

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ЭКСПЛУАТАЦИИ МАШИН В ДОРОЖНО-
СТРОИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ**

Омск • 2016

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия
(СибАДИ)»

Кафедра «Эксплуатация и сервис транспортно-технологических
машин и комплексов в строительстве»

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ МАШИН В ДОРОЖНО- СТРОИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Методические указания для студентов направления
«Автоматизация технологических процессов
и производств» всех форм обучения

Составитель В.С. Серебренников

Омск
СибАДИ
2016

УДК 625.76
ББК 39.311

Рецензент канд. техн. наук, доц. С.А. Милушенко

Работа утверждена научно-методическим советом направления подготовки «Автоматизация технологических процессов и производств» в качестве методических указаний.

Повышение эффективности эксплуатации машин с дорожно-строительном производстве: методические указания для студентов направления «Автоматизация технологических процессов и производств» всех форм обучения / сост.: В.С. Серебренников.— Омск: СибАДИ, 2016. — 40 с.

Предназначены для проведения практических занятий и выполнения расчетных работ обучающихся всех форм обучения направления «Автоматизация технологических процессов и производств», способствующих закреплению знаний лекционного курса и практических занятий по дисциплинам «Технология строительства объектов транспортной инфраструктуры нефтегазовой отрасли» и «Производственная эксплуатация строительных и дорожных машин».

Издание подготовлено на кафедре «Эксплуатация и сервис транспортно-технологических машин и комплексов в строительстве».

Содержание

ВВЕДЕНИЕ.....	4
Расчетная работа № 1. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БУЛЬДОЗЕРОВ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА.....	5
Определение эксплуатационной сменной производительности бульдозера расчетным методом.....	7
Определение эксплуатационной сменной производительности бульдозера с помощью ЕНиР № 2.....	11
Расчетная работа № 2. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СКРЕПЕРОВ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА.....	13
Определение эксплуатационной сменной производительности скрепера расчетным методом.....	14
Определение эксплуатационной сменной производительности скрепера с помощью ЕНиР № 2.....	18
Расчетная работа № 3. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СИСТЕМЫ «ЭКСКАВАТОР–САМОСВАЛ».....	20
Расчетная работа № 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАКСИМАЛЬНОЙ ДАЛЬНОСТИ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ АСФАЛЬТОБЕТОННОЙ СМЕСИ АВТОСАМОСВАЛАМИ	28
Библиографический список.....	31
Приложения.....	32

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время автомобильные дороги являются важным объектом транспортной инфраструктуры, которая включает целый комплекс инженерных сооружений и конструктивно связанных элементов, целью которых является обеспечение безопасности движения пешеходов и различного транспорта. Современные условия диктуют необходимость интенсивного использования средств механизации и оборудования с одновременным снижением трудовых и энергетических затрат на производство строительных работ и на транспортирование материалов, изделий и полуфабрикатов.

В методических указаниях рассмотрены вопросы определения эксплуатационной сменной производительности землеройно-транспортных машин (ЗТМ) расчетным методом и с помощью ЕНиР: бульдозеров (Расчетная работа №1) и скреперов (Расчетная работа №2). Рассмотрены и проанализированы факторы, оказывающие наибольшее влияние на производительность ЗТМ.

Один и тот же технологический процесс может быть выполнен различными машинами, отличающимися друг от друга как принципом работы, так и техническими параметрами. Поэтому в таких условиях очень важно выявить наиболее рациональные составы специализированных комплектов машин, которые определяют технико-экономические показатели всего строительства. В расчетной работе №3 рассматривается обоснование выбора машин системы «самосвал–экскаватор» на основе сравнения технико-экономических показателей.

В дорожном строительстве для доставки дорожно-строительных материалов широкое применение нашли автосамосвалы. В процессе транспортировки асфальтобетонных смесей материал подвержен остыванию в результате воздействия различных внешних факторов. В расчетной работе № 4 определяются рациональные дальности транспортирования асфальтобетонных смесей самосвалами в зависимости от начальных условий и внешних факторов. В приложениях представлены варианты заданий для выполнения расчетных работ.

Расчетная работа № 1

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БУЛЬДОЗЕРОВ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

Цель работы – исследовать факторы, оказывающие наибольшее влияние на производительность бульдозеров.

Бульдозер представляет собой землеройно-транспортную машину в виде гусеничного трактора или колёсного тягача с навешенным на него с помощью рамы или брусьев рабочим органом – отвалом.

Бульдозеры широко используются в комплексе с экскаваторами, скреперами и другими землеройно-транспортными машинами. Они разрабатывают грунт I и III категорий. При этом грунты I и III категорий перед разработкой целесообразно разрыхлять. Наибольшую производительность бульдозеры показывают при работе в песчаных и суглинистых грунтах, имеющих влажность, близкую к оптимальной. Максимальная дальность перемещения грунта составляет до 150 м и зависит от тягового усилия бульдозера [1].

Главным параметром бульдозера является номинальное тяговое усилие T_H . По номинальному тяговому усилию и мощности двигателя бульдозеры условно разделяют на пять классов (табл. 1).

Таблица 1

Классификация бульдозеров

Показатель	Бульдозеры				
	малогабаритные	легкие	средние	тяжелые	сверхтяжелые
Тяговое усилие, кН	До 25	25-135	135-200	200- 300	Свыше 300
Мощность двигателя, кВт	До 45	45-120	120-180	180-300	Свыше 300

Набор призмы волочения выполняется на максимальной рабочей скорости на прямолинейных участках движения бульдозера стружкой возможно большей толщины. Наибольшая производительность машины может быть достигнута при копании под уклон. Рабочий цикл бульдозера при разработке грунтов представлен на рис. 1.

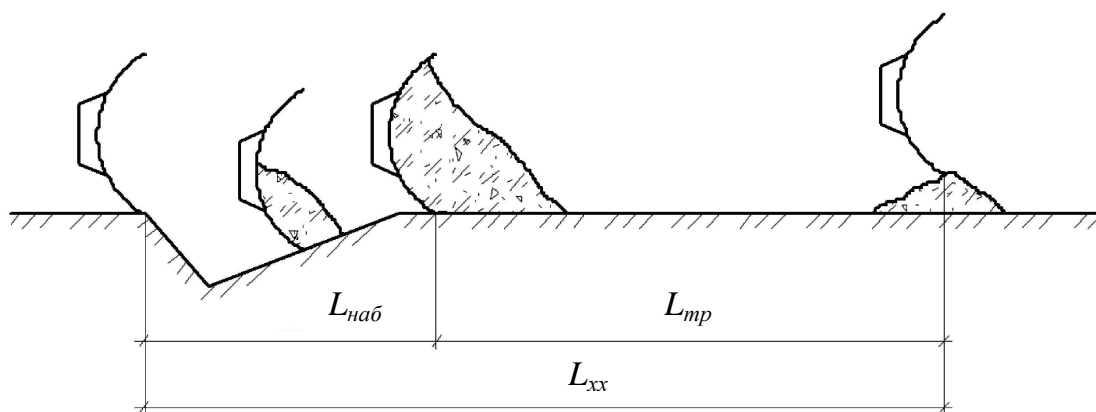


Рис. 1. Элементы рабочего цикла разработки и перемещения грунта бульдозером:

$L_{наб}$ – длина пути набора призмы волочения; $L_{тр}$ – дальность транспортирования; $L_{хх}$ – длина холостого хода

Бульдозеры срезают грунты стружками, форма которых зависит от категории грунта и его составляющих. При копании лёгких грунтов, когда тяговые усилия трактора недоиспользуются, разработку ведут прямой стружкой (рис. 2) при постоянной небольшой глубине резания.

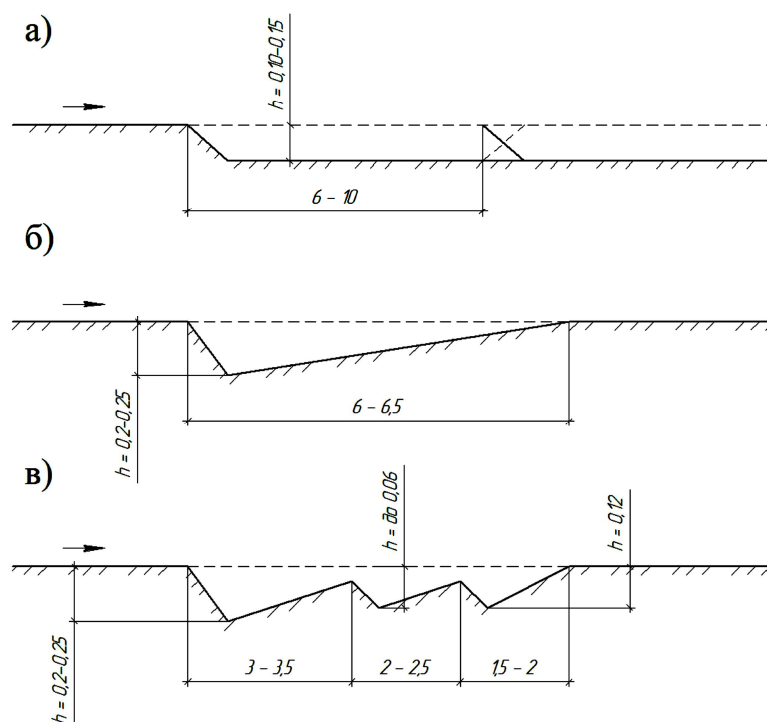


Рис. 2. Схемы стружек грунта, срезаемых бульдозером при работе в различных условиях:

а – прямоугольная; б – клиновья; в – гребённая

Такую схему резания используют, когда по условиям производства работ требуется снять относительно небольшой слой грунта. В этих случаях мощность силовой установки используется только на 50–70 %.

Клиновья форма стружки применяется при разработке грунтов I и II категорий (см. рис. 2).

Гребенчатая форма стружки (см. рис. 2) используется при разработке твердых и пересохших грунтов. Опыты СоюздорНИИ показали, что в этом случае сокращается путь набора грунта до 40 % и объем призмы волочения увеличивается до 10 % [1].

