

Л. А. ХМАРА, докт. техн. наук.

*Государственное высшее учебное заведение
«Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры»*

С. И. КОНОНОВ, канд. техн. наук.

Государственное высшее учебное заведение «Запорожский строительный колледж»

АНАЛИТИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Постановка проблемы. Производство земляных работ является одним из наиболее механизированных видов работ в строительстве. Для эффективной системы управления строительным производством необходимо охватить весь процесс производства работ по возводимому объекту от стадии разработки проекта до его возведения с учетом анализа всей технологической цепочки производства работ.

Анализ публикаций. При выполнении большого объема земляных работ целесообразен комплексный подход при выборе и дальнейшем использовании строительной техники, что дает не только значительную экономию денежных средств, но и позволяет контролировать работу используемых машин в режиме реального времени [1, 2, 3, 7, 13, 14, 15, 16].

Формирование цели и задачи. Выработать комплекс мероприятий по эффективному сопровождению строительной техники на примере экскаватора с применением GPS мониторинга применительно к организации строительного производства с учетом конструктивных особенностей земляного сооружения.

Основной материал. При выполнении большого объема земляных работ целесообразен многокритериальный комплексный подход с учетом математического сопровождения технологии и организации строительного производства состоящий из: экономической составляющей; GPS (навигационная система) мониторинга с возможностью подключения различных датчиков, учитывающих техническое состояние выбранной техники и уровень подготовки обслуживающего персонала; автоматизированной системы выбора эффективных средств механизации; технологии и организации строительного производства; технологической совместимости различных машин и уровня их реализации на используемом объекте; эффективного контроля используемой техники в режиме реального времени и возможности приобретения её в рассрочку, лизинг или аренду. К решению поставленной задачи надо подходить комплексно, учитывать многофакторность поставленной задачи,

применяя междисциплинарный подход при решении поставленной проблемы, мы предлагаем – объединить такие дисциплины как: радиоэлектроника, математика, компьютерное программирование, машины для земляных работ, геодезия, психология. Применяя междисциплинарный подход при решении многофакторной задачи, мы сможем эффективно использовать весь потенциал применяемой техники (рис. 1). Ведение земляных работ с применением комплекса мероприятий включающих использование рабомеров, тахографов, GPS мониторинга с возможностью подключение различных датчиков и уровень подготовки обслуживающего персонала, автоматизированной системы выбора эффективных средств механизации мы существенно увеличивает производительность труда используемой техники.



Рис. 1. Контроль оператора за работой машины в режиме реального времени с помощью GPS; 1 – датчик поворота платформы; 2 – датчик количества расходуемого топлива; 3 – датчик объема перемещаемого грунта ковшом; 4 – датчик массы переносимого грунта; 4 – датчик скорости экскаватора; 5 – датчик режима работы двигателя; 6 – датчик поворота платформы; 7 – датчик контроля усталости машиниста; 8 – датчик давления масла в гидросистеме; 9 – датчик учета количества рабочих циклов; 10 – датчик типа модуля технологической оснастки рабочего органа; 11 – датчик контроля устойчивости экскаватора.

Ведение земляных работ с применением комплекса мероприятий включающих использование рабомеров, тахографов, GPS мониторинга с возможностью подключение различных датчиков и уровень подготовки обслуживающего персонала, автоматизирован-

ной системы выбора эффективных средств механизации мы существенно увеличивает производительность труда используемой техники. Возможности системы не могут не впечатлять: встроенный в машину аппарат контроля, позволит в режиме online :

- отслеживать маршрут движения, скорость в каждой точке, места и продолжительность стоянок, количество расходуемого топлива;
- выявлять несанкционированные маршруты и действия водителя;
- видеть схему маршрута и местоположение объектов на электронной карте, масштабировать карту;
- снизить расход топливных и временных ресурсов посредством контроля соблюдения маршрута, исключения непроизводительных расходов, «простоя» транспорта;
- непосредственно контролировать время и объем работы машины посредством системы контроля на Вашем компьютере при этом:
 - обеспечивать одновременный доступ авторизованных пользователей к данным системы из локальной сети организации, а также из любой точки страны или за ее пределами;
 - сохранять данные обо всех перемещениях и состоянии объектов (скорость, режим работы двигателя, загрузка, закрытие/открытие дверей, время и количество стоянок);
 - подключить внешние датчики, посредством которых снимают данные с различных агрегатов транспортного средства;
 - получать оповещение при возникновении внештатной ситуации – отправка тревожного сообщения в центральный офис или мобильный телефон;
 - дистанционно управлять устройствами машины (управление различными устройствами на удаленном объекте строительства, при получения сигнала об угоне автотранспорта – возможность блокировки двигателя или подачи топлива).

В своей научно работе мы предлагаем аналитическое сопровождение с учетом оптимальной технологии и организации строительного производства (рис. 2 - 3).

Составление технологического процесса возведения строительного объекта осуществляется через метод набора технологических операций, составлением календарных планов на возводимый объект и далее выбор оптимальной технологии организации строительного производства. Для этих целей нами разработан алгоритм по выбору оптимальной технологии и организации производства работ (рис. 2), который состоит из составляющих (вспомогательных) алгоритмов, расшифровка которого приведен на рисунке 3 (алгоритм эффективного выбора машин для земляных работ).

