

УДК 69.003:658.011.8

## ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ МАШИН

*д-р экон. наук, проф. Н.А. ДУБРОВСКИЙ (Полоцкий государственный университет)*

*Рассмотрена проблема измерения производительности машин, показан подход, базирующийся на изучении и анализе процесса производства продукции, разработаны формулы, позволяющие определять производительность машин с учетом влияния большого количества различных факторов и применять их при планировании, управлении, проектировании инноваций.*

Производительность машин и их систем является одним из важнейших показателей эффективности производства, что связано с особыми требованиями, предъявляемыми к методам ее измерения. Большое внимание при этом должно уделяться предметам труда, применяемым машинам, технологии производства, его организации и т.п.

Так, производительность машины при рыллении слоя мерзлого грунта  $\Pi_{мij}$  зависит от технических характеристик машин ( $x_m$ ), технологии рылления ( $x_n$ ), особенностей разрабатываемого грунта ( $x_z$ ), размеров слоя рылления ( $x_c$ ), т.е.

$$\Pi_{мij} = f(x_m, x_n, x_z, x_c).$$

Зная  $\Pi_{мij}$ , число слоев рылления  $n_p$ , а также объем мерзлого грунта  $V_i$ , можно определить  $\Pi_{mi}$ , т.е. производительность машины при рыллении грунта  $i$ -той части объекта:

$$\Pi_{mi} = f(\Pi_{мij}, V_i, n_p),$$

где  $V_i$  – объем мерзлого грунта  $i$ -той части объекта, м<sup>3</sup>.

Если рылление мерзлого грунта на  $i$ -том участке осуществляется в один слой, то  $\Pi_{mi}$  определяется как  $\Pi_{мij}$ .

Определив производительность машины на всех участках объекта, рассчитывают ее производительность  $\Pi_{mob}$  при разработке объекта в целом:

$$\Pi_{mob} = f(\Pi_{mi}, n_y, V_{об}),$$

где  $n_y$  – количество участков, на которые делится объект при разработке;  $V_{об}$  – объем подготовленного к выемке мерзлого грунта при разработке объекта, м<sup>3</sup>.

Если объект при разработке не делится на участки и рылление осуществляется в один слой, то  $\Pi_{mob}$  определяется как  $\Pi_{мij}$ . При разработке объекта послойно, без деления его на участки, для определения  $\Pi_{mob}$  используется формула для расчета  $\Pi_{mi}$ .

Если на рыллении мерзлого грунта на объекте одновременно работают несколько машин, то необходимо определять производительность рылления мерзлого грунта на объекте  $\Pi_p$ :

$$\Pi_p = f(\Pi_{mob}, n_m, V_{об}),$$

где  $n_m$  – количество машин, занятых рыллением мерзлого грунта на объекте.

Анализ работы машин, используемых на рыллении мерзлого грунта, показал, что их продукцией (результатом работы) является след рылления, оставляемый в грунте рабочим органом. След рылления представляет собой проходы [1], борозды [2], проколы [1], щели [3] и т.д.

Однако для расчета производительности и эффективности использования машин необходимо применять единый измеритель результата их работы. Таким измерителем является объем мерзлого грунта, подготовленного к выемке.

Учитывая, что производительность машины - это количество продукции, произведенное за единицу времени, для определения ее технической величины имеем:

$$P_{mij} = \frac{V_{ij}}{T_{mij}}, \quad (1)$$

где  $V_{ij}$  - объем мерзлого грунта, подготовленного к выемке,  $m^3$ ;  $T_{mij}$  - время оперативной работы машины при рыхлении, ч;  $j, i$  - порядковые номера соответственно разрабатываемого слоя и участка.

Значение  $V_{ij}$  определяется как произведение длины слоя мерзлого грунта  $L_{ij}$ , его ширины  $B_{ij}$  и высоты  $H_{ij}$ , т.е.

$$V_{ij} = L_{ij} B_{ij} H_{ij}.$$

К времени оперативной работы, согласно [4], относится время на операции, связанные с изменением формы и размеров, внешнего вида, состава, состояния и положения в пространстве предмета труда, технологически неустраиваемых перемещений машин и их рабочих органов в процессе выполнения работы:

$$T_{mij} = T_{срj} + T_{вij}, \quad (2)$$

где  $T_{ср}$  - продолжительность образования следов рыхления, ч;  $T_{в}$  - продолжительность выполнения вспомогательных операций, осуществляемых при рыхлении, ч.