Использование мощности силовой установки при клиновой и гребенчатой схемах резания составляет до 100 %.

В зависимости от условий работы, мощности двигателя и типа отвала копание грунта производят на скоростях 2,5–3,5 км/ч для гусеничного и 3,5–5 км/ч для колесного бульдозеров.

Определение эксплуатационной сменной производительности бульдозера расчетным методом

Эксплуатационная сменная производительность бульдозера определяется по формуле

$$P_{CM}^{\varepsilon} = \frac{3600 \cdot T_{CM} \cdot V_{\Pi} \cdot K_{\Pi} \cdot K_{УКЛ} \cdot K_B}{t_{Ц} \cdot K_P}, \quad (1)$$

где T_{CM} – продолжительность рабочей смены, ч; V_{Π} – геометрический объем призмы волочения грунта перед отвалом, м³; K_{Π} – коэффициент, учитывающий потери грунта в боковые валики при транспортировке; $K_{УКЛ}$ – коэффициент, учитывающий влияние уклона местности на производительность (см. табл. 2); K_B – коэффициент использования бульдозера по времени в течение смены, $K_B = 0,8–0,85$; $t_{Ц}$ – продолжительность рабочего цикла бульдозера, с; K_P – коэффициент разрыхления грунта (см. табл. 3).

Таблица 2

Зависимость коэффициента влияния уклона от рельефа местности

Подъем «+», °	$K_{УКЛ}$	Уклон «-», °	$K_{УКЛ}$
0	1	0	1
5	0,67	5	1,33
10	0,5	10	1,94
15	0,4	15	2,25

Таблица 3

Зависимость коэффициента разрыхления K_p от вида грунта

Вид грунта	Категория грунта	K_p
1. Песок рыхлый, сухой	I	1,05–1,1
2. Песок влажный, супесь, суглинок разрыхленный	I	1,1–1,2
3. Суглинок, средний и мелкий гравий, легкая глина	II	1,15–1,25
4. Глина, плотный суглинок	III	1,2–1,3
5. Тяжелая глина, суглинок со щебнем, гравием	IV	1,25–1,3

Геометрический объем призмы волочения грунта перед отвалом вычисляется по формуле

$$V_{\Pi} = \frac{B \cdot H^2}{2 \cdot \operatorname{tg} \varphi_D}, \quad (2)$$

где B – ширина призмы волочения, м; H – высота отвала по хорде, м; φ_D – динамический угол естественного откоса грунта, град.

Ширина призмы волочения грунта B определяется по формуле

$$B = 1,05 \cdot B_O, \quad (3)$$

где B_O – ширина отвала бульдозера, м.

Динамический угол естественного откоса грунта φ_D зависит от типа разрабатываемого грунта и принимает значение в пределах 35–45° (меньшее значение – для сыпучих грунтов, большее – для связных).

Коэффициент K_{Π} , учитывающий потери грунта из призмы волочения при транспортировке, зависит от дальности транспортирования:

$$K_{\Pi} = 1 - 0,005 \cdot L_{TP}, \quad (4)$$

где L_{TP} – дальность транспортирования грунта бульдозером, м.

Продолжительность рабочего цикла бульдозера находится по формуле

$$t_{\Pi} = t_H + t_{TP} + t_P + t_{XX} + t_{ВСП}, \quad (5)$$

где t_H – продолжительность набора грунта, с (табл. 4); t_{TP} – продолжительность транспортирования грунта к месту укладки, с; t_P – продолжительность разгрузки отвала, с ($t_P = 10 - 15$ с); t_{XX} – время воз-

вращения порожнего бульдозера в забой, с; $t_{BC\Pi}$ – затраты времени на вспомогательные операции (переключение передач, маневры, повороты) в течение рабочего цикла, с ($t_{BC\Pi} = 20 - 30$ с).

Продолжительность транспортирования грунта к месту укладки t_{TP} определяется по формуле

$$t_{TP} = \frac{L_{TP}}{v_{TP}}, \quad (6)$$

где L_{TP} – дальность транспортирования грунта к месту укладки, м; v_{TP} – рабочая скорость бульдозера при транспортировании грунта, м/с.

Время возвращения порожнего бульдозера в забой t_{XX} вычисляется по формуле

$$t_{XX} = \frac{L_{TP}}{v_{XX}}, \quad (7)$$

где v_{XX} – скорость порожнего бульдозера при возвращении в забой, м/с.

Таблица 4

**Зависимость продолжительности набора грунта (с)
от категории грунта**

Тип бульдозера	Категория грунта		
	I	II	III
Легкий	6,6	13,8	21,6
Средний	4,2	10,8	14,4
Тяжелый	4,2	9,0	14,4

Таблица 5

Основные технические характеристики бульдозеров

Марка бульдозера	Марка базового трактора	Номинальная мощность двигателя, кВт	Скорости движения на различных режимах, м/с		Ширина отвала, м	Высота отвала, м
			Рабочий ход	Холостой ход		
1	2	3	4	5	6	7
ДЗ-29	Т-74	61	1,47	1,6	2,56	0,8
ДЗ-42Г	ДТ-75	66	1,47	1,6	2,56	0,8
ДЗ-128	ДТ-75П	66	1,47	1,6	2,56	0,8
ДЗ-101	Т-4АП	95,6	0,9	1,14	2,8	0,99
ДЗ-54С	Т-100	79,4	1,06	1,5	3,22	1,1

Окончание табл.5

1	2	3	4	5	6	7
ДЗ-27С	Т-130	118	1,06	1,66	3,22	1,1
ДЗ-110	Т-130	118	1,06	1,66	3,22	1,15
ДЗ-116В	Т-130	118	0,92	3,5	3,22	1,18
ДЗ-171	Т-170	128,7	1,03	1,5	3,2	1,3
ДЗ-35С	Т-180	132,4	1,28	1,81	3,36	1,2
Д-384	ДЭТ-250	246	0,6	1,86	3,64	1,55
ДЗ-94	Т-330	250	0,6	2,92	4,73	1,75
ДЗ-129	Т-330	250	0,6	2,92	4,86	1,88
ДЗ-141	Т-500	372	0,6	2,92	4,8	2,00
ДЗ-104	Т-4	95,6	0,9	1,0	3,2	0,9
ДЗ-19	Т-100	79,4	1,06	1,5	3,97	1,0
ДЗ-109Б	Т-130	118	1,06	1,78	4,12	1,0
ДЗ-37	МТЗ-50	40,5	0,78	1,65	2,0	0,65
ДЗ-48	К-702	156	1,71	2,38	2,84	1,2

По полученным значениям эксплуатационной сменной производительности бульдозера необходимо построить график зависимости $f = \Pi_{CM}^{\partial}(L_{TP}, K_{УКЛ})$. Пример графика представлен на рис. 3.

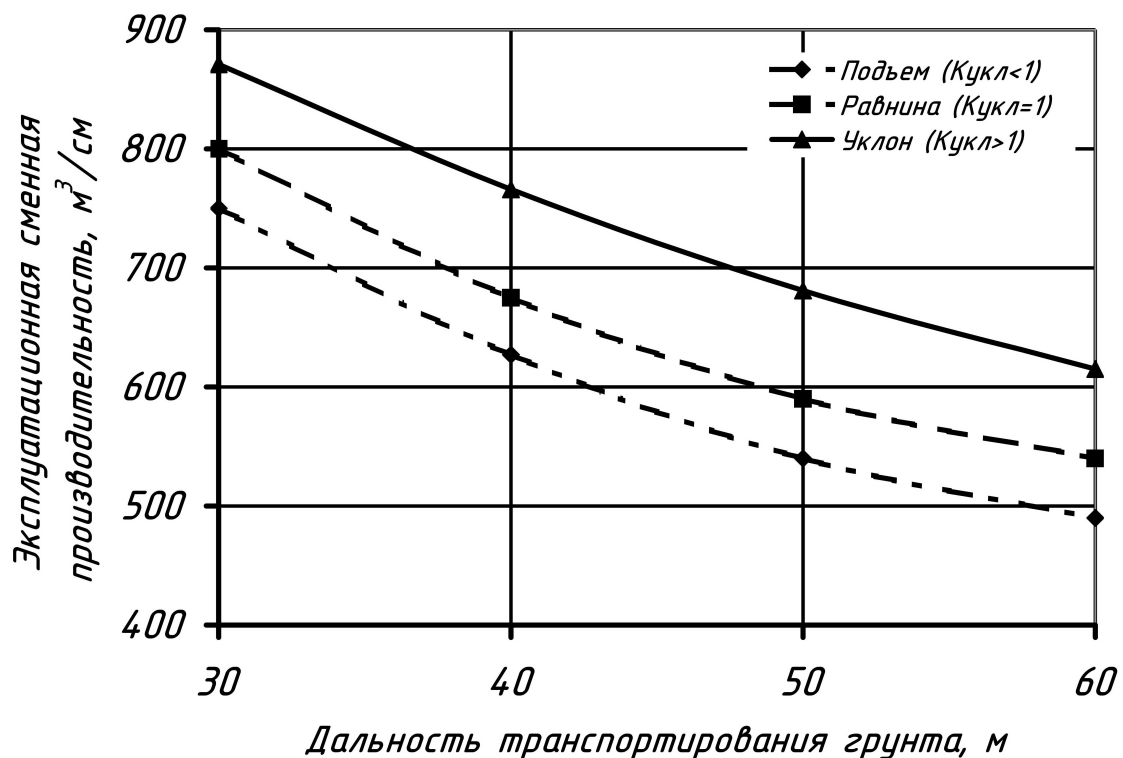


Рис. 3. Зависимость эксплуатационной сменной производительности бульдозера от дальности транспортирования грунта

Определение эксплуатационной сменной производительности бульдозера с помощью ЕНиР № 2

Эксплуатационная сменная производительность бульдозера при разработке и транспортировании грунта определяется по нормативным документам ЕНиР № 2 по формуле

$$П_{см}^э = \frac{T_{см} \cdot V_H \cdot K_B}{H_B}, \quad (8)$$

где $T_{см}$ – продолжительность рабочей смены бульдозера, ч; V_H – нормативный объем, $м^3$; K_B – коэффициент использования бульдозера по времени; H_B – норма времени, ч.