На базе основного алгоритма предложена автоматизированная система, которая позво-

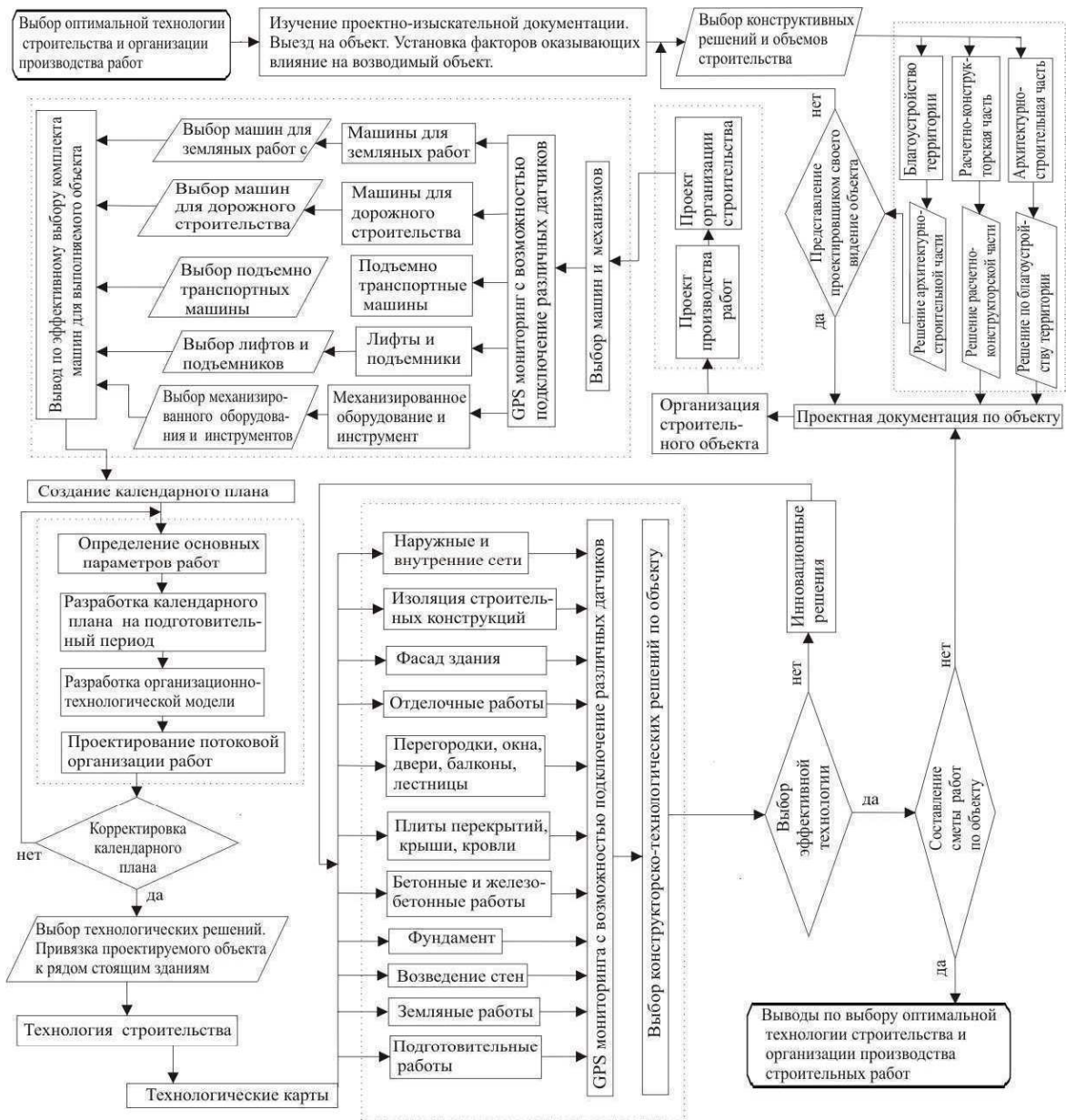


Рис. 2. Алгоритм выбора эффективной технологии и организации производства работ.

ляет совместить современный технологический подход, с выбором эффективной организации строительного производства. Данная система состоит из базы данных с возможным набором технологических процессов на отдельные виды работ, которые можно подбирать и в зависимости от технологии осуществлять эффективную организацию строительного производства. На основе основного алгоритма разработаны математические модели, данные модели более подробно были рассмотрены работах [6, 8, 9, 10, 11, 12].

По разработанному алгоритму (рис.3) и представленным формулам в таблице 1 разработана автоматизированная система «Программа выбора эффективных средств механизации» (рис. 4 - 6).