Время  $T_{срj}$  рассчитывается как отношение суммарной длины следов рыхления (путь, пройденный рабочим органом в контакте с грунтом)  $\sum L_{срj}$  к средней скорости перемещения рабочего органа машины при их образовании,  $v_{ср}$ :

$$T_{срj} = \frac{\sum L_{срj}}{v_{ср}}.$$

На суммарную длину следов рыхления влияют конструктивные особенности машин, осуществляющих рыхление, параметры объектов, технология рыхления. Значение  $\sum L_{ср}$  определяется количеством продольных  $n_{пр}$  проходов, совершаемых по одному продольному следу рыхления  $n_{нс}^{пр}$  и длиной одного следа рыхления.

Если следы рыхления наносятся параллельно вдоль слоя, то

$$\sum L_{срj} = n_{прj} n_{нсj}^{пр} L_{ij}.$$

Количество продольных следов рыхления

$$n_{прj} = \frac{B_{ij} - B_{срj}}{l_{прj}} + 1,$$

где  $B_{ср}$  - ширина следа рыхления, образуемого в грунте рабочим органом машины, м;  $l_{пр}$  - расстояние между центрами соседних продольных следов рыхления, м.

Число проходов по одному следу рыхления зависит от конструктивных особенностей машин-рыхлителей. При рыхлении мерзлого грунта машинами динамического действия и машинами для нарезания щелей для образования следа рыхления требуется один проход; если применяются навесные рыхлители, то число проходов может быть несколько [2, 3].

Подставив в зависимость для определения  $T_{срj}$  значение  $\sum L_{ср}$ , выраженное через параметры слоя рыхления, а также  $B_{ср}$ ,  $l_{пр}$ , получим

$$T_{срj} = \left( \frac{B_{ij} - B_{срj}}{l_{прj}} + 1 \right) \frac{L_{ij} P_{нсij}^{пр}}{v_{срj}}.$$

Для определения  $T_{в}$  требуется знать, какие вспомогательные операции выполняются при образовании следов рыхления. Анализ работы машин [1, 2, 3] показал, что для образования следов рыхления

необходимо перемещение рабочего органа относительно машины и транспортное перемещение его относительно объекта.

Исходя из этого

$$T_{vij} = T_{omij} + T_{moij},$$

где  $T_{om}$ ,  $T_{mo}$  – соответственно затраты времени на перемещение рабочего органа относительно машины и транспортное перемещение относительно объекта, ч.

Время  $T_{om}$  определяется как произведение продолжительности одного перемещения рабочего органа относительно машины  $T'_{om}$  на количество перемещений  $n_{nm}$

$$T_{om} = n_{nm} T'_{om}.$$

При определении  $T'_{om}$  учитывается, что оно включает в себя время на опускание (заглубление) рабочего органа и его подъем, осуществляемые для переезда машины с одного прохода на другой. Так как при опускании и подъеме рабочий орган перемещается на одну и ту же величину  $L_{om}$ , то

$$T'_{omij} = L_{omij} \left( \frac{1}{v_{on}} + \frac{1}{v_{под}} \right),$$

где  $v_{on}$  и  $v_{под}$  – соответственно скорости опускания и подъема рабочего органа машины, м/ч.

Количество проходов определяется числом следов рыхления, числом проходов, связанных с образованием одного следа рыхления, количеством захваток, на которые делится слой при его разработке.

При рыхлении продольными следами

$$n_{nmij} = n_{npj} n_{ncij}^{np} n_{zL},$$

где  $n_{zL}$  – количество захваток, на которые делится слой по длине.

Подставив в зависимость для определения  $T_{om}$  значения  $n_{nm}$  и  $T'_{om}$ , получим

$$T_{omij} = L_{omij} \left( \frac{1}{v_{on}} + \frac{1}{v_{под}} \right) \left( \frac{B_{ij} - B_{cpj}}{l_{npj}} + 1 \right) n_{ncij}^{np} n_{zLij}.$$

Время транспортного перемещения рабочего органа относительно слоя:

$$T_{moij} = T'_{moij} n_{nmij},$$

где  $T'_{mo}$  – продолжительность переезда машины с одного прохода на другой, ч;  $n_{nm}$  – количество переездов машины с одного прохода на другой.

Продолжительность переезда машины с одного прохода на другой

$$T'_{mo} = \frac{L_{перij}}{v_{перij}},$$

где  $L_{пер}$  и  $v_{пер}$  – соответственно расстояние, м, и скорость, м/ч, переезда машины с одного прохода на другой.