Норма времени H_B – это время, необходимое для выполнения машиной нормативного объема работ V_H .

Норма времени вычисляется по формуле

$$H_B = H_{BO} + H_{ВД}, \quad (9)$$

где H_{BO} – основная норма времени, ч; $H_{ВД}$ – дополнительная норма времени, ч.

Для примера определим эксплуатационную сменную производительность бульдозера ДЗ-8 при транспортировании грунта I категории на расстояние 50 м и продолжительности рабочей смены 8 ч.

В соответствии с ЕНиР № 2, §Е2-1-22 [3] основная норма времени для перемещения $100 м^3$ грунта на расстояние 10 м: $H_{BO} = 0,55$ ч. Дополнительная норма времени для перемещения $100 м^3$ грунта на оставшиеся 40 м $H_{ВД} = 0,48 \cdot 4 = 1,92$ ч. Тогда общая норма времени для перемещения $100 м^3$ на 50 м равна

$$H_B = 0,55 + 1,92 = 2,47 \text{ ч.}$$

Коэффициент использования бульдозера по времени в течение рабочей смены принимаем из прил. 4 ЕНиР № 2 [3]. При перемещении нескального грунта бульдозером ДЗ-8 коэффициент $K_B = 0,8$.

Подставляя известные значения в формулу (8), определяем эксплуатационную сменную производительность бульдозера

$$П_{см}^э = \frac{8 \cdot 100 \cdot 0,8}{2,47} = 259,11 \text{ м}^3/\text{см.}$$

При выполнении расчетной работы марку бульдозера, базовую машину и дальности транспортирования грунта необходимо выбирать из табл. П.1.1 в соответствии с номером варианта. При расчете производительности необходимо задаваться двумя категориями грун-

та (I и III). По полученным значениям эксплуатационной сменной производительности бульдозера строим графики зависимостей $f = \Pi_{CM}^{\exists}(L_{TP})$ с учетом типов разрабатываемых грунтов. Пример графика представлен на рис. 4.

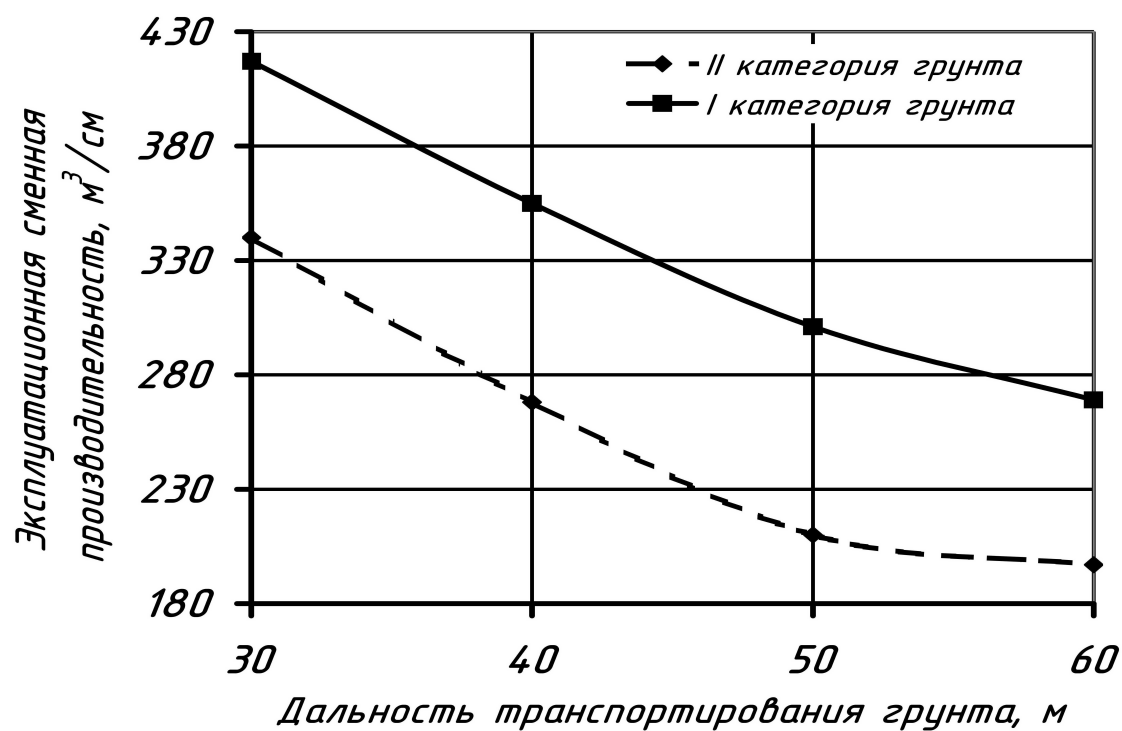


Рис. 4. Зависимость эксплуатационной сменной производительности бульдозера от дальности транспортирования и категории грунта

Расчетная работа № 2

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СКРЕПЕРОВ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

Цель работы – исследовать факторы, оказывающие наибольшее влияние на производительность скреперов.

Скрепер – землеройно-транспортная машина циклического действия, предназначенная для разработки и транспортирования грунта на сравнительно большие расстояния.

Главным параметром скрепера является геометрическая вместимость ковша (м^3).

По способу агрегатирования с тягачом скреперы разделяют на прицепные, полуприцепные и самоходные.

Прицепные скреперы к гусеничным тракторам, обладающие высокой проходимостью, способны работать в плохих дорожных условиях. Низкие транспортные скорости этих машин (не более 10–15 км/ч) ограничивают экономически целесообразную дальность транспортировки грунта.

Быстроходные полуприцепные и самоходные характеризуются более высокими мобильностью, маневренностью, транспортными скоростями (до 50 км/ч) и производительностью по сравнению с прицепными машинами той же вместимости. Полуприцепные скреперы имеют ковш геометрической вместимостью 4,5–25 м^3 , самоходные – 8–40 м^3 .

Целесообразно прицепные скреперы использовать при дальности до 500–700 м; самоходные – до 3000–5000 м.

Работа скреперов малоэффективна при работе на переувлажнённых грунтах и разработке песков, а также на грунтах, содержащих валуны, корни и другие включения. Скреперы разрабатывают грунты I–IV категорий. Перед разработкой грунтов II–IV категорий целесообразно производить их предварительное разрыхление на глубину копания, избегая его измельчения, так как это ухудшает наполняемость ковша [1].

Дальность транспортирования грунта самоходными скреперами экономически эффективна на расстояние до 5000 м.

Рабочий цикл скрепера состоит из следующих операций: копание и набор грунта в ковш, рабочий ход (транспортирование грунта), разгрузка, холостой ход (возвращение скрепера в забой). Набор грунта целесообразно вести при движении скрепера в глинистых грунтах под уклон 5–8°, а в песчаных – на подъём в 2–3°. Процесс копания следует производить только при прямолинейном движении тягача и скрепера.

Транспортирование грунта скрепером должно осуществляться с наибольшей скоростью, которая зависит от состояния землевозных путей, мощности и конструкции тягача.

Время набора ковша зависит от толщины вырезаемой стружки. Увеличение её толщины позволяет не только сократить время выполнения этой операции, но и способствует интенсивному наполнению ковша грунтом на заключительной стадии копания.

Скорость движения скрепера при наборе грунта обычно не превышает 2–4 км/ч, при разгрузке – 3–5 км/ч. Длина пути набора составляет 15–90 м. Большие значения относятся к прочным тяжёлым грунтам, при копании которых стружка имеет меньшую толщину [1].

В зависимости от категории грунта и мощности двигателя тягача заполнение ковша производится стружкой, имеющей прямолинейную форму, клиновую или гребенчатую. Набор грунта постоянной толщины тонкой прямой стружкой применяют на любых связных грунтах; клиновой – при разработке любых связных грунтов на горизонтальных участках; гребенчатой – при разработке сухих суглинистых и глинистых грунтов.

Разгрузка ковша производится при прямолинейном движении скрепера.

Определение эксплуатационной сменной производительности скрепера расчетным путем

Сменная эксплуатационная производительность скрепера, м³/см, определяется по формуле

$$П_{СМ}^Э = \frac{T_{СМ} \cdot 3600 \cdot q \cdot K_H \cdot K_B}{t_{Ц} \cdot K_P}, \quad (1)$$

где $T_{СМ}$ – продолжительность рабочей смены, ч; q – геометрическая вместимость ковша, м³; K_H – коэффициент наполнения ковша; K_B – коэффициент использования сменного времени ($K_B = 0,7-0,85$);

$t_{Ц}$ – продолжительность рабочего цикла скрепера, с; K_p – коэффициент разрыхления грунта.

Продолжительность рабочего цикла скрепера складывается из времени выполнения отдельных операций:

$$t_{Ц} = t_H + t_{PX} + t_P + t_{XX} + \sum t, \quad (2)$$

где t_H , t_{PX} , t_P , t_{XX} – соответственно продолжительность наполнения ковша грунтом, рабочего хода, разгрузки ковша и холостого хода, с; $\sum t$ – время, затрачиваемое на поворот скрепера и переключение передач (5–7 с).

Таблица 1

Значения коэффициента наполнения ковша K_n

Условия работы скрепера	Тип грунта		
	Сухой рыхлый песок	Супесь и средний суглинок	Тяжёлый суглинок и глина
Без толкача	0,5–0,7	0,5–0,95	0,65–0,75
С толкачом	0,8–1,0	1,0–1,2	0,9–1,2

Таблица 2

Значения коэффициента K_p

Грунт	Влажность, %	Плотность грунта в естественном залегании, т/м ³	Коэффициент разрыхления грунта K_p
Песок сухой	–	1,5–1,6	1–1,2
Песок влажный	12–15	1,6–1,7	1,1–1,2
Лёгкая супесь	7–10	1,5–1,7	1,1–1,2
Супесь и суглинки	4–6	1,6–1,8	1,2–1,4
Средний суглинок	15–18	1,6–1,8	1,2–1,3
Сухой пылеватый суглинок	8–12	1,6–1,8	1,3–1,4
Тяжёлая глина	17–19	1,65–1,8	1,2–1,3
Сухая глина	–	1,7–1,8	1,2–1,3

Продолжительность наполнения ковша грунтом определяется зависимостью

$$t_H = \frac{l_H}{v_H}, \quad (3)$$

где l_H – путь наполнения ковша грунтом, м; v_H – скорость движения скрепера при наполнении ковша, м/с.