Маршрут движения для каждого случая следует выбирать с учетом местных условий

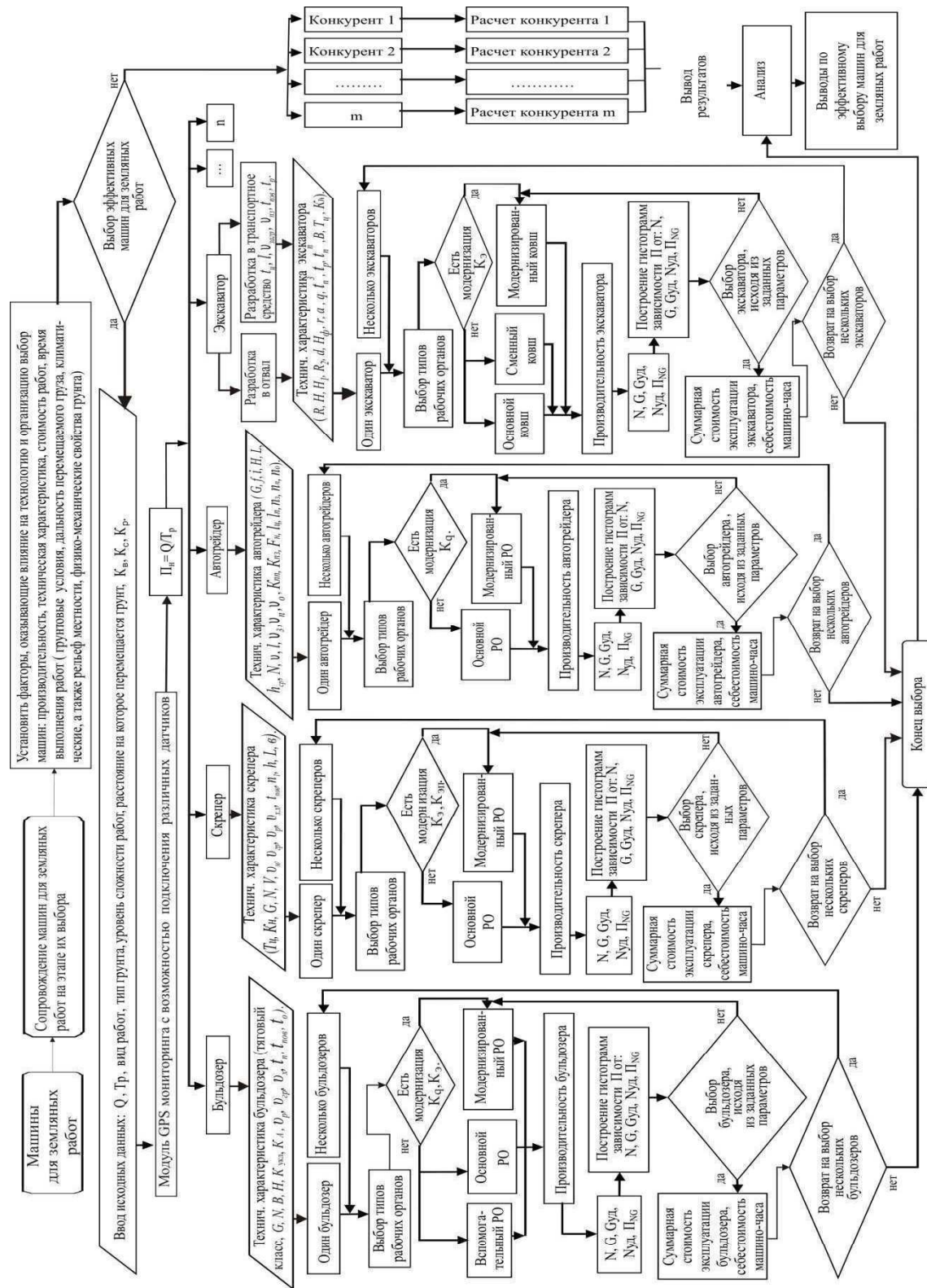


Рис. 3. Алгоритм эффективного выбора машин для земляных работ.

так, чтобы пути движения были наилучшими. Разработанная модель позволяет осуществлять выбор парков машин методом сравнения и перебора полученных значений, выбирая наиболее эффективный парк машин. Модель даёт более точный, усовершенствованный подход при выборе парка машин, учитывая следующие показатели: конструктивные осо-

бенности земляного сооружения; расстояния, на которое перемещается грунт; климатические условия; рельеф местности; физико-механические свойства грунта и его состояние; сосредоточенность; производительность; продолжительность выполнения работ; объем работ; эффективность рабочего органа, уровень сложности производства земляных работ.

Таблица 1.

