope_top

Рисунок 1 – Редактор исходных данных

Физически модель данных представлена открытым текстовым форматом XML, что позволяет повторно использовать эту модель в дальнейшем, а также экспортировать или импортировать из других программ в случае необходимости.

В ходе расчета слоев выемки алгоритмами генерируются формы для каждого слоя и сохраняются в поперечник. Предусмотрено графическое представление результатов моделирования (рисунок 2).

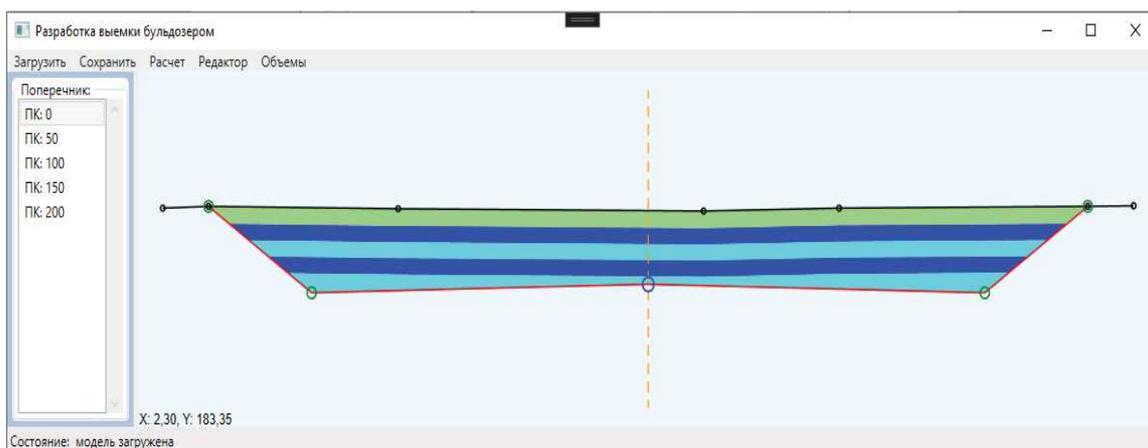


Рисунок 2 – Графический интерфейс программы

Для каждой формы реализован механизм расчета площади на основании формулы площади Гаусса (алгоритм шнурования). Это позволяет программно рассчитать попикетные объемы земляных работ для каждого срезаемого слоя. Результаты расчетов объемов работ со-

храняются в модель коридора и могут использоваться в сторонних программных комплексах для разработки сетевых моделей задач при подготовке ПОС [2]. Предусмотрен графический интерфейс для просмотра объемов работ по слоям (рисунок 3).

Коридор	Начальный ПК	Конечный ПК	Начальная площадь	Конечная площадь	Объем слоя
Объем слоя 1	0.00	50.00	5.62	5.55	279.25
Объем слоя 2	50.00	100.00	5.55	5.43	274.35
Объем слоя 3	100.00	150.00	5.43	5.23	266.53
Объем слоя 4	150.00	200.00	5.23	5.13	259.10

Рисунок 3 – Послойные объемы работ

Выводы. В ходе работы был разработан программный модуль для послойного моделирования объемов разработки выемки земляного полотна лесовозной автомобильной дороги глубиной до 1,5 м бульдозером.

Научная новизна заключается в возможности программной оптимизации и повышения степени детализации сетевых моделей задач по сооружению малых выемок земляного полотна лесовозных дорог бульдозером за счет автоматической генерации детализированных объемов работ в разработанном программном модуле.

Практическая значимость обусловлена возможностью оптимизации ресурсного планирования, повышения выработки и минимизации простоев техники за счет наличия детализированных данных на стадии разработки проекта производства работ и подбора составов машинно-дорожных отрядов.

Литература

1. Дикман Л.Г. Организация строительного производства. Учебник для строительных вузов. Издание седьмое, стереотипное / М.: Издательство АСВ, 2020. – 588 стр.

2. Ефремов И.В., Мануковский А.Ю., Маклакова Е.А. Особенности генерации сетевой модели задач по строительству лесовозной дороги // Подготовка кадров в условиях перехода на инновационный путь развития лесного хозяйства: научно-практическая конференция, Воронеж, 21-22 октября 2021 г. / отв. ред. И. С. Зиновьева; М-во природных ресурсов и экологии РФ, Фед. агентство лесного хозяйства. – Воронеж, 2021. – 479 с.

3. CLR via C#. Программирование на платформе Microsoft .NET Framework 4.5 на языке C#. 4-е изд. – СПб.: Питер, 2019. – 896 с.: ил. – (Серия «Мастер-класс»).