Путь наполнения ковша грунтом находится по формуле

$$l_H = \frac{q \cdot K_H}{0,7 \cdot b \cdot h \cdot K_P}, \quad (4)$$

где b , h – соответственно ширина и толщина вырезаемой стружки, м; 0,7 – коэффициент, учитывающий неравномерность толщины вырезаемой стружки.

Продолжительность рабочего хода скрепера, с,

$$t_{PX} = \frac{l_{PX}}{v_{PX}}, \quad (5)$$

где l_{PX} – длина пути транспортирования грунта от забоя до места его укладки, м; v_{PX} – скорость движения груженого скрепера, м/с.

Скорость движения груженого прицепного скрепера составляет 5–7 км/ч, самоходного – до 30 км/ч.

Продолжительность разгрузки ковша скрепера зависит от толщины укладываемого слоя грунта и скорости передвижения скрепера:

$$t_P = \frac{q \cdot K_H}{0,6 \cdot b \cdot h_P \cdot K_P \cdot v_P}, \quad (6)$$

где h_P – толщина отсыпаемого слоя, м; 0,6 – коэффициент, учитывающий потери времени на операциях с заслонкой; v_P – скорость движения скрепера при разгрузке ковша, м/с.

Для обеспечения равномерной толщины отсыпаемого слоя разгружать ковш необходимо только при равномерном движении скрепера. Толщина отсыпаемого слоя определяется возможностью применяемых средств уплотнения.

Продолжительность холостого хода скрепера определяется по формуле

$$t_{XX} = \frac{l_{XX}}{v_{XX}}, \quad (7)$$

где l_{XX} – длина пути от места укладки до забоя, м; v_{XX} – скорость движения порожнего скрепера, м/с.

Скорость движения порожнего прицепного скрепера составляет 10–12 км/ч, самоходного – до 50 км/ч.

По исходным данным, представленным в табл. П.1.2, необходимо определить эксплуатационную сменную производительность

скреперов для различных дальностей транспортирования и типов грунта.

По полученным значениям эксплуатационной сменной производительности бульдозера необходимо построить график зависимости $f = P_{CM}^{\partial}(L_{TP}, \text{тип грунта})$. Пример полученного графика представлен на рис. 1.

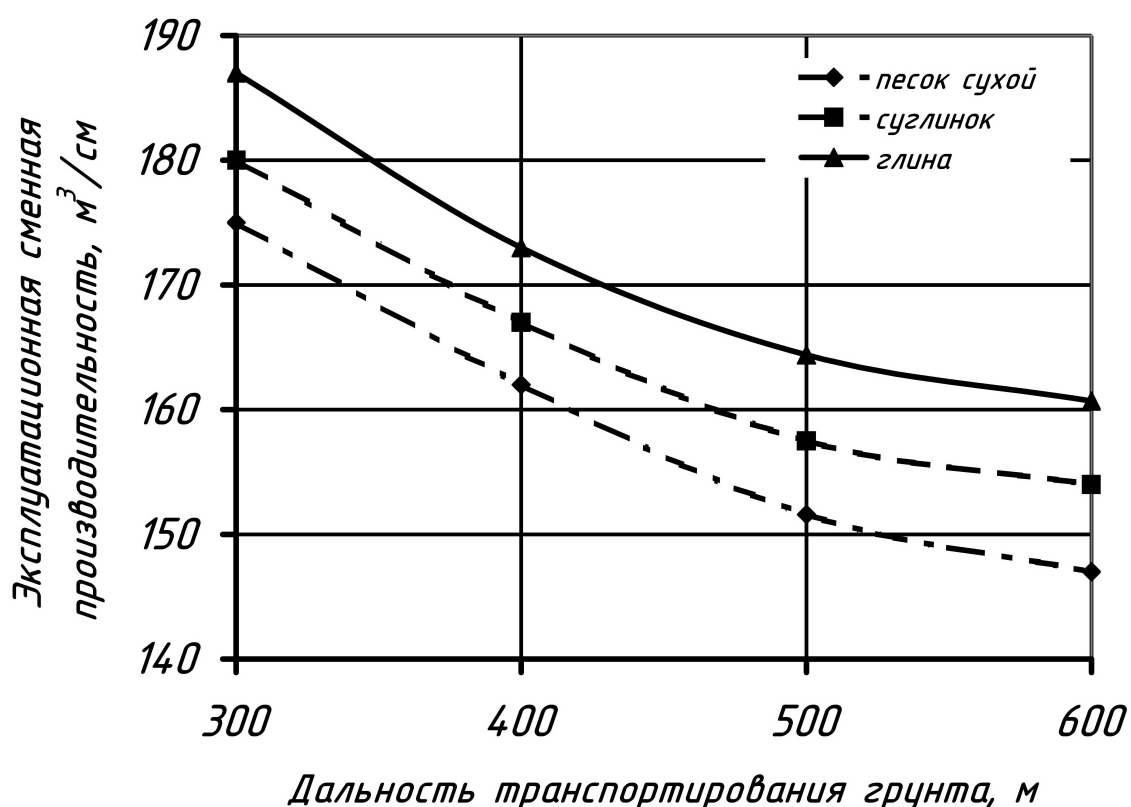


Рис. 1. Зависимость эксплуатационной сменной производительности скрепера от дальности транспортирования и типа грунта

Таблица 3

Основные технические характеристики скреперов

Показатель	Марка скрепера							
	прицепного				самоходного			
	ДЗ-30	ДЗ-20	ДЗ-26	ДЗ-23	ДЗ-11П	ДЗ-11	ДЗ-32	ДЗ-13
Вместимость ковша, м³	3	7	10	15	8	9	10	15
Ширина захвата, м	2,1	2,59	2,80	2,90	2,72	2,72	2,90	2,93
Глубина резания, м	0,2	0,3	0,3	0,35	0,3	0,3	0,3	0,35
Толщина отсыпаемого слоя, м	0,3	0,35	0,5	0,55	0,55	0,55	0,45	0,5
Мощность, кВт	55	79	132	221	158	132	177	265
Масса скрепера, т	2,75	7	9,2	16	19	19	20	34

Определение эксплуатационной сменной производительности скрепера с помощью ЕНиР № 2

Эксплуатационная сменная производительность скрепера определяется по нормативным документам ЕНиР № 2 аналогичным образом, как и для бульдозера, по формулам (8) и (9) расчетной работы №1.

Для примера определим эксплуатационную сменную производительность скрепера ДЗ-26 при транспортировании грунта I категории на расстояние 700 м и продолжительности рабочей смены 8 ч.

В соответствии с ЕНиР № 2, §Е2-1-21 основная норма времени для перемещения 100 м^3 грунта скрепером на расстояние 100 м $H_{BO} = 0,95$ ч. Дополнительная норма времени для перемещения 100 м^3 грунта на оставшиеся 600 м $H_{ВД} = 0,05 \cdot 60 = 3$ ч. Тогда общая норма времени для перемещения 100 м^3 на 70 м равна

$$H_B = 0,95 + 3 = 3,95 \text{ ч.}$$

Коэффициент использования скрепера по времени в течение рабочей смены принимаем из прил. 4 ЕНиР № 2. При разработке и перемещении грунта прицепным скрепером ДЗ-26 коэффициент $K_B = 0,8$.

Подставляя известные значения в формулу (8), определяем эксплуатационную сменную производительность скрепера

$$P_{CM}^{\partial} = \frac{8 \cdot 100 \cdot 0,8}{3,95} = 162,02 \text{ м}^3/\text{см.}$$

При выполнении расчетной работы марку скрепера и дальности транспортирования грунта необходимо выбирать из табл. П.1.2 в соответствии с номером варианта. При расчете производительности необходимо задаваться двумя категориями грунта (I и II).

По полученным значениям эксплуатационной сменной производительности скрепера строим графики зависимостей $f = P_{CM}^{\partial}(L_{TP})$ с учетом типов разрабатываемых и перемещаемых грунтов. Пример графика представлен на рис. 2.

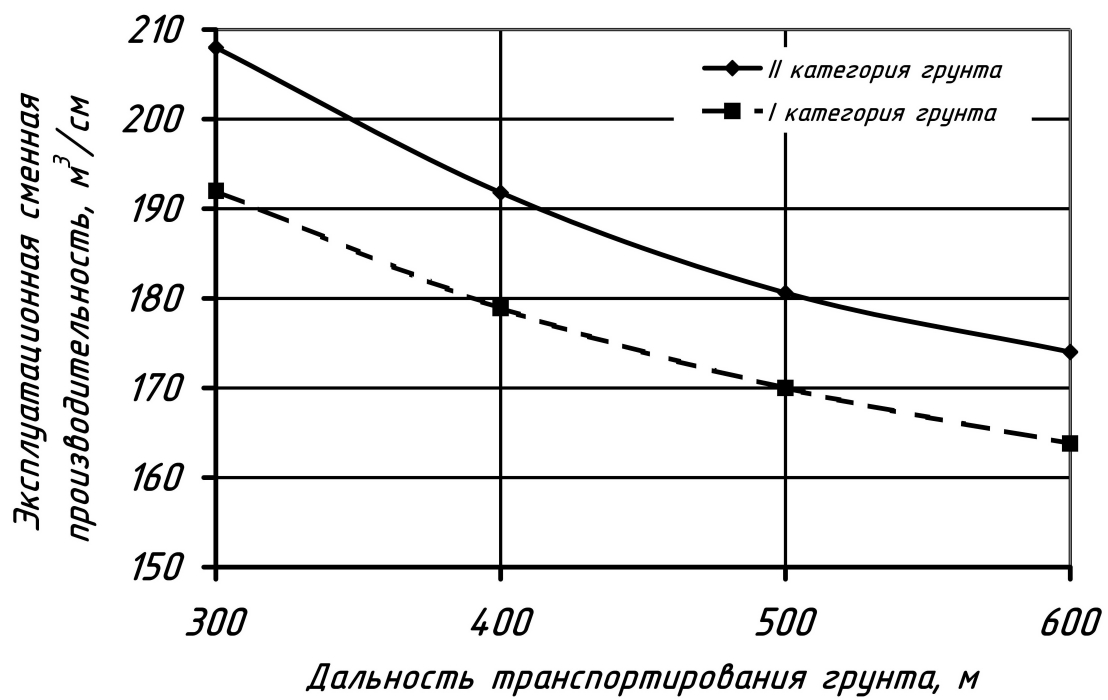


Рис. 2. Зависимость эксплуатационной сменной производительности скрепера от дальности транспортирования и категории грунта

Расчетная работа № 3

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СИСТЕМЫ «ЭКСКАВАТОР–САМОСВАЛ»

Цель работы – выбрать и обосновать рациональный состав системы «экскаватор–самосвал» на основе сравнения технико-экономических показателей ее работы.