Основные формулы по выбранным машинам

Бульдозеры.	
Эксплуатационная производительность:	$M^3/ч$
$П = \frac{1000 \cdot B \cdot H^2 \cdot K_a \cdot K_b \cdot K_c \cdot K_{укл} \cdot K_{\vartheta} \cdot K_q \cdot v_p \cdot v_{zp} \cdot v_x}{v_{zp} \cdot v_x \cdot l_p + v_p \cdot v_x \cdot l_{zp} + v_p \cdot v_{zp} \cdot l_x + 2v_p \cdot v_{zp} \cdot v_x \cdot ((t_n + t_{нов}) + tg\rho \cdot K_p \cdot t_o)}$	
Удельная материалоемкость:	$\frac{кг \cdot ч}{M^3}$
$G_{y0} = \frac{G \cdot (v_{zp} \cdot v_x \cdot l_p + v_p \cdot v_x \cdot l_{zp} + v_p \cdot v_{zp} \cdot l_x + 2v_p \cdot v_{zp} \cdot v_x \cdot ((t_n + t_{нов}) + tg\rho \cdot K_p \cdot t_o))}{1000 \cdot B \cdot H^2 \cdot K_a \cdot K_b \cdot K_c \cdot K_{укл} \cdot K_{\vartheta} \cdot K_q \cdot v_p \cdot v_{zp} \cdot v_x}$	
Удельная энергоёмкость:	$\frac{кВт \cdot ч}{M^3}$
$N_{y0} = \frac{N \cdot (v_{zp} \cdot v_x \cdot l_p + v_p \cdot v_x \cdot l_{zp} + v_p \cdot v_{zp} \cdot l_x + 2v_p \cdot v_{zp} \cdot v_x \cdot ((t_n + t_{нов}) + tg\rho \cdot K_p \cdot t_o))}{1000 \cdot B \cdot H^2 \cdot K_a \cdot K_b \cdot K_c \cdot K_{укл} \cdot K_{\vartheta} \cdot K_q \cdot v_p \cdot v_{zp} \cdot v_x}$	
Обобщенный показатель по энергоёмкости и материалоемкости:	$\frac{кг \cdot кВт}{(M^3/ч)^2}$
$П_{NG} = \frac{N \cdot G}{\left(\frac{1000 \cdot B \cdot H^2 \cdot K_a \cdot K_b \cdot K_c \cdot K_{укл} \cdot K_{\vartheta} \cdot K_q \cdot v_p \cdot v_{zp} \cdot v_x}{v_{zp} \cdot v_x \cdot l_p + v_p \cdot v_x \cdot l_{zp} + v_p \cdot v_{zp} \cdot l_x + 2v_p \cdot v_{zp} \cdot v_x \cdot ((t_n + t_{нов}) + tg\rho \cdot K_p \cdot t_o)} \right)^2}$	
Фактическое время, затраченное на выполнение требуемого объема работ:	$час$
$T_{фак.маши} = \frac{A_{об} \cdot B_{об} \cdot H_{об} \cdot (v_{zp} \cdot v_x \cdot l_p + v_p \cdot v_x \cdot l_{zp} + v_p \cdot v_{zp} \cdot l_x + 2v_p \cdot v_{zp} \cdot v_x \cdot ((t_n + t_{нов}) + tg\rho \cdot K_p \cdot t_o))}{1000 \cdot B \cdot H^2 \cdot K_a \cdot K_b \cdot K_c \cdot K_{укл} \cdot K_{\vartheta} \cdot K_q \cdot v_p \cdot v_{zp} \cdot v_x}$	
Скреперы.	
Эксплуатационная производительность:	$M^3/ч$
$П = \frac{600 \cdot V \cdot \kappa_n \cdot \kappa_b \cdot L \cdot h \cdot \kappa_p \cdot v_n \cdot v_p \cdot b \cdot a \cdot v_x \cdot \kappa_c \cdot \kappa_s}{1,25 \cdot V \cdot K_H \cdot b \cdot a \cdot v_p \cdot v_p \cdot (v_x + v_n) + 0,6 \cdot L \cdot h \cdot \kappa_p \cdot v_n \cdot v_p \cdot (l_{zp} \cdot b \cdot a \cdot v_x + b \cdot a \cdot l_{zp} \cdot v_p + V \cdot \kappa_n \cdot v_p + n_1 \cdot t_{нов} \cdot v_p \cdot b \cdot a \cdot v_x) + V \cdot \kappa_n \cdot v_p \cdot L \cdot h \cdot \kappa_p \cdot v_n \cdot v_x}$	
Удельная материалоемкость:	$\frac{кг \cdot ч}{M^3}$
$G_{y0} = \frac{G \cdot (1,25 \cdot V \cdot K_H \cdot b \cdot a \cdot v_p \cdot v_p \cdot (v_x + v_n) + 0,6 \cdot L \cdot h \cdot \kappa_p \cdot v_n \cdot v_p \cdot (l_{zp} \cdot b \cdot a \cdot v_x + b \cdot a \cdot l_{zp} \cdot v_p + V \cdot \kappa_n \cdot v_p + n_1 \cdot t_{нов} \cdot v_p \cdot b \cdot a \cdot v_x) + V \cdot \kappa_n \cdot v_p \cdot L \cdot h \cdot \kappa_p \cdot v_n \cdot v_x)}{600 \cdot V \cdot \kappa_n \cdot \kappa_b \cdot L \cdot h \cdot \kappa_p \cdot v_n \cdot v_p \cdot b \cdot a \cdot v_p \cdot v_x \cdot \kappa_c \cdot \kappa_s}$	
Удельная энергоёмкость:	$\frac{кВт \cdot ч}{M^3}$
$N_{y0} = \frac{N \cdot (1,25 \cdot V \cdot K_H \cdot b \cdot a \cdot v_p \cdot v_p \cdot (v_x + v_n) + 0,6 \cdot L \cdot h \cdot \kappa_p \cdot v_n \cdot v_p \cdot (l_{zp} \cdot b \cdot a \cdot v_x + b \cdot a \cdot l_{zp} \cdot v_p + V \cdot \kappa_n \cdot v_p + n_1 \cdot t_{нов} \cdot v_p \cdot b \cdot a \cdot v_x) + V \cdot \kappa_n \cdot v_p \cdot L \cdot h \cdot \kappa_p \cdot v_n \cdot v_x)}{600 \cdot V \cdot \kappa_n \cdot \kappa_b \cdot L \cdot h \cdot \kappa_p \cdot v_n \cdot v_p \cdot b \cdot a \cdot v_p \cdot v_x \cdot \kappa_c \cdot \kappa_s}$	
Обобщенный показатель по энергоёмкости и материалоемкости:	$\frac{кг \cdot кВт}{(M^3/ч)^2}$
$П_{NG} = \frac{N \cdot G}{\left(\frac{600 \cdot V \cdot \kappa_n \cdot \kappa_b \cdot L \cdot h \cdot \kappa_p \cdot v_n \cdot v_p \cdot b \cdot a \cdot v_p \cdot v_x \cdot \kappa_c \cdot \kappa_s}{1,25 \cdot V \cdot K_H \cdot b \cdot a \cdot v_p \cdot v_p \cdot (v_x + v_n) + 0,6 \cdot L \cdot h \cdot \kappa_p \cdot v_n \cdot v_p \cdot (l_{zp} \cdot b \cdot a \cdot v_x + b \cdot a \cdot l_{zp} \cdot v_p + V \cdot \kappa_n \cdot v_p + n_1 \cdot t_{нов} \cdot v_p \cdot b \cdot a \cdot v_x) + V \cdot \kappa_n \cdot v_p \cdot L \cdot h \cdot \kappa_p \cdot v_n \cdot v_x} \right)^2}$	
Фактическое время, затраченное на выполнение требуемого объема работ:	$час$
$T_{факскр} = \frac{A_{об} \cdot B_{об} \cdot H_{об} \cdot (1,25 \cdot V \cdot K_H \cdot b \cdot a \cdot v_p \cdot v_p \cdot (v_x + v_n) + 0,6 \cdot L \cdot h \cdot \kappa_p \cdot v_n \cdot v_p \cdot (l_{zp} \cdot b \cdot a \cdot v_x + b \cdot a \cdot l_{zp} \cdot v_p + V \cdot \kappa_n \cdot v_p + n_1 \cdot t_{нов} \cdot v_p \cdot b \cdot a \cdot v_x) + V \cdot \kappa_n \cdot v_p \cdot L \cdot h \cdot \kappa_p \cdot v_n \cdot v_x)}{600 \cdot V \cdot \kappa_n \cdot \kappa_b \cdot L \cdot h \cdot \kappa_p \cdot v_n \cdot v_p \cdot b \cdot a \cdot v_p \cdot v_x \cdot \kappa_c \cdot \kappa_s}$	
Автогрейдеры.	
Эксплуатационная производительность:	$M^3/ч$
$П = \frac{F_n \cdot l \cdot K_e \cdot F \cdot l_n \cdot v_n \cdot v_0}{0,001 \cdot l \cdot ((F_n \cdot K_{n3} \cdot l_n + l_u \cdot K_{m3} \cdot F + 0,03 \cdot K_n \cdot K_{n3} \cdot l_n) \cdot (v_3 \cdot v_n \cdot v_0 + v_0 + v_n) + 0,03 \cdot v_n \cdot v_0 \cdot t_n)}$	
Удельная энергоёмкость:	$\frac{кВт \cdot ч}{M^3}$
$N_{y0} = \frac{N \cdot 0,001 \cdot l \cdot ((F_n \cdot K_{n3} \cdot l_n + l_u \cdot K_{m3} \cdot F + 0,03 \cdot K_n \cdot K_{n3} \cdot l_n) \cdot (v_3 \cdot v_n \cdot v_0 + v_0 + v_n) + 0,03 \cdot v_n \cdot v_0 \cdot t_n)}{F_n \cdot l \cdot K_e \cdot F \cdot l_n \cdot v_n \cdot v_0}$	