Так как переезды машины связаны с перемещением рабочего органа с одного прохода на другой, то  $n_{nm}$  равно  $n_{nm}$ .

Тогда

$$T_{moij} = \frac{L_{перij}}{v_{перij}} \left( \frac{B_{ij} - B_{cpj}}{l_{npj}} + 1 \right) n_{ncij}^{np} n_{zLij}.$$

Получив выражения для определения  $T_{om}$  и  $T_{mo}$ , имеем

$$T_{vij} = \left( \frac{B_{ij} - B_{cpj}}{l_{npj}} + 1 \right) n_{ncij}^{np} n_{zLij} \left( \frac{L_{omij}}{v_{on}} + \frac{L_{omij}}{v_{под}} + \frac{L_{перij}}{v_{перij}} \right).$$

Подставив найденные выражения для определения  $T_{cp}$  и  $T_o$  в формулу (2) и проведя соответствующие преобразования, получим

$$T_{mij} = \left( \frac{B_{ij} - B_{cpij}}{l_{npj}} + 1 \right) \left[ \frac{L_{ij} n_{ncij}^{np}}{v_{cpij}} + n_{ncij}^{np} \cdot n_{zLij} \cdot \left( \frac{L_{omij}}{v_{on}} + \frac{L_{omij}}{v_{nod}} + \frac{L_{nepij}}{v_{nepij}} \right) \right].$$

После определения  $V_{ij}$ ,  $T_{mij}$  и подстановки их значений в формулу (1) находится техническая производительность машины при рыхлении слоя мерзлого грунта:

$$\Pi_{mij} = \frac{L_{ij} B_{ij} H_{ij}}{\left( \frac{B_{ij} - B_{cpij}}{l_{npj}} + 1 \right) \left[ \frac{L_{ij} n_{ncij}^{np}}{v_{cpij}} + n_{ncij}^{np} \cdot n_{zLij} \cdot \left( \frac{L_{omij}}{v_{on}} + \frac{L_{omij}}{v_{nod}} + \frac{L_{nepij}}{v_{nepij}} \right) \right]}.$$

Техническая производительность машин при рыхлении мерзлого грунта на участке

$$\Pi_{mi} = \frac{V_i}{T_{mi}}, \quad (3)$$

где  $V_i$  – объем подготовленного к выемке грунта при разработке участка,  $m^3$ ;  $T_{mi}$  – оперативное время работы машины при рыхлении мерзлого грунта на участке, ч.

Объем  $V_i$  определяется как произведение длины участка  $L_i$ , его ширины  $B_i$  и глубины  $H_i$ :

$$V_i = L_i B_i H_i.$$

Значения  $L_i$ ,  $B_i$ ,  $H_i$  зависят от объемно-планировочной структуры объекта, состава оборудования, характера развития специализированных потоков, их мощности и т.п.

Метод определения  $T_{mi}$  зависит от технологии рыхления, конструктивных особенностей используемых машин и др.

Если выделенный участок разрабатывается в один слой, то при продольном рыхлении

$$T_{mi} = \left( \frac{B_i - B_{cpi}}{l_{npi}} + 1 \right) \left[ \frac{L_i n_{nci}^{np}}{v_{cpi}} + n_{nci}^{np} \cdot n_{zLi} \cdot \left( \frac{L_{omi}}{v_{on}} + \frac{L_{omi}}{v_{nod}} + \frac{L_{nepi}}{v_{nepi}} \right) \right].$$

Подставив найденные значения  $V_i$  и  $T_{mi}$  в зависимость (3), находим техническую производительность машины при рыхлении грунта на участке:

$$\Pi_{mi} = \frac{L_i B_i H_i}{\left( \frac{B_i - B_{cpi}}{l_{npi}} + 1 \right) \left[ \frac{L_i n_{nci}^{np}}{v_{cpi}} + n_{nci}^{np} \cdot n_{zLi} \cdot \left( \frac{L_{omi}}{v_{on}} + \frac{L_{omi}}{v_{nod}} + \frac{L_{nepi}}{v_{nepi}} \right) \right]}.$$

Техническая производительность машин, осуществляющих рыхление мерзлого грунта при разработке объекта:

$$\Pi_{mob} = \frac{V_o}{T_{mo}}, \quad (4)$$

где  $V_o$  – проектный объем подготовленного к выемке мерзлого грунта при разработке объекта,  $m^3$ ;

$T_{mo}$  – время оперативной работы машины при рыхлении грунта на объекте, ч.