Экскаватор – это самоходная землеройная машины с ковшовым рабочим оборудованием, предназначенная для разработки грунтов и горных пород с перемещением их на сравнительно небольшие расстояния в отвал или в транспортные средства.

Транспортировка грунта производится различными транспортными средствами, каждое из которых имеет свою рациональную дальность транспортирования.

Основными преимуществами использования на перевозке грунта автомобилей-самосвалов являются: малая трудоёмкость устройства землевозных дорог, возможность работы на дорогах сложного профиля с достаточно большими подъёмами и спусками, а также работа в стеснённых условиях.

Для обеспечения полного использования грузоподъёмности автомобилей-самосвалов необходимо соответственно их тоннажу подбирать погрузочные средства с целью сокращения времени под погрузкой.

Эксплуатационная сменная производительность транспортного средства в смену (т/см) определяется по формуле

$$P_{CM}^{\Sigma} = \frac{T_{CM} \cdot G_T \cdot K_{\Gamma} \cdot K_B}{t_{ПГ} + \frac{L}{V_{ГР}} + \frac{L}{V_{ХХ}} + t_{РГ} + \Sigma t}, \quad (1)$$

где T_{CM} – продолжительность рабочей смены, ч; G_T – грузоподъёмность транспортного средства, т; $t_{ПГ}$, $t_{РГ}$ – соответственно время простоя машины под погрузкой и разгрузкой, ч; L – средняя дальность транспортирования груза, км; $v_{ГР}$, $v_{ХХ}$ – соответственно скорость движения груженого и порожнего транспортного средства; Σt – время на маневры машины и переключение передач, ч.

Коэффициент использования грузоподъёмности зависит от вида перевозимого материала (табл.1).

Таблица 1

Значения коэффициента использования грузоподъемности K_G

Класс груза	Вид транспортируемого материала	K_G
1	Сыпучие материалы (щебень, песок, гравий, шлак, грунт, цемент, минеральный порошок, металлопрокат (балки, рельсы, трубы), цементно- и асфальтобетонные смеси, растворы, лесоматериалы, кирпич)	1,0
2	Зола, известь	0,8
3	Листовая сталь, снег	0,6
4	Опилки, торф, камыш, мох, дерн	0,4

Время нормированного простоя под погрузкой и разгрузкой разделяется на основное (выполнение погрузо-разгрузочных работ в пределах установленных норм) и дополнительное (заезды, взвешивание, пересчёт, лабораторный анализ груза).

Основные нормы простоя при выполнении погрузо-разгрузочных работ устанавливаются в зависимости от способа их производства и грузоподъёмности транспортных средств.

Продолжительность простоя автомобилей-самосвалов под погрузкой и разгрузкой сыпучих материалов приведена в табл. 2.

Таблица 2

Нормы простоя автосамосвалов (мин) под погрузкой-разгрузкой сыпучих материалов (грунт, песок, щебень, гравий и т.д.)

Грузоподъёмность автомобиля, т	Вместимость ковша экскаватора, м ³		Продолжительность разгрузки, мин
	до 1	от 1 до 2	
1,5–2,25	2	–	1–2
2,25–4,5	2–4	2–3	1,5–2,5
4,5–7,0	4–7	3–4	2–3
7,0–10,0	10–12	3–5	3–6
12,0–15,0	12–14	5–7	6–8
15,0–20,0	14–17	7–10	8–10

Эксплуатационную сменную производительность экскаватора можно определить по ЕНиР № 2 §Е2-1-9 [3] по формуле

$$П_{CM}^{\mathcal{E}} = \frac{T_{CM} \cdot V_H \cdot K_B}{H_B}, \quad (2)$$

где T_{CM} – продолжительность рабочей смены экскаватора, ч; V_H – нормативный объем, м³; K_B – коэффициент использования экскаватора по времени; H_B – норма времени, ч.

Для оценки эффективности использования машин в системе «экскаватор–самосвал» необходимо выполнить сравнение технико-экономических показателей, приведенных к единице продукции: стоимость производства работ C_e , трудоемкость A_e , энергоемкость \mathcal{E}_e , металлоемкость M_e и удельно-приведенные затраты $Z_{уд}$.

Стоимость производства работ, затрачиваемых на производство единицы продукции, руб./м³, определяется по формуле [2]

$$C_e = \frac{H \cdot \sum_{i=1}^n C_{MC_i} \cdot n_i}{t}, \quad (3)$$

где H – накладные расходы предприятия (в расчете принимаем $H = 1$); C_{MC_i} – стоимость машиносмены i -й машины, руб.; n_i – требуемое количество машиносмен i -й машины для выполнения заданного темпа работ; t – темп выполнения работ, м³/см.

Количество машиносмен i -й машины для выполнения заданного темпа работ определяется по формуле

$$n_i = \frac{t}{П_{CMi}^{\mathcal{E}}}, \quad (4)$$

где t – темп выполнения работ, м³/см; $П_{CMi}^{\mathcal{E}}$ – эксплуатационная сменная производительность i -й машины, м³/см.

Темп выполнения работ определяется по формуле

$$t = \frac{V_O}{N_{PD} \cdot k_{cm}}, \quad (5)$$

где V_O – общий объем работ, м³; N_{PD} – количество рабочих дней в сезоне; k_{cm} – коэффициент сменности, $k_{cm} = 1$.

Количество рабочих дней в сезоне вычисляется по формуле

$$N_{PD} = N_O - N_{ВЫХ} - N_{ПР} - N_{МУ}, \quad (6)$$

где N_O – общее количество дней; N_{BIX} – количество выходных дней; $N_{ПР}$ – количество праздничных дней; $N_{МУ}$ – количество нерабочих дней по метеоусловиям (см. табл. 3).

Трудоемкость единицы продукции – это затраты физического труда операторов на производство единицы продукции, чел.·ч/м³. Этим показателем оценивается количественный состав рабочих, занятых на основных и вспомогательных работах [2].

$$A_e = \frac{T_{CM} \cdot \sum_{i=1}^n A_i \cdot n_i}{t}, \quad (7)$$

где T_{CM} – продолжительность рабочей смены, ч; A_i – количество операторов, управляющих i -й машиной.

Энергоемкость единицы продукции показывает расход мощности средств механизации на производство единицы продукции, кВт·ч/м³ [2]:

$$\mathcal{E}_e = \frac{T_{CM} \cdot \sum_{i=1}^n N_i \cdot n_i}{t}, \quad (8)$$

где N_i – мощность силовой установки i -й машины, входящей в комплект, кВт.

Металлоемкость единицы продукции показывает, какая часть массы i -й машины приходится на единицу продукции, т/м³ [2]:

$$M_e = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \cdot n_i}{t}, \quad (9)$$

где m_i – масса i -й машины, входящей в комплект, т.

Удельные приведенные затраты на производство единицы продукции определяются по формуле

$$Z_{УД} = C_e + E_H \cdot K_{УД}, \quad (10)$$

где $Z_{УД}$ – приведенные затраты на производство единицы продукции, руб./м³; C_e – стоимость производства работ на единицу продукции, руб./м³; E_H – нормативный коэффициент эффективности, $E_H = 0,15 - 0,17$; $K_{УД}$ – удельные капитальные затраты, отнесенные к единице продукции, руб./м³.

Удельные капитальные затраты находятся по формуле

$$K_{уд} = \frac{a \cdot \sum_{i=1}^n C_i \cdot n_i}{V_o}, \quad (11)$$

где a – коэффициент, учитывающий расходы по первоначальной доставке машины от завода-изготовителя, $a = 1,05–1,07$; C_i – отпускная цена i -й машины, тыс. руб.

Определение годового экономического эффекта основывается на сопоставлении приведенных затрат по двум различным вариантам системы «экскаватор–самосвал».

Годовой экономический эффект определяется по следующей зависимости:

$$\mathcal{E}_Г = |Z_{уд}^1 - Z_{уд}^2| \cdot V_o, \quad (12)$$

где $Z_{уд}^1$ – удельные приведённые затраты по первому составу машин, руб./м³; $Z_{уд}^2$ – удельные приведённые затраты по второму составу машин, руб./м³; V_o – общий объем работ, м³.

При выполнении расчетной работы марку экскаватора и самосвала, общий объем работ, дальность транспортирования и категории грунта необходимо выбирать из табл. П.1.3 в соответствии с номером варианта.

Коэффициент использования экскаватора по времени в течение рабочей смены в зависимости от типа разрабатываемого грунта принимать по [3, прил. 3].