Удельная материалоемкость: $G_{y\partial} = \frac{G \cdot 0,001 \cdot l \cdot ((F_n \cdot K_{n3} \cdot l_n + l_y \cdot K_m \cdot F + 0,03 \cdot K_n \cdot K_{n3} \cdot l_n) \cdot (v_3 \cdot v_n \cdot v_0 + v_0 + v_n) + 0,03 \cdot v_n \cdot v_0 \cdot t_n)}{F_n \cdot l \cdot K_a \cdot F \cdot l_n \cdot v_n \cdot v_0}$	$\frac{\text{кг} \cdot \text{ч}}{\text{м}^3}$
Обобщенный показатель по энергоёмкости и материалоемкости: $\Pi_{NG} = \frac{N \cdot G}{\left(\frac{F_n \cdot l \cdot K_a \cdot F \cdot l_n \cdot v_n \cdot v_0}{0,001 \cdot l \cdot ((F_n \cdot K_{n3} \cdot l_n + l_y \cdot K_m \cdot F + 0,03 \cdot K_n \cdot K_{n3} \cdot l_n) \cdot (v_3 \cdot v_n \cdot v_0 + v_0 + v_n) + 0,03 \cdot v_n \cdot v_0 \cdot t_n)} \right)^2}$	$\frac{\text{кг} \cdot \text{кВт}}{\left(\frac{\text{м}^3}{\text{ч}}\right)^2}$
Фактическое время, затраченное на выполнение требуемого объема работ: $T_{\text{фак.авт.}} = \frac{A_T \cdot B_T \cdot H \cdot 0,001 \cdot l \cdot ((F_n \cdot K_{n3} \cdot l_n + l_y \cdot K_m \cdot F + 0,03 \cdot K_n \cdot K_{n3} \cdot l_n) \cdot (v_3 \cdot v_n \cdot v_0 + v_0 + v_n) + 0,03 \cdot v_n \cdot v_0 \cdot t_n)}{F_n \cdot l \cdot K_a \cdot F \cdot l_n \cdot v_n \cdot v_0}$	час
Экскаваторы.	
Эксплуатационная производительность: $\Pi = \frac{3600 \cdot q \cdot K_H \cdot K_B \cdot K_{B.G.} \cdot K_\gamma \cdot \pi \cdot n \cdot \sqrt{\frac{\alpha}{10\pi}}}{2 \cdot \alpha \cdot K_P + K_P \cdot \pi \cdot n \cdot \sqrt{\frac{\alpha}{10\pi}} \cdot (3 + 4 \cdot q + t_P)}$	$\text{м}^3/\text{ч}$
Удельная энергоёмкость: $N_{y\partial} = \frac{N \cdot \left(2 \cdot \alpha \cdot K_P + K_P \cdot \pi \cdot n \cdot \sqrt{\frac{\alpha}{10\pi}} \cdot (3 + 4 \cdot q + t_P) \right)}{3600 \cdot q \cdot K_H \cdot K_B \cdot K_{B.G.} \cdot K_\gamma \cdot \pi \cdot n \cdot \sqrt{\frac{\alpha}{10\pi}}}$	$\frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{м}^3}$
Удельная материалоемкость: $G_{y\partial} = \frac{G \cdot \left(2 \cdot \alpha \cdot K_P + K_P \cdot \pi \cdot n \cdot \sqrt{\frac{\alpha}{10\pi}} \cdot (3 + 4 \cdot q + t_P) \right)}{3600 \cdot q \cdot K_H \cdot K_B \cdot K_{B.G.} \cdot K_\gamma \cdot \pi \cdot n \cdot \sqrt{\frac{\alpha}{10\pi}}}$	$\frac{\text{кг} \cdot \text{ч}}{\text{м}^3}$
Обобщенный показатель по энергоёмкости и материалоемкости: $\Pi_{NG} = \frac{N \cdot G}{\left(\frac{3600 \cdot q \cdot K_H \cdot K_B \cdot K_{B.G.} \cdot K_\gamma \cdot \pi \cdot n \cdot \sqrt{\frac{\alpha}{10\pi}}}{2 \cdot \alpha \cdot K_P + K_P \cdot \pi \cdot n \cdot \sqrt{\frac{\alpha}{10\pi}} \cdot (3 + 4 \cdot q + t_P)} \right)^2}$	$\frac{\text{кг} \cdot \text{кВт}}{\left(\frac{\text{м}^3}{\text{ч}}\right)^2}$
Фактическое время, затраченное на выполнение требуемого объема работ: $T_{\text{фак.авт.}} = \frac{A_{об} \cdot B_{об} \cdot H_{об} \cdot \left(2 \cdot \alpha \cdot K_P + K_P \cdot \pi \cdot n \cdot \sqrt{\frac{\alpha}{10\pi}} \cdot (3 + 4 \cdot q + t_P) \right)}{3600 \cdot q \cdot K_H \cdot K_B \cdot K_{B.G.} \cdot K_\gamma \cdot \pi \cdot n \cdot \sqrt{\frac{\alpha}{10\pi}}}$	час