Проектный объем подготовленного к выемке мерзлого грунта

$$V_o = \sum_{i=1}^{n_y} V_i,$$

где  $n_y$  – количество участков, на которые делится объект при разработке.

Метод определения времени оперативной работы машины на рылении зависит от особенностей производства работ.

Если объект разрабатывается без деления его на участки и в один слой ( $n_y = 1, n_p = 1$ ), захваты расположены вдоль, то

$$T_{mo} = \left( \frac{B_o - B_{cp}}{l_{np}} + 1 \right) \left[ \frac{L_o n_{nc}^{np}}{v_{cp}} + n_{nc}^{np} n_{3L} \cdot \left( \frac{L_{om}}{v_{on}} + \frac{L_{om}}{v_{nod}} + \frac{L_{nep}}{v_{nep}} \right) \right],$$

где  $L_o, B_o$  и  $H_o$  – соответственно длина, ширина и глубина объекта, м.

Подставив в зависимость (4) значения  $V_o$  и  $T_{mo}$ , получим, например, для объекта, который не делится на захваты, а рыление осуществляется в один слой:

$$P_{mob} = \frac{L_o B_o H_o}{\left( \frac{B_o - B_{cp}}{l_{np}} + 1 \right) \left[ \frac{L_o n_{nc}^{np}}{v_{cp}} + n_{nc}^{np} n_{3L} \left( \frac{L_{om}}{v_{on}} + \frac{L_{om}}{v_{nod}} + \frac{L_{nep}}{v_{nep}} \right) \right]}.$$

Техническая производительность характеризует максимальную производительность машин за один час непрерывной работы. Она дает возможность судить о существующих резервах использования отдельных видов машин. Техническая производительность позволяет совместно с другими показателями дать общую оценку конструктивно-эксплуатационным качествам новой машины. Однако для оценки эффективности машин и процессов, планирования, организации и управления требуется определять эксплуатационную производительность.

Эксплуатационная производительность машины определяется ее конструкцией, принятой технологией и организацией выполнения механизированных работ, характером смежных процессов и строительства в целом.

В зависимости от учитываемых факторов выделены следующие разновидности эксплуатационной производительности:

- эксплуатационная часовая производительность, которая учитывает регламентируемые перерывы (нормируемые затраты);
- эксплуатационная среднечасовая производительность, которая рассчитывается на один час смены, т.е. с учетом в составе этого времени неустраняемых или трудноустраняемых потерь по организационным и метеорологическим причинам (ненормируемые затраты);
- эксплуатационная среднечасовая производительность машин при рылении грунта на объекте. Эта производительность определяется с учетом всех потерь времени, имеющих место в работе машин на объекте, т.е. внутрисменных и целосменных;
- эксплуатационная годовая производительность рассчитывается на год работы с учетом как внутрисменных, так и целосменных перерывов.

Эксплуатационная часовая производительность:

$$P_{мч} = \frac{V_o}{T_{пол}},$$

где  $T_{пол}$  – полезное рабочее время машины при рылении грунта, ч:

$$T_{пол} = T_{mo} \cdot k'_{пер1},$$

где  $k'_{пер1}$  – коэффициент перехода от времени чистой работы машины внутри смены к полезному времени.

Согласно [4], значение  $k'_{пер1}$  зависит от проектных величин времени регламентированных перерывов в работе машин  $T_{pn}$  (в процентах нормы времени) и проектной величины времени нециклической работы машины  $T_{рн}$ .

Процент нормы времени определяется по формуле

$$k'_{пер1} = \frac{100}{100 - (T_{pn} + T_{рн})}.$$

Ко времени регламентированных перерывов в работе машин относятся: затраты времени, связанного с техническим уходом за машиной; время перерывов в работе машин, связанных с процессом работы; время перерывов в работе машин в периоды отдыха рабочих, участвующих в механизированном процессе.

При выполнении циклических строительно-монтажных процессов отдельные операции имеют нециклический характер. Например, при рыхлении мерзлого грунта имеют место переезды машины с одного участка на другой. Затраты времени на такие операции определяют с помощью нормативных наблюдений или расчетом.

Определение затрат времени на перерывы в работе машин в связи с техническим уходом производят на основе инструкций по эксплуатации машин или на основе опыта их эксплуатации. Так, по данным Л.И. Бланка [5] нормируемые затраты рабочего времени для машин с двигателями внутреннего сгорания равны 5 % в холодное время года и до 3 % в остальное время.