Таблица 3

**Средние сроки продолжительности строительного сезона
при возведении земляного полотна**

Регион	Строительный сезон		
	Начало	Окончание	Количество нерабочих дней по метеоусловиям
1	2	3	4
Алтайский край	1.05	12.10	4
Башкортостан	24.04	16.10	8
Белгородская область	12.04	5.11	10
Брянская область	21.04	1.11	12
Владимирская область	24.04	20.10	13
Волгоградская область	10.04	5.11	6
Воронежская область	15.04	3.11	10
Калужская область	23.04	26.10	11

1	2	3	4
Краснодарский край	20.03	1.12	15
Красноярский край	20.05	1.10	15
Курганская область	3.05	10.10	4
Ленинградская область	24.04	20.10	15
Московская область	24.04	20.10	13
Нижегородская область	28.04	26.10	13
Новосибирская область	7.05	7.10	7
Омская область	5.05	8.10	5
Татарстан	24.04	16.10	8
Ярославская область	27.04	17.10	14

После определения технико-экономических показателей двух вариантов системы «экскаватор–самосвал» полученные результаты расчета необходимо представить в виде графиков (рис. 1–5) и сформулировать выводы по работе.

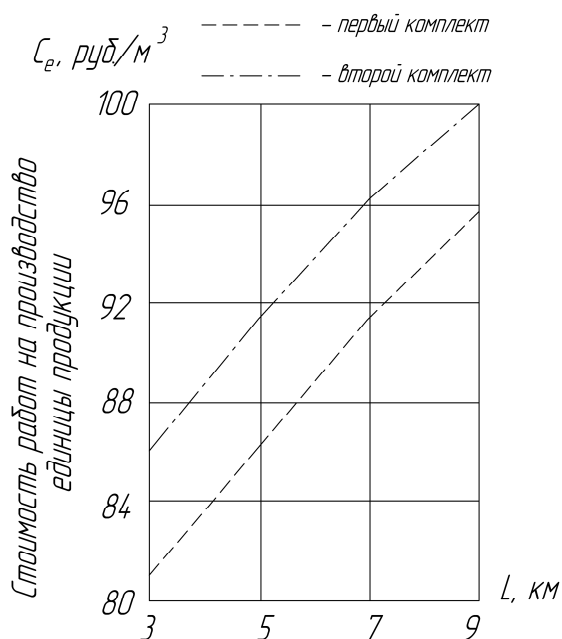


Рис. 1. Зависимость стоимости работ на производство единицы продукции от дальности транспортирования грунта

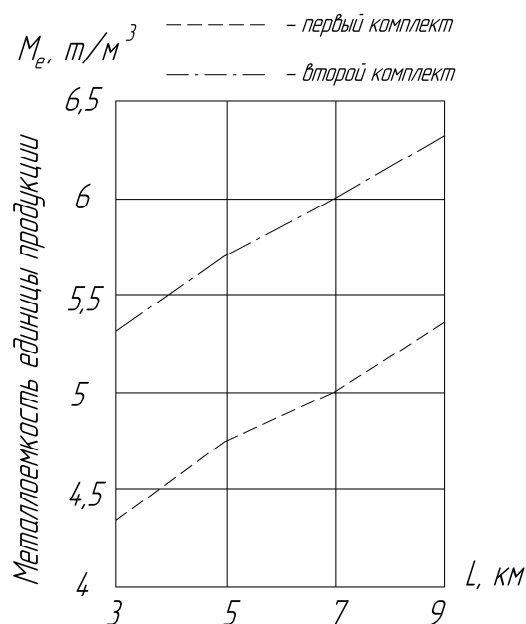
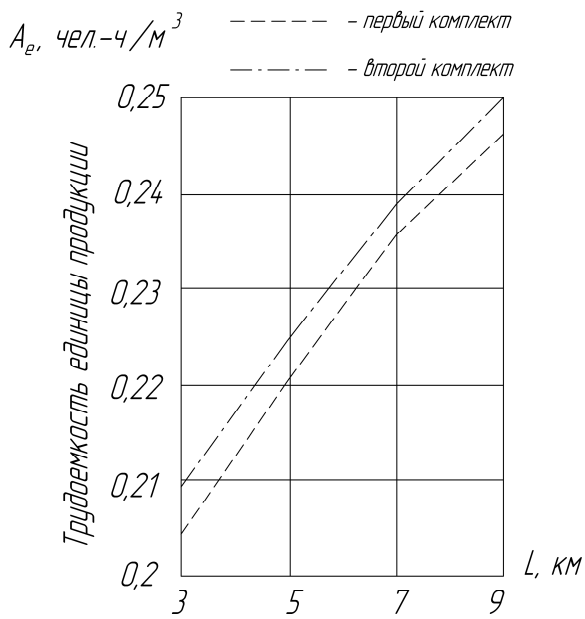


Рис. 2. Зависимость металлоемкости единицы продукции от дальности транспортирования грунта



Дальность транспортирования грунта
 Рис. 3. Зависимость трудоемкости единицы продукции от дальности транспортирования грунта

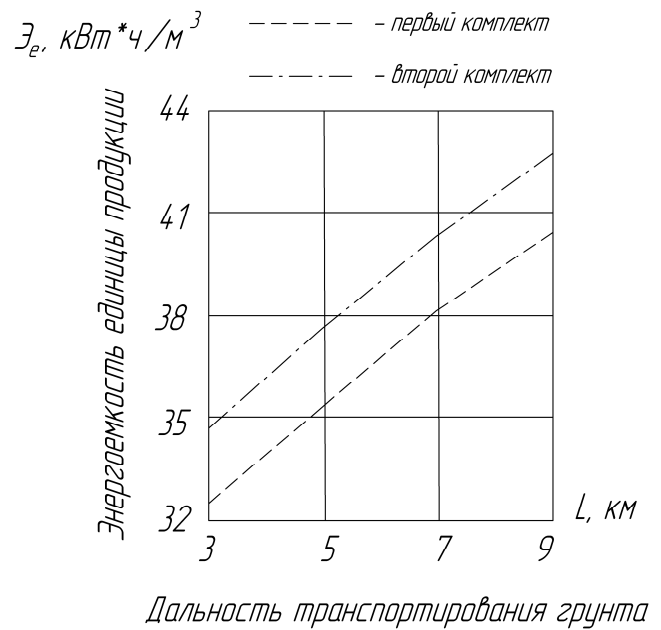


Рис. 4. Зависимость энергоемкости единицы продукции от дальности транспортирования грунта

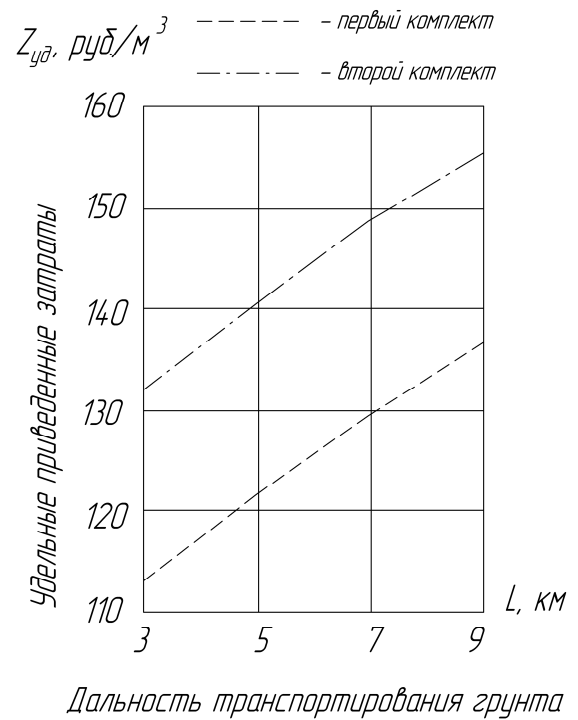


Рис. 5. Зависимость удельно-приведенных затрат от дальности транспортирования грунта

Таблица 5

Технические характеристики экскаваторов

Марка экскаватора	Объем ковша, м ³	Масса, т	Мощность двигателя, кВт
ЭО-3323А	0,63	14	55,2
ЭО-3322А	0,4	14,5	59
ЕК-18	0,65	18	77,2
ЭО-4321	0,8	19,5	74
ЭО-5122	1,6	35,8	125
ЕТ-25	1,25	26,5	111,8
ЭО-5126	1,25	32	125
ЭО-4121А	1	20,9	97,5
ЭО-3322Б	0,5	14,5	59
ЕК-12	0,65	12,9	59,6
ЕК-270	1,25	29	132
ЭО-3322В	0,63	14,5	59
ЕК-14	0,8	14	77
ЭО-4326	1,42	24	147
АТЕК-761	0,75	19,4	96,5
АТЕК-881	1	20	96,5

Таблица 6

Технические характеристики автосамосвалов

Марка автосамосвала	Скорость порожнего, км/ч	Скорость груженого, км/ч	Масса, т	Мощность двигателя, кВт	Грузоподъемность, т
МАЗ-5549	75	65	7,225	132	8
КрАЗ-256Б	68	55	11	176	12
ЗИЛ-4545	75	60	5	150	6
МАЗ-5551	73	60	7,82	132	10
КамАЗ-45143	75	60	9,5	165	10,15
КамАЗ-55111	80	65	9,25	176	13
Урал-63685	80	70	13,5	220	20
МАЗ-452831	80	60	13,6	176	19,4
КрАЗ-6510	70	55	12,5	176	13,5
Renault Kerax 440	120	80	22	324	27
Scania P380	120	75	25	279	23,5
MAN TGS 33.350	120	85	18	257	20
Hino 700	120	80	12,75	302	20

Расчетная работа № 4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАКСИМАЛЬНОЙ ДАЛЬНОСТИ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ АСФАЛЬТОБЕТОННОЙ СМЕСИ АВТОСАМОСВАЛАМИ

Цель работы – определить максимальную дальность транспортирования асфальтобетонной смеси автосамосвалами, а также выявить факторы, оказывающие наибольшее влияние на остывание смесей в процессе транспортировки.

Одной из главных особенностей устройства асфальтобетонных покрытий из горячих смесей является их интенсивное охлаждение в процессе транспортирования, укладки и уплотнения, что приводит к ухудшению технологических свойств смесей, особенно удобоукладываемости и удобоуплотняемости. В связи с этим продолжительность технологического процесса устройства асфальтобетонного покрытия регламентируется временем, в течение которого температура смеси обеспечивает ее качественную укладку и уплотнение. Выполнение этих операций ниже указанных температур неэффективно и нецелесообразно. Для различных типов смесей существуют предельные температуры, по достижению которых процесс уплотнения необходимо завершать во избежание разрушения минеральной составляющей асфальтобетонной смеси и, как следствие, разуплотнения. Для смесей типа А она составляет 75–80 °С, типов Б и Г – 70–75 °С, типов В и Д – 60–65 °С.