Приведем некоторые данные по разработанной автоматизированной система «Программа выбора эффективных средств механизации», которая позволяет осуществлять обработку данных и анализ результатов выбора машин для земляных работ на примере бульдозеров, автогрейдеров, скреперов, экскаваторов (рис. 4 - 6). В табл. 2 приведен выбор эффективной машины или парка машин по многокритериальной оценке, методом перебора

полученных значений для выполнения заданного технологического процесса с максимальной экономией материальных и энергетических ресурсов.



Рис. 4. Главный интерфейс программы с кнопками ввода исходных данных.

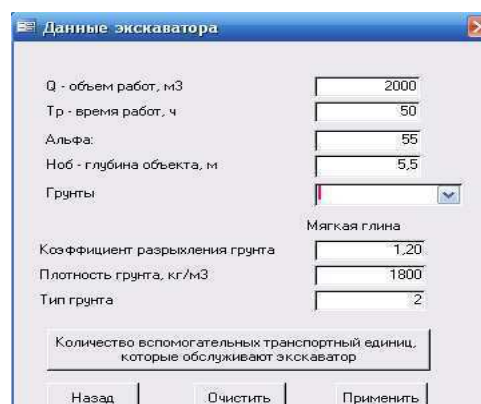


Рис. 5. Ввод данных по объекту.