Проектная величина перерывов, связанных с отдыхом рабочих, определяется на основе нормативов [4]. Для машинистов, управляющих нестационарными машинами, экскаваторами, бульдозерами и подобными машинами, она составляет 10 %.

Эксплуатационная среднечасовая производительность

$$P_{\text{мсч}} = \frac{V_o}{T_p},$$

где  $T_p$  – продолжительность рыхления мерзлого грунта, в часах смены:

$$T_p = T_{\text{мо}} \cdot k'_{\text{пер1}} \cdot k'_{\text{пер2}},$$

где  $k'_{\text{пер2}}$  – коэффициент перехода от полезного рабочего времени к времени смены.

Этот коэффициент учитывает влияние на производительность машинных простоев по организационным, метеорологическим и прочим случайным причинам.

Коэффициент  $k'_{\text{пер1}}$  определяют по формуле

$$k'_{\text{пер2}} = \frac{T_{\text{см}}}{t_{\text{пол}}},$$

где  $t_{\text{пол}}$ ,  $T_{\text{см}}$  – соответственно полезное рабочее время внутри смены и общая продолжительность смены.

Различными исследованиями установлено, что производительность нерегламентированных перерывов в работе машин значительна. Так, по данным П.И. Моисеева [6], внутрисменные простои машин в строительстве составили 16 – 20 %.

Эксплуатационная производительность машин при рыхлении грунта на объекте

$$P_{\text{мсчo}} = \frac{V_o}{T_o},$$

где  $T_o$  – время нахождения машины на объекте, ч.

Время нахождения машины на объекте определяется применительно к конкретному объекту.

В общем виде уравнение имеет вид

$$T_o = T_p + D_v + D_m + D_n,$$

где  $D_v, D_m, D_n$  – соответственно выходные и праздничные дни, перерывы, связанные с неблагоприятными метеорологическими условиями, непредвиденные перерывы в работе машин.

Продолжительность рабочего времени машины на объекте в днях:

$$T_p = \frac{T_{\text{мо}} k'_{\text{пер1}} k'_{\text{пер2}}}{k_{\text{см}} T_{\text{см}}},$$

где  $k_{\text{см}}$  – коэффициент сменности.

Количество выходных и праздничных дней определяется по календарю с учетом конкретной привязки работы машины к объекту. Перерывы, связанные с неблагоприятными метеорологическими условиями, определяются на основе данных управлений Гидрометеослужбы. Продолжительность перерывов

по непредвиденным причинам и содержания машин в резерве не должна превышать 3 % календарного времени, за вычетом выходных и праздничных дней [7].

*Эксплуатационная годовая производительность.* При разработке мерзлых грунтов объем рыхления зависит от глубины промерзания. Исходя из этого разработка грунта на одинаковых по размеру объектах, осуществляемая в разные периоды зимы, будет продолжаться неодинаковое время. Связано это как с различной производительностью машин на рыхлении, так и с различными потерями времени, имеющими место в их работе.

Годовая производительность:

$$\Pi_{год} = \sum_{i=1}^{n_o} \Pi_{мсчoi} \cdot T_{oi},$$

где  $n_o$  – количество объектов, на которых машина работает в течение года.

Количество объектов принимается таким, что

$$\sum T_{oi} \leq T_{годмг},$$

где  $T_{годмг}$  – количество часов в году, в течение которых осуществляется разработка мерзлых грунтов.

При разработке мерзлого грунта на объекте в зависимости от его размеров, сроков выполнения работ, производительности машин и других факторов одновременно на рыхлении могут использовать несколько машин. В данном случае требуется определять производительность рыхления мерзлого грунта  $\Pi_p$ .

Количество машин, осуществляющих рыхление в любой момент времени, представляет собой дискретную случайную величину, поэтому и  $\Pi_p$  является также величиной случайной. Для определения  $\Pi_p$  необходимо знать ее значения за различные периоды времени и соответствующие им вероятности. Поскольку работа любой машины при рыхлении независима от других машин, вероятности отказов каждой машины практически равны между собой. В таких условиях для определения закона распределения и математического ожидания  $\Pi_p$  применяют формулу Бернулли. При определении математического ожидания производительности рыхления  $M(\Pi_p)$  необходимо учитывать то, что режим работы может быть одинаковым для всех машин или каждая из них работает по своему графику.

Если режим машин одинаковый, то  $M(\Pi_p)$  определяется следующим образом.

Исходя из анализа работы машин на объектах определяется вероятность их надежной работы  $p$  и вероятность того, что они простаивают:

$$q = 1 - p.$$

Исходя из производственных условий определяют количество машин  $n_m$ , которые будут осуществлять рыхление грунта. Определяют значения, которые может принимать количество одновременно работающих машин (дискретная случайная величина). Например, если грунт рыхлится двумя машинами, т.е.  $n_m = 2$ , то количество работающих машин  $m_p$  принимает значения 2, 1 и 0, т.е. работает две машины, одна и ни одной.

После определения  $m_p$  рассчитывается производительность каждой выделенной группы машин:

$$\Pi_{рмр} = \Pi_{моб} \cdot m_p.$$

Рассчитывается вероятность работы каждой выделенной группы машин:

$$P_{m_p n_m} = \frac{n_m!}{m_p!(n_m - m_p)!} p^{m_p} q^{n_m - m_p}.$$

Определяется математическое ожидание производительности рыхления мерзлого грунта:

$$M(\Pi_p) = \sum_{m_p=0}^{n_m} \Pi_{рмр} P_{m_p n_m}.$$

Если время работы машин при рыхлении грунта различно, то составляется график режима их использования. На основе полученного графика определяется количество периодов времени ( $n_{опр}$ ), в тече-

ние каждого из которых производительность рыхления грунта  $\Pi_{pa}$  постоянна. Устанавливается количество машин  $n_{ma}$ , которые работают в  $a$ -том периоде времени. Определяются значения  $m_{pa}$ , которые может принимать число работающих в  $a$ -том периоде времени машин. Рассчитываются производительности выделенных в каждом  $a$ -том периоде времени групп машин:

$$\Pi_{pm_{pa}} = \Pi_{mob} \cdot m_{pa}.$$

Определяется вероятность надежной работы каждой выделенной в  $a$ -том периоде времени группы машин:

$$P_{m_{pa}n_{ma}} = \frac{n_{ma}}{m_{pa} \binom{n_{ma}}{m_{pa}}} P_{m_{pa}}^{m_{pa}} \cdot q^{n_{ma}-m_{pa}}.$$

Рассчитывается математическое ожидание производительности рыхления мерзлого грунта в  $a$ -том периоде времени:

$$M(\Pi_{pa}) = \sum_{a=1}^{noap} \Pi_{pm_{pa}} \cdot P_{m_{pa}n_{ma}}$$

Решаем равенство:

$$\sum T_a M(\Pi_{pa}) = V_o,$$

где  $T_a$  – продолжительность  $a$ -того периода времени, ч.

Находится время рыхления мерзлого грунта на объекте:

$$T_p = \sum_{a=1}^{noap} T_a.$$

Рассчитывается производительность рыхления:

$$\Pi_p = \frac{V_o}{T_p}.$$

Таким образом, предложенный метод позволяет измерять производительность рыхления мерзлого грунта с учетом надежности работы машин в любой период времени. Значение  $\Pi_p$  позволит осуществлять оперативное управление производством, правильно учитывать динамику производства, планировать взаимосвязанную работу различных машин на объекте, исследовать параметры систем машин, находить их оптимальные значения, используя при проектировании и эксплуатации парков машин.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Садаков Ю.П., Ващук И.М., Уткин В.И. Производство земляных работ в условиях городского строительства. - М.: Стройиздат, 1981. - 256 с.
2. Машины для разработки мерзлых грунтов / Ю.Н. Берновский, Б.Э. Захарчук, М.И. Ровинский, и др.; Под ред. В.Д. Телушкина. - М.: Машиностроение, 1978. - 272 с.
3. Алимов О.Д., Басов И.Г., Юдин В.Г. Буровые землерезные машины. - Фрунзе: Илим, 1969. - 282 с.
4. ВНИПИ труда в строительстве Госстроя СССР. Руководство по техническому нормированию труда рабочих в строительстве, 1977. - 48 с.
5. Бланк Л.И. Методические рекомендации по планированию показателей использования машин и численности рабочих в управлениях и трестах механизации. - М., 1980. - 59 с.
6. Моисеев П.И. Задачи технического прогресса в строительстве // Механизация строительства. - 1993-№12. - С. 2-4.
7. ЦНИИОМТП Госстроя СССР. Рекомендации по определению годовых режимов работы и эксплуатационной производительности строительных машин. - М.: Стройиздат, 1982. - 41 с.