При определении максимальной дальности транспортирования асфальтобетонной смеси к месту укладки L учитывается ее температура на выходе из смесителя или накопительного бункера АБЗ и интенсивность охлаждения J в процессе транспортирования. Минимальные температуры смесей, доставляемых к асфальтоукладчику с помощью транспортных средств $T_{A/V}$, приведены в табл. 1.

Интенсивность охлаждения смеси в транспортных средствах зависит от температуры воздуха и конструкции теплозащиты автосамосвалов (табл.2).

Максимальная дальность транспортирования асфальтобетонной смеси L к асфальтоукладчику определяется по формуле

$$L = t \cdot v_{A/C}, \quad (1)$$

где t – время, допустимое на транспортировку смеси, ч; $v_{A/C}$ – скорость движения груженого автосамосвала, км/ч.

Таблица 1

**Рекомендуемые температуры асфальтобетонных смесей,
доставляемых к укладчику, °С**

Толщина слоя покрытия, см	Температура окружающего воздуха, °С				
	10	5	0	-5	-10
5	140/150	140/150	145/155	150/160	155/-
10	130/135	135/140	135/140	140/145	145/150

Примечание. В числителе – при скорости ветра до 6 м/с, в знаменателе – более 6 м/с.

Таблица 2

**Интенсивность охлаждения асфальтобетонной смеси (°С/мин)
в процессе транспортирования**

Температура окружающего воздуха, °С	Тип кузова автосамосвала			
	Открытый кузов		Кузов с защитным пологом	
	без обогрева	с обогревом	без обогрева	с обогревом
20	0,67	0,43	0,57	0,34
10	0,7	0,45	0,60	0,35
5	0,73	0,47	0,63	0,36
0	0,75	0,48	0,65	0,37
-5	0,79	0,50	0,67	0,38
-10	0,81	0,52	0,71	0,40

Время, допустимое на транспортировку смеси, определяется по формуле

$$t = \frac{\Delta T}{J}, \quad (2)$$

где ΔT – потеря температуры асфальтобетонной смеси в процессе ее транспортировки, °С; J – интенсивность охлаждения смеси в кузове автосамосвала, °С/мин (см. табл.2).

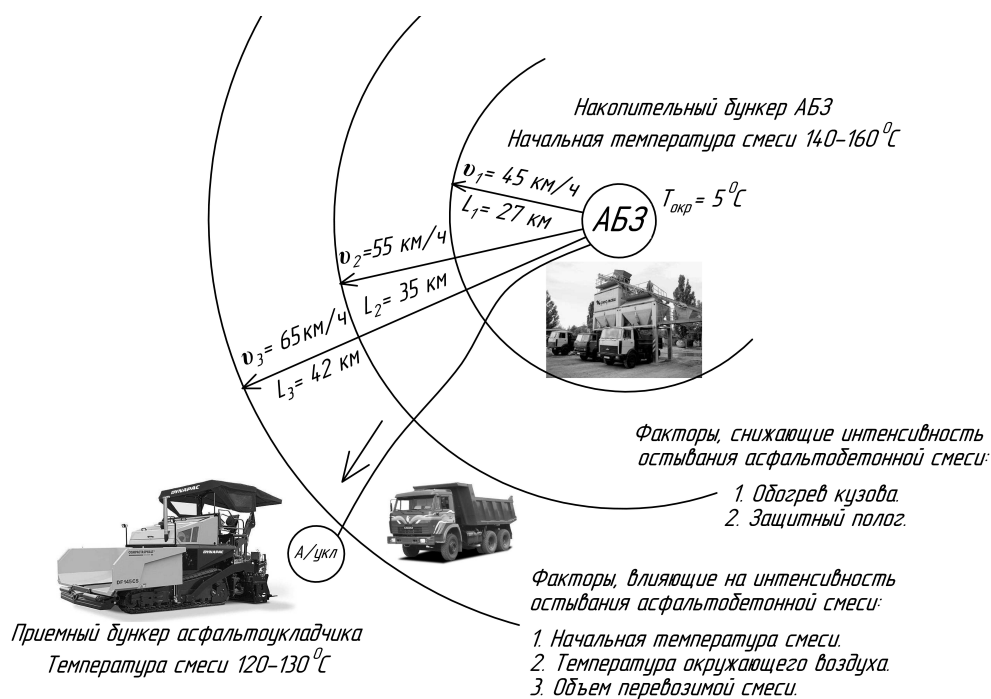
Потеря температуры смеси при ее транспортировке находится по формуле

$$\Delta T = T_{AB3} - T_{A/V}, \quad (3)$$

где T_{AB3} – температура смеси на выходе из накопительного бункера АБЗ, °С; $T_{A/V}$ – температура смеси при ее выгрузке в приемный бункер асфальтоукладчика, °С.

В зависимости от исходных данных (табл.П.1.4) необходимо определить максимально возможные дальности транспортирования асфальтобетонной смеси автосамосвалами.

Полученные результаты расчета необходимо представить в графическом виде (рисунок) и сформулировать выводы по работе.



Зависимость дальности транспортирования асфальтобетонной смеси от внешних факторов и условий

Библиографический список

1. Пермяков, В. Б. Технологические машины и комплексы в дорожном строительстве (производственная и техническая эксплуатация): учебное пособие для вузов (для бакалавров и магистров)/ В.Б. Пермяков, С. В. Мельник, В. И. Иванов и др., под ред. В. Б. Пермякова. – М. : ООО "ИД "БАСТЕТ", 2014. – 752 с.
2. Расчет рациональной структуры специализированных комплектов машин для устройства элементов автомобильной дороги: метод. указания к курсовым проектам по дисциплинам «Комплексная механизация строительства» и «Производственная эксплуатация машин» / сост.: В.Б. Пермяков, Ю.С. Сачук. – Омск: СиБАДИ, 2008. – 60 с.
3. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы: сборник 2. Земляные работы. – М.: Стройиздат, 1980. – 208 с.

Приложение 1

Таблица П.1.1

Варианты задания для расчетной работы №1

№ варианта	Марка бульдозера	Базовая машина	Дальность транспортирования, м	Рельеф местности (спуск «-», подъем «+»)			Тип грунта
				5	6	7	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	ДЗ-29	Т-74	20, 30, 40, 50	+2°	+6°	+8°	Песок сухой
2	ДЗ-42Г	ДТ-75	10, 30, 50, 70	-1°	-5°	-10°	Супесь
3	ДЗ-101	Т-4	60, 70, 80, 90	+5°	+10°	+15°	Легкая глина
4	ДЗ-54С	Т-100	20, 40, 60, 80	0°	-7°	-12°	Песок влажный
5	ДЗ-27С	Т-130	30, 50, 70, 90	-10°	0°	+5°	Тяжелая глина
6	ДЗ-110	Т-130	30, 40, 50, 60	+8°	+3°	-10°	Суглинок с гравием
7	ДЗ-35С	Т-180	30, 60, 90, 120	-15°	-5°	0°	Плотный суглинок
8	Д-384	ДЭТ-250	40, 60, 80, 100	0°	+5°	+15°	Песок рыхлый
9	ДЗ-104	Т-4	50, 60, 70, 80	+7°	+3°	-5°	Суглинок
10	ДЗ-19	Т-100	40, 50, 60, 70	-2°	-8°	-14°	Мелкий гравий
11	ДЗ-54С	Т-100	60, 70, 80, 90	0°	-7°	-12°	Легкая глина
12	Д-384	ДЭТ-250	30, 50, 70, 90	0°	+5°	+15°	Супесь
13	ДЗ-42Г	ДТ-75	50, 60, 70, 80	+8°	+3°	-10°	Суглинок
14	ДЗ-101	Т-4	40, 60, 80, 100	+2°	+6°	+8°	Суглинок с гравием
15	ДЗ-35С	Т-180	30, 60, 90, 120	+5°	+10°	+15°	Песок сухой
16	ДЗ-19	Т-100	10, 30, 50, 70	+7°	+3°	-5°	Плотный суглинок
17	ДЗ-104	Т-4	20, 30, 40, 50	-1°	-5°	-10°	Тяжелая глина
18	ДЗ-27С	Т-130	20, 40, 60, 80	-10°	0°	+5°	Песок рыхлый
19	ДЗ-29	Т-74	30, 40, 50, 60	-15°	-5°	0°	Мелкий гравий

Окончание табл. П.1.1

1	2	3	4	5	6	7	8
20	ДЗ-110	Т-130	40, 50, 60, 70	-2°	-8°	-14°	Песок влажный
21	ДЗ-35С	Т-180	50, 60, 70, 80	+8°	+3°	-10°	Песок рыхлый
22	ДЗ-104	Т-4	50, 60, 70, 80	0°	-7°	-12°	Тяжелая глина
23	Д-384	ДЭТ- 250	20, 40, 60, 80	-2°	-8°	-14°	Суглинок с гравием
24	ДЗ-19	Т-100	60, 70, 80, 90	-15°	-5°	0°	Плотный суглинок
25	ДЗ-54С	Т-100	40, 60, 80, 100	-10°	0°	+5°	Мелкий гравий
26	ДЗ-101	Т-4	30, 60, 90, 120	+2°	+6°	+8°	Суглинок
27	Д-384	ДЭТ- 250	30, 40, 50, 60	+7°	+3°	-5°	Песок влажный
28	ДЗ-42Г	ДТ-75	30, 50, 70, 90	0°	+5°	+15°	Суглинок
29	ДЗ-110	Т-130	30, 50, 70, 90	0°	+5°	+15°	Суглинок с гравием
30	ДЗ-35С	Т-180	40, 60, 80, 100	-10°	0°	+5°	Суглинок

Варианты задания для расчетной работы №2

№	Марка скрепера	Объем ковша, м ³	Дальность транспортирования, м				Тип грунта		
			4	5	6	7	8	9	10
1	ДЗ-30	3	100	200	300	400	Песок сухой	Супесь	Суглинок
2	ДЗ-20	6,7	150	200	250	300	Легкая супесь	Песок влажный	Глина сухая
3	ДЗ-26	10	300	500	700	900	Средний суглинок	Глина	Песок
4	ДЗ-23	15	350	650	950	1250	Песок сухой	Суглинок	Глина
5	ДЗ-11П	8	800	1000	1200	1400	Тяжелая глина	Средний суглинок	Песок сухой
6	ДЗ-11	9	1200	1600	2000	2400	Песок влажный	Сухая глина	Легкая супесь
7	ДЗ-32	10	1700	1900	2100	2300	Глина тяжелая	Супесь	Песок сухой
8	ДЗ-13	15	800	1300	1800	2300	Средний суглинок	Песок влажный	Пылеватый суглинок
9	ДЗ-30	3	150	250	350	450	Легкая супесь	Песок влажный	Глина сухая
10	ДЗ-20	6,7	100	200	300	400	Песок сухой	Супесь	Суглинок
11	ДЗ-26	10	250	350	450	550	Супесь	Суглинок	Глина
12	ДЗ-23	15	300	600	900	1200	Тяжелая глина	Средний суглинок	Песок сухой
13	ДЗ-11П	8	700	1000	1300	1600	Песок влажный	Сухая глина	Легкая супесь
14	ДЗ-11	9	1000	1400	1800	2200	Глина тяжелая	Супесь	Песок сухой
15	ДЗ-32	10	1500	1800	2100	2400	Средний суглинок	Песок влажный	Пылеватый суглинок
16	ДЗ-13	15	700	900	1100	1300	Песок сухой	Супесь	Суглинок
17	ДЗ-30	3	200	400	600	800	Легкая супесь	Песок влажный	Глина сухая
18	ДЗ-20	6,7	250	300	350	400	Суглинок	Песок влажный	Песок
19	ДЗ-26	10	300	450	600	750	Песок сухой	Суглинок	Глина

Окончание табл. П.1.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20	ДЗ-23	15	400	600	800	1000	Суглинок	Средний суглинок	Легкая супесь
21	ДЗ-11П	8	900	1200	1500	1800	Песок влажный	Сухая глина	Легкая супесь
22	ДЗ-11	9	1100	1200	1300	1400	Песок сухой	Супесь	Суглинок
23	ДЗ-32	10	1600	1800	2000	2200	Средний суглинок	Песок влажный	Пылеватый суглинок
24	ДЗ-13	15	650	800	950	1100	Легкая супесь	Песок влажный	Глина сухая
25	ДЗ-30	3	250	300	350	400	Средний суглинок	Супесь	Суглинок
26	ДЗ-20	6,7	200	400	600	800	Песок сухой	Суглинок	Глина
27	ДЗ-26	10	350	500	650	800	Легкая супесь	Песок влажный	Глина сухая
28	ДЗ-23	15	600	1000	1400	1800	Песок влажный	Сухая глина	Легкая супесь
29	ДЗ-11П	8	1000	1300	1600	1900	Песок влажный	Сухая глина	Легкая супесь
30	ДЗ-11	9	1200	1600	2000	2400	Средний суглинок	Песок влажный	Пылеватый суглинок

Таблица П.1.3

Варианты задания для расчетной работы №3

№	Район строительства	Категория грунта	Объем работ, м ³	Дальность транспорти- рования, км	Марка экскаватора	Марка самосвала
1	2	3	4	5	6	7
1	Алтайский край	1	70000	10,12,14,16	ЭО-3323А	МАЗ-5549 КрАЗ-256Б
2	Башкортостан	3	85000	5,7,9,11	ЕК-18	КрАЗ-256Б Renault Kerax 440
3	Белгородская область	2	65000	10,15,20,25	ЭО-5122	ЗИЛ-4545 КамАЗ-45143
4	Брянская область	2	90000	20,30,40,50	ЭО-5126	МАЗ-5551 Урал-63685
5	Владимир- ская область	1	80000	8,10,12,14	ЭО-3322Б	КамАЗ-45143 МАЗ-452831
6	Волгоград- ская область	2	60000	23,27,31,35	ЭО-4321	КамАЗ-55111 MAN TGS 33.350
7	Воронежская область	3	85000	15,20,25,30	ЕК-270	Урал-63685 Renault Kerax 440
8	Калужская область	1	100000	2,4,6,8	ЭО-5122	МАЗ-452831 Hino 700
9	Краснодар- ский край	2	95000	25,35,45,55	ЕТ-25	КрАЗ-6510 МАЗ-452831
10	Красноярский край	3	110000	12,16,20,24	АТЕК-781	ЗИЛ-4545 КрАЗ-256Б
11	Курганская область	2	15000	4, 6, 8,10	ЭО-3323А	МАЗ-5549 MAN TGS 33.350
12	Ленинград- ская область	2	12000	10, 14, 18, 22	ЕК-18	КрАЗ-256Б Hino 700
13	Московская область	1	7000	15, 20, 25, 30	ЭО-5122	ЗИЛ-4545 МАЗ-5549
14	Нижегород- ская область	2	18000	12, 16, 20, 24	ЭО-5126	МАЗ-5551 МАЗ-452831
15	Новосибир- ская область	3	21000	4, 8, 12, 16	ЭО-3322Б	КамАЗ-45143 Scania P380

16	Омская область	1	19000	18, 24, 30, 36	ЭО-4321	КамАЗ-55111 Renault Kerax 440
17	Татарстан	2	14500	22, 26, 30, 34	ЕК-270	Урал-63685 КрАЗ-6510
18	Ярославская область	3	24000	40, 45, 50, 55	ЕК-14	МАЗ-452831 Renault Kerax 440
19	Алтайский край	3	16000	30, 40, 50, 60	ЭО-4326	КрАЗ-6510 MAN TGS 33.350
20	Башкортостан	2	22000	25, 35, 45, 55	АТЕК-781	Scania P380 КамАЗ-55111
21	Белгородская область	2	8000	20, 28, 36, 44	ЭО-3323А	КамАЗ-55111 Hino 700
22	Брянская область	1	29000	32, 38, 44, 50	ЕК-18	MAN TGS 33.350 КамАЗ-45143
23	Владимирская область	2	35000	12, 20, 28, 36	ЕТ-25	Hino 700 МАЗ-5551
24	Волгоградская область	3	21000	16, 24, 32, 40	ЭО-4121А	МАЗ-5551 Hino 700
25	Воронежская область	1	60000	7, 9, 11, 13	ЭО-3322Б	КамАЗ-45143 ЗИЛ-4545
26	Калужская область	2	55000	22, 26, 30, 34	ЭО-4321	КамАЗ-55111 КрАЗ-256Б
27	Краснодарский край	3	90000	32, 40, 48, 54	ЭО-3322В	Урал-63685 Scania P380
28	Красноярский край	1	78000	50, 55, 60, 65	ЭО-5122	МАЗ-452831 МАЗ-5549
29	Курганская область	2	69000	20, 30, 40, 50	ЕТ-25	МАЗ-452831 КамАЗ-55111
30	Ленинградская область	3	55000	7, 14, 21, 28	АТЕК-881	КрАЗ-6510 МАЗ-5549

Варианты задания для расчетной работы №4

№ варианта	Температура воздуха, °С	Скорость автосамосвала, км/ч	Тип кузова
1	+10; +20	30, 50, 70	Открытый, без обогрева
2	+5; +15	40, 50, 60	Закрытый, с обогревом
3	0; +10	25, 30, 35	Закрытый, без обогрева
4	-5; 0	40, 50, 60	Открытый, с обогревом
5	-10; 0	20, 30, 40	Закрытый с обогревом
6	+5; +10	40, 45, 50	Открытый, без обогрева
7	-5; +5	30, 40, 50	Закрытый, без обогрева
8	0; -10	25, 45, 65	Открытый, с обогревом
9	-5; -10	40, 45, 50	Закрытый, с обогревом
10	0; +10	20, 30, 40	Закрытый, без обогрева
11	-5; 0	40, 50, 60	Открытый, без обогрева
12	-10; 0	25, 30, 35	Закрытый, без обогрева
13	+5; +10	40, 50, 60	Открытый, с обогревом
14	+5; +15	30, 50, 70	Закрытый, с обогревом
15	0; +10	40, 50, 60	Закрытый, без обогрева
16	-5; 0	25, 45, 65	Открытый, с обогревом
17	+10; +20	20, 30, 40	Открытый, без обогрева
18	+5; +15	25, 30, 35	Закрытый, без обогрева
19	0; +10	40, 50, 60	Открытый, с обогревом
20	-5; -10	20, 30, 40	Открытый, без обогрева
21	0; +10	40, 45, 50	Закрытый, без обогрева
22	-5; 0	30, 40, 50	Закрытый, с обогревом
23	-10; 0	25, 45, 65	Закрытый, без обогрева
24	+5; +10	30, 50, 70	Открытый, с обогревом
25	+10; +20	40, 50, 60	Закрытый, без обогрева
26	+5; +15	25, 30, 35	Закрытый, с обогревом
27	0; +10	40, 50, 60	Закрытый, без обогрева
28	-5; 0	40, 45, 50	Открытый, с обогревом
29	-5; +5	25, 45, 65	Закрытый, с обогревом
30	0; -10	20, 30, 40	Открытый, без обогрева

Для заметок

Учебное издание

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ЭКСПЛУАТАЦИИ МАШИН В ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНОМ
ПРОИЗВОДСТВЕ

Методические указания для студентов направления
«Автоматизация технологических процессов и производств»
всех форм обучения

Составитель Виктор Сергеевич Серебренников

Редактор Н.И. Косенкова

Подписано к печати .12.2016
Формат 60×90 1/16. Бумага писчая
Оперативный способ печати
Гарнитура Times New Roman
Усл. п. л.
Тираж 50 экз. Заказ №
Цена договорная

Редакционный отдел ИПЦ СиБАДИ
644080, г. Омск, ул. 2-я Поселковая, 1

Отпечатано в отделе оперативной полиграфии ИПЦ СиБАДИ
644080, пр. Мира, 5