Сравнение парков экскаваторов		Сравнение парков экскаваторов		Сравнение парков экскаваторов	
Название парка	Суммарный показатель параметров парка	Название парка	Суммарный показатель параметров парка	Название парка	Суммарный показатель параметров парка
Парк №1	400,03	Парк №1	435,16	Парк №1	420,23
Парк №2	165,0	Парк №2	185,0	Парк №2	173,0
Парк №3		Парк №3		Парк №3	
Мощность	1,25	Мощность	1,28	Мощность	1,24
Нуд	318,45	Нуд	248,13	Нуд	289,69
Гуд	133,24	Гуд	105,64	Гуд	120,06
PNG	23666,16	PNG	26737,13	PNG	24216,18
Стоимость эксплуатации	11,83	Стоимость эксплуатации	13,37	Стоимость эксплуатации	12,11
Стоимость 1м	5,00	Стоимость 1м	4,60	Стоимость 1м	4,76
Время выполнения парком заданного объема работ		Время выполнения парком заданного объема работ		Время выполнения парком заданного объема работ	
Машин входящие в парк		Машин входящие в парк		Машин входящие в парк	
30-3122		CAT 312B		30-3121	
30-3122		CAT 312B		CAT 312B	
30-3122		CAT 311B		30-3122	

Рис. 6. Интерфейс сравнения параметров выбранных парков экскаваторов.

Выбор эффективной машины состоит из n -го количества машин, которые могут иметь i -е количество модернизаций, как машины, так и её рабочего органа, соблюдая условия: $L_{эф} ; G_{уд\ эф} = G_{уд\ min} ; N_{уд\ эф} = N_{уд\ min} ; C_{уд\ эф} = C_{уд\ min} ; П_{NG\ эф} = П_{NG\ min} ; \Sigma C_{эф} = \Sigma C_{min}$. Разработанный многокритериальный комплексный подход позволяет более эффективно выбирать машины, их использовать и осуществлять их контроль за счет того, что учитываются: производительность, дальность транспортировки и маршрут движения, климатические, геологические (рельеф местности, физико-механические свойства грунта и его состояние), модернизация рабочего органа.

Таблица 2.

Выбор эффективной машины с максимальной экономией материальных и энергетических ресурсов

Наименование	GPS мониторинг - эффективный контроль и сопровождение машин для земляных работ на всех этапах технологии и организации строительного производства										
	Модернизация машины или рабочего органа	Номер машины					$\min G_{yo}$	$\min N_{yo}$	$\min C_{yo}$	$\min \Pi_{NG}$	$\min \Sigma C$
		1	2	3	...	n					
Машины для земляных работ	1	$L_{эф}$					$G_{yo\ эф}$	$N_{yo\ эф}$	$C_{yo\ эф}$	$\Pi_{NG\ эф}$	$\Sigma C_{\ эф}$
		$G_{yo1.1},$ $N_{yo1.1},$ $C_{yo1.1},$ $\Pi_{NG1.1}$ $\Sigma C_{1.1}$ $T_{1.1}$	$G_{yo1.2},$ $N_{yo1.2},$ $C_{yo1.2},$ $\Pi_{NG1.2}$ $\Sigma C_{1.2}$ $T_{1.2}$	$G_{yo1.3},$ $N_{yo1.3},$ $C_{yo1.3},$ $\Pi_{NG1.3}$ $\Sigma C_{1.3}$ $T_{1.3}$...	$G_{yo1.n},$ $N_{yo1.n},$ $C_{yo1.n},$ $\Pi_{NG1.n},$ $\Sigma C_{1.n}$ $T_{1.n}$					
	2	$L_{эф}$									
		$G_{yo2.1},$ $N_{yo2.1},$ $C_{yo2.1},$ $\Pi_{NG2.1}$ $\Sigma C_{2.1}$ $T_{2.1}$	$G_{yo2.2},$ $N_{yo2.2},$ $C_{yo2.2},$ $\Pi_{NG2.2}$ $\Sigma C_{2.2}$ $T_{2.2}$	$G_{yo2.3},$ $N_{yo2.3},$ $C_{yo2.3},$ $\Pi_{NG2.3}$ $\Sigma C_{2.3}$ $T_{2.3}$...	$G_{yo2.n},$ $N_{yo2.n},$ $C_{yo2.n},$ $\Pi_{NG2.n},$ $\Sigma C_{2.n}$ $T_{2.n}$					
...						
i	$L_{эф}$										
	$G_{yo\ i.1},$ $N_{yo\ i.1},$ $C_{yo\ i.1},$ $\Pi_{NG\ i.1}$ $\Sigma C_{i.1}$ $T_{i.1}$	$G_{yo\ i.2},$ $N_{yo\ i.2},$ $C_{yo\ i.2},$ $\Pi_{NG\ i.2}$ $\Sigma C_{i.2}$ $T_{i.2}$	$G_{yo\ i.3},$ $N_{yo\ i.3},$ $C_{yo\ i.3},$ $\Pi_{NG\ i.3}$ $\Sigma C_{i.3}$ $T_{i.3}$...	$G_{yo\ i.n},$ $N_{yo\ i.n},$ $C_{yo\ i.n},$ $\Pi_{NG\ i.n},$ $\Sigma C_{i.n}$ $T_{i.n}$						

Вывод. Проведенные исследования и анализ позволяют утверждать, что разработанная методика позволяет осуществлять эффективное аналитическое сопровождение технологии и организации строительного производства машин на всем этапе работы за счет контроля параметров работы техники в режиме online, а выполнения земляных работ целесообразно осуществляется по многокритериальной оценке, методом перебора полученных значений материалоемкости, энергоемкости, обобщенного показателя материалоемкости и энергоемкости, дополненных конструктивными особенностями земляного сооружения, представленного в формализованном виде через геометрические параметры для идентификации под технические характеристики машин для земляных работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баловнев В.И. Интенсификация земляных работ в дорожном строительстве / В.И. Баловнев, Л.А. Хмара; - М.: - Транспорт, 1983. – 184с.
2. Рейш А.К. Повышение производительности одноковшовых экскаваторов./ Рейш Арвид Карлович; – М: Стройиздат, 1983. – 169с.
3. Caterpillar Эксплуатационные характеристики. Справочник. Издание 30, CAT[®] Caterpillar Inc., Пеория, Иллинойс, США, 1999. – 620с.
4. Ушацький С.А. Організація будівництва/ С.А. Ушацький, Ю.П. Шейко, Г.М. Тригера та ін; К.: - Издательство «Кондор», 2007. – 521 с.
5. Машины для земляных работ / Хмара Л.А., Кравець С.В., Нічке В.В., Назаров Л.В., Скоблюк М.П., Нікітін В.Г.; под ред. Хмари Л.А. та Кравця С.В. – Рівне-Дніпропетровськ-Харків. – 2010. – 557 с.
6. Хмара Л.А. Выбор строительных машин из имеющегося парка (на примере скрепера) / Л.А., С.И. Кононов// Гірничі,будівельні, дорожні та меліоративні машини. – К.: КНУБА, 2009. - № 74. - С. 46-52.
7. Филимонов П.И. Технология и организация ремонтно-строительных работ/ П.И. Филимонов – М.: Высшая школа, 1988. – 479 с.
8. Хмара Л.А. Сопровождение строительных машин на этапе их выбора из имеющегося парка (на примере экскаватора) / Л.А. Хмара, С.И. Кононов// Будівництво України. – 2010. - № 2. – С.41-45.
9. Хмара Л.А. Сопровождение машин для земляных работ на этапе их выбора применительно к организации строительного производства / Л.А. Хмара, С.И. Кононов // Интерстроймех 2010 Материалы международной научно-технической конференции. – Том 2. – Белгород, 2010. – № 2. – С. 185–204.
- 10.Хмара Л.А. Методические рекомендации по инжинирингу организации технологических проектов производства земляных работ в строительстве / Л.А. Хмара, С.И. Кононов, П.Е. Уваров// Главного института проблем реконструкции, эксплуатации и инженерной защиты промышленных, жилых и гражданских объектов «Академпромжилреконструкции» Академии строительства Украины. – Луганск, 2010. – 36 с.
- 11.Хмара Л.А. Научное сопровождение машин для земляных работ на этапе их выбора / Л.А. Хмара, С.И. Кононов // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – Дніпропетровськ: ПДАБА, 2010. – № 7. – С. 53–63.
12. Павлов И.Д., Радкевич А.В. Модели управления проектами: Учеб пособие. – Запо-

рожье: ГУ «ЗИДГМУ», 2004. – 320с.

13. Канторер С.Е. Методы обоснования эффективности применения машин в строительстве / С.Е. Канторер – М.: Издательство литературы по строительству, 2-е издание, переработанное и дополненное, 1969. – 295с.

14. Канюка Н.С. Комплексная механизация трудоемкости работ в строительстве / Н.С. Канюка, А.В. Резуник, А.А. Новацкий; К.: - Издательство «Будівельник», 1977. – 256с.

15. Кудрявцев Е.М. Комплексная механизация, автоматизация и механовооруженность строительства / Е.М. Кудрявцев - М.: - Стройиздат, 1989. – 246с.

16. Анненкова О.С. Методика рационального распределения машин для земляных работ по объектам строительства.// Механизация и автоматизация строительства: Сб. науч. трудов, Киев, 1991.- С. 82-83.

УДК 69. 075.8

С. И. КОНОНОВ, канд. техн. наук.

Государственное высшее учебное заведение

«Запорожский строительный колледж»

КОМПЛЕКС МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЭФФЕКТИВНОМУ СОПРОВОЖДЕНИЮ ДОРОЖНОЙ ТЕХНИКИ НА ПРИМЕРЕ АВТОГРЕЙДЕРА С ПРИМЕНЕНИЕМ GPS МОНИТОРИНГА

Постановка проблемы. Одной из актуальных проблем при ведении земляных работ является эффективное использование дорожной техники [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12]. Согласно статистике, потери от нецелевого использования техники составляет 20-40%, что приводит к значительному увеличению себестоимости выполняемых работ.

Анализ публикаций. При выполнении большого объема дорожных работ целесообразен комплексный подход при выборе и дальнейшем использовании дорожной техники, что дает не только значительную экономию денежных средств, но и позволяет контролировать работу используемых машин в режиме реального времени [1, 12].

Формирование цели и задачи. Выработать комплекс мероприятий по эффективному сопровождению дорожной техники на примере автогрейдера с применением GPS мониторинга применительно к организации строительного производства с учетом конструктивных особенностей земляного сооружения, были поставлены следующие задачи: