МИНИСТЕРСТВО МОРСКОГО ФЛОТА СССР

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ
ОХРАНОЙ ТРУДА

ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА В МОРСКИХ ПОРТАХ

РД 31.82.03—87

а также РД 31.80.04-87

РД 31.82.02-80

РД 31.82.10-81

МОСКВА
В/О «МОРТЕХИНФОРМРЕКЛАМА»
1988

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО МОРСКОГО ФЛОТА СССР

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ
ОХРАНОЙ ТРУДА

СОГЛАСОВАНЫ
Президиумом
ЦК профсоюза
рабочих морского
и речного флота
Протокол
от 21 мая 1985 г. № 44

УТВЕРЖДЕНЫ
приказом Министра
морского флота СССР
от 10 июля 1987 г.
№ 108

ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА В МОРСКИХ ПОРТАХ

РД 31.82.03—87

МОСКВА
В/О «МОРТЕХИНФОРМРЕКЛАМА»
1988

Правила безопасности труда в морских портах. РД 31.82.03—87. — М.: В/О «Мортехинформреклама», 1988. — 232 с.

РАЗРАБОТАНЫ Центральным научно-исследовательским и проектно-конструкторским институтом морского флота (ЦНИИМФ)
Заместитель директора по научной работе — д-р техн. наук *С. Н. Драницын*
Заведующий сектором, руководитель темы — канд. техн. наук *В. А. Александров*
Исполнители:
инженеры-технологи *Д. Н. Пудов, Л. Ф. Муха,* канд. экон. наук *А. М. Дуберштейн*

СОГЛАСОВАНЫ ЦК профсоюза рабочих морского и речного флота
Главным управлением перевозок, эксплуатации флота и портов ММФ
Заместитель начальника Главфлота *Ю. Л. Падеров*
Всесоюзным объединением берегового строительства и поставок экспортно-импортного оборудования
Заместитель председателя В/О «Морстройзагранпоставка» *Б. С. Борисов*

ВНЕСЕНЫ Отделом охраны труда и техники безопасности ММФ
Начальник *Т. Н. Новиков*

УТВЕРЖДЕНЫ Министерством морского флота СССР

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ РАБОТ В МОРСКИХ ПОРТАХ

РД 31.82.10—81
Вводится впервые

Срок введения в действие установлен с 01.07.82

Настоящая Методика распространяется на технологические процессы погрузочно-разгрузочных работ, в которых содержатся элементы технологических операций, выполняемые с применением ручного труда.

Методика устанавливает порядок расчета степени безопасности технологических схем погрузочно-разгрузочных работ в морских портах при разработке новых технологических процессов погрузочно-разгрузочных работ, выполняемых на универсальных перегрузочных комплексах.

Методика не распространяется на технологические процессы перегрузки навалочно-насыпных и наливных грузов, а также на процессы, основанные на использовании автоматизированных линий, специализированных перегрузочных комплексов и специальных подъемно-транспортных средств лихтеровозов, судов-контейнеровозов с горизонтальным способом загрузки и других перегрузочных средств специализированных судов.

Методика обязательна для портов и предприятий ММФ, осуществляющих разработку и внедрение технологических процессов погрузочно-разгрузочных работ.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Определение степени безопасности технологических схем следует производить для тех категорий грузов, для которых правомерна статистическая зависимость уровня показателей частоты несчастных случаев от удельной трудоемкости их перегрузки. В Методике эта зависимость установлена для грузов в кипах, мешках, ящиках, бочках, металлов и металлических изделий и круглого леса по данным портов ММФ за период 1966—1979 гг.

1.2. Для установления количественной оценки влияния удельной трудоемкости перегрузки конкретного груза на показатель частоты несчастных случаев по отдельным портам или бассейнам рекомендуется пользоваться методом регрессионного анализа, описание которого приведено в прил. 4.

1.3. Расчет показателей степени безопасности технологических схем должен выполнять Ленморниипроект при разработке типовых

и опытных технологических процессов погрузочно-разгрузочных работ, а также технологи портов при составлении рабочих технологических карт.

1.4. Термины и определения, используемые в Методике, приведены в прил. 2.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ

2.1. Для определения степени безопасности принимаются элементы технологических операций, выполняемые с использованием ручного труда. Элементы технологических операций определяются по РД 31.40.04—80 «ЕСТПП МП. Методика оптимизации технологических процессов погрузочно-разгрузочных работ и выбора средств технологического оснащения» (прил. 2).

2.2. Вероятность отсутствия травм при перегрузке k-го груза по i-й технологической схеме P_{ik} определяется как произведение вероятностей отсутствия травм при выполнении j-го элемента операции P_{ikj} по той же технологической схеме:

$$P_{ik}=\prod_{j}\prod_{1} P_{ikj}, \qquad (1)$$

где i — индекс технологической схемы ($i=1, 2, 3, \ldots, n$);

k — индекс груза ($k=1, 2, 3, 4, 5, 6$);

j — индекс элемента технологической операции ($j=1, 2, 3, 4, 5, 6$);

l — число повторений j-го элемента операции в i-й технологической схеме.

2.3. Вероятность отсутствия травм на j-м элементе технологической операции при перегрузке k-го груза за 1 цикл P_{ikj} определяется по формуле

$$P_{ikj}=(1-P'_{kj})^{t_{ikj}}, \qquad (2)$$

где P'_{kj} — элементарная вероятность возникновения несчастного случая (аварийной единицы трудоемкости) при выполнении j-го элемента операции при перегрузке k-го груза; определяется по табл. 1;

t_{ikj} — трудоемкость выполнения j-го элемента операции при перегрузке k-го груза по i-й технологической схеме за 1 цикл; определяется на основании Нормативов на погрузочно-разгрузочные работы, выполняемые в морских портах (1964), и Единых комплексных норм выработки (1978), утвержденных постановлением от 02.09.77 № 287 Госкомитета СМ СССР по труду и социальным вопросам.

2.4. Средняя интенсивность наступления несчастного случая по времени λ определяется по формуле

$$\lambda=(1-P_{ik})M_{ik}, \qquad (3)$$

где M_{ik} — количество рабочих циклов при перегрузке заданного объема k-го груза по i-й технологической схеме;

Таблица 1

Вероятность возникновения несчастного случая за единицу трудоемкости при выполнении элементов технологических операций P'_{kj}

Грузы	Элементы технологических операций					
	ФГ	РГ	ЗГ	ОГ	ЗП	ОП
1. В мешках	$0{,}167 \cdot 10^{-7}$	$0{,}111 \cdot 10^{-7}$	$0{,}194 \cdot 10^{-7}$	$0{,}167 \cdot 10^{-7}$	$0{,}278 \cdot 10^{-8}$	$0{,}83 \cdot 10^{-8}$
2. В ящиках	$0{,}111 \cdot 10^{-7}$	$0{,}83 \cdot 10^{-8}$	$0{,}222 \cdot 10^{-7}$	$0{,}583 \cdot 10^{-7}$	$0{,}639 \cdot 10^{-8}$	$0{,}694 \cdot 10^{-8}$
3. В бочках	$0{,}277 \cdot 10^{-7}$	$0{,}194 \cdot 10^{-7}$	$0{,}55 \cdot 10^{-8}$	$0{,}194 \cdot 10^{-7}$	$0{,}640 \cdot 10^{-8}$	$0{,}70 \cdot 10^{-8}$
4. В кипах	$0{,}111 \cdot 10^{-7}$	$0{,}305 \cdot 10^{-7}$	$0{,}638 \cdot 10^{-7}$	$0{,}278 \cdot 10^{-7}$	$0{,}632 \cdot 10^{-8}$	$0{,}694 \cdot 10^{-8}$
5. Круглый лес, балансы	—	$0{,}167 \cdot 10^{-7}$	$0{,}194 \cdot 10^{-7}$	$0{,}639 \cdot 10^{-7}$	—	—
6. Металлогрузы	—	—	$0{,}194 \cdot 10^{-7}$	$0{,}639 \cdot 10^{-7}$	—	—

Примечания. 1. Прочерки в таблице означают принципиальное отсутствие данного элемента при перегрузке соответствующего груза по любой технологической схеме.

2. Значения P'_{kj} должны корректироваться каждые 5 лет.

$$M_{ik}=\frac{Q_{ik}}{q_{ik}}, \quad (4)$$

где Q_{ik} — количество k-го груза, перегружаемого по i-й технологической схеме, т;

q_{ik} — масса груза, перегружаемого за 1 цикл по i-й технологической схеме, т.

2.5. Число несчастных случаев, которые могут произойти при перегрузке k-го груза по i-й технологической схеме, N_{ik} определяют с доверительным интервалом вероятности 0,95 из табл. 2, исходя из полученных в результате расчетов значений λ.

Таблица 2

λ	$<0{,}08$	$<0{,}29$	$<0{,}59$	$<0{,}96$	$<1{,}39$	$<1{,}86$	$<2{,}36$	$<2{,}9$
N	1	2	3	4	5	6	7	8

Продолжение

λ	$<3{,}46$	$<4{,}03$	$<4{,}63$	$<5{,}2$	$<5{,}875$	<6.525	$<7{,}17$	$<7{,}825$
N	9	10	11	12	13	14	15	16

2.6. Данную Методику не следует использовать для прогнозирования травматизма, так как получаемое в результате расчета ожидаемое число несчастных случаев не является абсолютно обязательным; оно означает, что при работе по заданной технологической схеме с заданной вероятностью может произойти не более данного числа несчастных случаев. Нормативная база приведена в прил. 3.

3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДИКИ ДЛЯ СРАВНЕНИЯ И ВЫБОРА ВАРИАНТОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ

3.1. При сравнении вариантов по экономическим показателям следует определить вероятные убытки от несчастных случаев, отнесенные на единицу грузооборота, S'_{ik} по формуле

$$S'_{ik}=\frac{N_{ik}S_y}{Q_{ik}}, \quad (5)$$

где N_{ik} — вероятное число несчастных случаев при перегрузке заданного грузооборота Q_{ik} по i-й технологической схеме;

S_y — средние убытки от одного несчастного случая (по портам ММФ $S_y=600$ р.), р.

Прибавляя вероятные убытки от несчастных случаев, отнесенные на единицу грузооборота, к удельным затратам на 1 т k-го груза, перегружаемого по i-й технологической схеме, получим (р.):

$$S_{ik}=S''_{ik}+S'_{ik}, \quad (6)$$

где S_{ik} — суммарные удельные приведенные затраты на перегрузку 1 т k-го груза по i-й технологической схеме с учетом убытков от ожидаемого травматизма;

S''_{ik} — удельные приведенные затраты на перегрузку 1 т k-го груза по i-й технологической схеме без учета убытков от травматизма.

При сравнении выбирается технологическая схема, для которой $S_{ik}=\min$.

Примеры расчета степени травмоопасности технологических схем приведены в прил. 1.

3.2. При определении вероятности отсутствия травм на j-м элементе технологической операции P_{ikj} выявляются наиболее травмоопасные элементы операций, для которых $P_{ikj}=\max$, с целью принятия решений по повышению степени безопасности всей технологической схемы.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
(справочное)

ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА СТЕПЕНИ ТРАВМООПАСНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ

1. Пример 1

1.1. Исходные данные

Для перегрузки 50 тыс. т грузов в бочках класса Б-115 предлагаются технологические схемы:

А — вагон (вручную) — поддон — погрузчик с вилочным захватом — кран — подвеска для поддонов — трюм (вручную);

Б — вагон (вручную) — погрузчик с многоштыревым захватом — кран — храпцы — трюм (вручную).

В технологической схеме А «подъем» состоит из 6 бочек, установленных на плоский поддон. Масса «подъема» $q_1=1{,}2$ т.

В технологической схеме Б «подъем» состоит из 12 бочек, навешиваемых на раму. Масса «подъема» $q_2=2{,}4$ т.

1.2. Расчет показателя травмоопасности для технологической схемы А проводится по табл. 1.1.

Из табл. 2 Методики выбирается ожидаемое число несчастных случаев, соответствующее $\lambda_1=1{,}17$, т. е. $N_1=5$.

1.3. Расчет показателя травмоопасности для технологической схемы Б проводится по табл. 1.2.

Из табл. 2 Методики выбирается ожидаемое число несчастных случаев, соответствующее $\lambda_2=0{,}899$, т. е. $N_2=4$. Так как $N_2<N_1$, то технологическая схема Б является менее травмоопасной, чем технологическая схема А.

2. Пример 2

2.1. Исходные данные

Для перегрузки 50 тыс. т грузов в мешках класса М-50 предлагаются технологические схемы:

А — трюм (вручную) — поддон — кран — вагон (вручную);

Б — трюм (вручную) — грузовая сетка — кран — вагон (вручную).

В технологической схеме А «подъем» формируется на поддоне. Масса «подъема» $q_1=1{,}5$ т.

В технологической схеме Б «подъем» формируется в грузовой сетке. Масса «подъема» $q_2=2{,}4$ т.

2.2. Расчет показателя травмоопасности для технологической схемы А проводится по табл. 2.1.

Из табл. 2 Методики выбирается ожидаемое число несчастных случаев, соответствующее $\lambda_1=0{,}98$, т. е. $N_1=5$.

2.3. Расчет показателя травмоопасности для технологической схемы Б проводится по табл. 2.2.

Из табл. 2 Методики выбирается ожидаемое число несчастных случаев, соответствующее $\lambda_2=0{,}99$, т. е. $N_2=5$. Так как $N_1=N_2$, то с позиций обеспечения безопасности обе технологические схемы равнозначны.

Приложение 1
(продолжение)

Таблица 1.1

Показатель	$ФГ_1$	$ЗГ_1$	$ОГ_1$	$ЗП_1$	$ОП_1$	$РГ_1$
1. t_{1kj} (из нормативов на ПРР)	593	15	12	7	5	585
2. P'_{kj} (из табл. 1 Методики)	$0{,}277 \cdot 10^{-7}$	$0{,}55 \cdot 10^{-8}$	$0{,}194 \cdot 10^{-8}$	$0{,}64 \cdot 10^{-8}$	$0{,}7 \cdot 10^{-8}$	$0{,}194 \cdot 10^{-7}$
3. $P_{1kj} = (1 - P'_{kj})^{t_{1kj}}$	0,999984	0,99999992	0,99999998	0,9999999	0,99999996	0,999989
4. $P_{1k} = \prod_j \prod_l P_{1kj}$		0,999972		—	—	—
5. $M_{1k} = \frac{Q_{1k}}{q_{1k}}$		41667		—	—	—
6. $\lambda_1 = (1 - P_{1k}) M_k$		1,17		—	—	—

Таблица 1.2

Показатель	$ФГ_2$	$ЗГ_2$	$ОГ_2$	$РГ_2$
1. t_{1kj} (из нормативов на ПРР)	912	62	44	900
2. P'_{kj} (из табл. 1 Методики)	$0{,}277 \cdot 10^{-7}$	$0{,}55 \cdot 10^{-8}$	$0{,}194 \cdot 10^{-8}$	$0{,}194 \cdot 10^{-7}$
3. $P_{1kj} = (1 - P'_{kj})^{t_{1kj}}$	0,999975	0,99999966	0,9999999915	0,999982
4. $P_{1k} = \prod_j \prod_l P_{1kj}$		0,9999568		—
5. $M_{1k} = \frac{Q_{1k}}{q_{1k}}$		20833		—
6. $\lambda_2 = (1 - P_{1k}) M_{1k}$		0,899		—

Таблица 2.1

Показатель	$ФГ_1$	$ЗГ_1$	$ОГ_1$	$РГ_1$	$ЗП_1$	$ОП_1$
1. t_{1kj} (из нормативов на ПРР)	117	15	12	922	7	12
2. P'_{kj} (из табл. 1 Методики)	$0{,}167 \cdot 10^{-7}$	$0{,}194 \cdot 10^{-7}$	$0{,}167 \cdot 10^{-7}$	$0{,}111 \cdot 10^{-7}$	$0{,}278 \cdot 10^{-8}$	$0{,}83 \cdot 10^{-8}$
3. $P_{1kj} = (1 - P'_{kj})^{t_{1kj}}$	0,999981	0,9999997	0,9999998	0,9999999	0,99999998	0,9999999
4. $P_{1k} = \prod_j \prod_l P_{1kj}$			0,99997			
5. $M_{1k} = \frac{Q_{1k}}{q_{1k}}$			33333			
6. $\lambda_1 = (1 - P_{1k}) M_{1k}$			0,98			

Таблица 2.2

Показатель	$ФГ_2$	$ЗГ_2$	$ОГ_2$	$РГ_2$	$ЗП_2$	$ОП_2$
1. t_{1kj} (из нормативов на ПРР)	1490	30	22	1230	8	8
2. P'_{kj} (из табл. 1 Методики)	$0{,}167 \cdot 10^{-7}$	$0{,}194 \cdot 10^{-7}$	$0{,}167 \cdot 10^{-7}$	$0{,}111 \cdot 10^{-7}$	$0{,}278 \cdot 10^{-8}$	$0{,}83 \cdot 10^{-8}$
3. $P_{1kj} = (1 - P'_{kj})^{t_{1kj}}$	0,999975	0,99999942	0,99999963	0,9999863	0,99999998	0,99999993
4. $P_{1k} = \prod_j \prod_l P_{1kj}$			0,99996			
5. $M_{1k} = \frac{Q_{1k}}{q_{1k}}$			25000			
6. $\lambda_2 = (1 - P_{1k}) M_{1k}$			0,99			

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
(справочное)

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В МЕТОДИКЕ

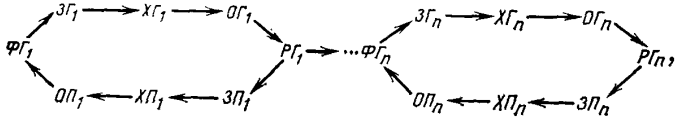
Безопасность технологической схемы определяется отсутствием несчастных случаев при работе по данной схеме. В Методике определения степени безопасности технологических схем приняты следующие определения.

1. Технологическая схема — производственная система, включающая в себя совокупность основного и вспомогательного оборудования, персонала и средств обслуживания, способная выполнять функциональные задачи в условиях максимальной безопасности.

Технологическая схема определяет состав и последовательность операций, типы машин, грузозахватных устройств, приспособлений и средств укрупнения, используемых при выполнении каждой операции.

2. Технологическая операция характеризует совершаемые с грузом действия (захват, перемещение, укладка и т. п.), которые в совокупности обеспечивают изменение местоположения груза.

3. Элемент технологической операции — технологически однородный комплекс приемов работы, характеризуемый неизменностью организационно-технических условий и состава исполнителей и являющийся составной частью технологической схемы. Для выбора элементов технологических операций, для которых следует определить степень безопасности, рекомендуется построить структурную технологическую схему в виде



где ФГ — формирование груза; включает взятие груза, перенос и укладку его на грузозахватное приспособление (ГЗП) или средство пакетирования;

РГ — расформирование груза; означает взятие груза с ГЗП или средства пакетирования, перенос и укладку его в штабель;

ЗГ — зацепка (строповка) груза; включает работы по обвязке груза или навешиванию на ГЗП, а также переход рабочего к грузу и от груза;

ОГ — отцепка (отстроповка) груза; включает снятие с груза ГЗП, подход рабочего к грузу и отход от него;

ЗП — зацепка (навешивание) ГЗП без груза на грузозахватный орган перегрузочной машины, подход к ГЗП и отход от него;

ОП — отцепка (снятие) ГЗП без груза с грузозахватного органа перегрузочной машины, подход к ГЗП и отход от него;

ХГ — перемещение груза перегрузочной машиной;

ХП — перемещение машины или грузозахватного органа машины без груза.

Для расчетов степени безопасности принимаются элементы технологических операций, выполняемые с использованием ручного труда. К ним относятся: ФГ, РГ, ЗГ, ОГ, ЗП и ОП.

4. Безопасность технологической схемы характеризуется таким соотношением опасных факторов на всех фазах ее существования, при котором вероятность возникновения несчастных случаев сводится к минимуму.

5. Степень безопасности технологической схемы — вероятность отсутствия несчастных случаев при работе по данной схеме.

6. Степень травмоопасности — вероятность наступления хотя бы одного несчастного случая при тех же условиях.

7. Аварийная единица трудоемкости — элементарный промежуток времени, в течение которого с одним человеком происходит один несчастный случай; принимается равным 1 чел.-с.

8. Рабочий цикл — период времени между двумя начальными технологическими операциями при работе по одной технологической схеме.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
(справочное)

НОРМАТИВНАЯ БАЗА ДЛЯ РАСЧЕТА СТЕПЕНИ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ПРР

Показатель	Обозначение	Источник получения, метод определения
1. Обозначение индексов:		
индекс элемента технологических операций	j	Для расчетов принимаются элементы: ФГ, РГ, ЗГ, ОГ, ЗП, ОП; $j=1, 2, 3, 4, 5, 6$;
индекс технологической схемы	i	$i=1, 2, 3, ..., n$
индекс категории грузов	k	В табл. 1 Методики $k=1, 2, 3, 4, 5, 6$
2. Трудоемкость элементов технологических операций	t_{ikj}	Определяется по методике расчета комплексных норм выработки на ПРР, изложенной в Нормативах на погрузочно-разгрузочные работы, выполняемые в морских портах (М.: Транспорт, 1964).
3. Элементарная вероятность возникновения несчастного случая при выполнении j-го элемента технологической операции	P'_{kj}	Выбирается из табл. 1 Методики. Значения определены на основе статистических данных по портам ММФ за 1966—1979 гг. Корректируется один раз в 5 лет. Может быть рассчитана по каждому порту, пароходству, бассейну методом, изложенным в прил. 4
4. Удельные затраты на 1 т груза при перегрузке по i-й технологической схеме k-го груза	S''_{ik}	Определяются в соответствии с РД 31.40.04—80. «Методика оптимизации технологических процессов погрузочно-разгрузочных работ и выбора средств технологического оснащения»
5. Средние убытки от одного несчастного случая	S_y	По портам ММФ составляют 600 р. на один несчастный случай

ПРИЛОЖЕНИЕ 4
(рекомендуемое)

УСТАНОВЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ УДЕЛЬНОЙ ТРУДОЕМКОСТИ ПЕРЕГРУЗКИ НА ПОКАЗАТЕЛЬ ЧАСТОТЫ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ

1. Основной задачей при построении уравнения регрессии является определение вида аналитической зависимости результативного признака $k_{чк}$ от фактора $T_{удк}$.

Исходными данными служат статистические показатели удельной трудоемкости перегрузки k-го груза $T_{удк}$ и частоты несчастных случаев, имевших место при перегрузке этого груза, $k_{чк}$ за ряд лет (не менее 10).

1.1. Коэффициент частоты несчастных случаев при перегрузке k-го груза определяется следующим образом:

$$k_{чк} = \frac{n_к}{N_к} 1000, \tag{1}$$

где $k_{чк}$ — коэффициент частоты несчастных случаев при перегрузке k-го груза;

$n_к$ — число несчастных случаев, имевших место при перегрузке k-го груза за изучаемый период (за год);

$N_к$ — среднесписочное число рабочих, занятых на перегрузке k-го груза за тот же период:

$$N_к = \frac{\Sigma T_к}{T_{год}}, \tag{2}$$

где $\Sigma T_к$ — суммарная трудоемкость перегрузки k-го груза, чел.-смен;

$T_{год}$ — средний годовой бюджет рабочего времени на 1 рабочего, смен.

1.2. Удельная трудоемкость перегрузки k-го груза $T_{удк}$ определяется по формуле (чел.-смен/тыс. т)

$$T_{удк} = \frac{\Sigma T_к}{Q_к}, \tag{3}$$

где $Q_к$ — грузооборот k-го груза, перегружаемого за изучаемый период времени (за год), тыс. т.

2. Уравнение регрессии линейной зависимости имеет вид

$$k_{чк} = a_0 + a_1 T_{удк}. \tag{4}$$

3. Для определения коэффициентов регрессии a_0 и a_1 необходимо решить систему уравнений:

$$\left.\begin{aligned} m a_0 + a_1 \Sigma T_{удк} &= k_{чк}; \\ a_0 \Sigma T_{удк} + a_1 \Sigma T^2_{удк} &= \Sigma k_{чк} T_{удк}, \end{aligned}\right\} \tag{5}$$

где m — число наблюдений.

4. Результаты расчетов рекомендуется сводить в табличную форму:

№ наблюдения	$k_{чк}$	$T_{удк}$	$T^2_{удк}$	$k_{чк}T_{удк}$	$k^2_{чк}$
1					
2					
3					
.					
.					
.					
m					
	$\Sigma k_{чк}$	$\Sigma T_{удк}$	$\Sigma T^2_{удк}$	$\Sigma k_{чк}T_{удк}$	$\Sigma k^2_{чк}$

5. Для проверки статистической значимости уравнения (4), т. е. для определения, насколько уравнение точно описывает связь фактора $T_{удк}$ с результативным показателем $k_{чк}$, необходимо вычислить величину α:

$$\alpha = \frac{r}{\sigma_r}, \tag{6}$$

где r — коэффициент корреляции;
σ_r — среднеквадратичная ошибка коэффициента корреляции;

$$\sigma_r = \frac{1-r^2}{\sqrt{m}}. \tag{7}$$

Коэффициент корреляции r вычисляется по формуле

$$r = \frac{m\Sigma T_{удк}k_{чк} - \Sigma T_{удк}\Sigma k_{чк}}{\sqrt{[m\Sigma T^2_{удк} - (\Sigma T_{удк})^2]\,[m\Sigma k^2_{чк} - (\Sigma k_{чк})^2]}}. \tag{8}$$

6. В случае, если величина α из уравнения (6) меньше 1,96 (что соответствует доверительной вероятности 95%), то гипотеза о наличии связи между $T_{удк}$ и $k_{чк}$ принимается и уравнение (4) можно использовать для практических целей.

7. При нелинейной зависимости, например

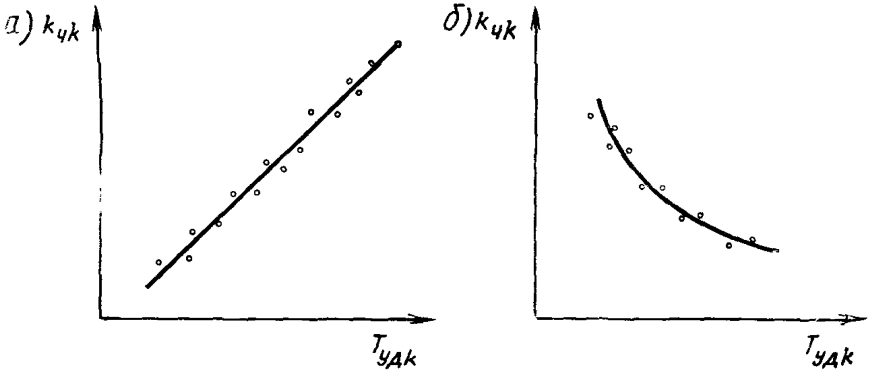
$$k_{чк} = a_0 l^{a_1 T_{удк}} \tag{9}$$

она приводится к линейному виду путем логарифмирования:

$$\ln k_{чк} = \ln a_0 + a_1 T_{удк}. \tag{10}$$

Вводя обозначения $\ln k_{чк} = \tilde{k}_{чк}$ и $\ln a_0 = \tilde{a}_0$, получим $\tilde{k}_{чк} = \tilde{a}_0 + a_1 T_{удк}$, т. е. уравнение (9) приводится к виду уравнения (4). Параметры a_0 и a_1 находятся в соответствии с системой (5).

8. Для выбора вида функции рекомендуется следующий способ: на график с осями $k_{чк}$ и $T_{удк}$ (см. рисунок) выносят статистические данные указанных показателей; соединив плавной кривой нанесенные точки, визуально определяют вид функции, например: *а* — линейная $k_{чк}=a_0+a_1 T_{удк}$; *б* — нелинейная $k_{чк}=a_0 e^{a_1 T_{удк}}$.



Правила безопасности труда в морских портах
РД 31.82.03—87

Отв. за выпуск *Т. Н. Новиков*

Редактор *А. Ф. Грушина*

Технический редактор *Б. Г. Колобродова*

Корректоры *Г. Л. Шуман, О. Л. Лизина*

Сдано в набор 24.03.88 г. Подписано в печать 23.05.88 г.
Формат изд. 60×90/16. Бум. тип. Гарнитура литературная.
Печать высокая. Печ. л. 14,5. Уч.-изд. л. 16,02. Тираж 28 000.
Изд. № 1196/7-В. Заказ тип. № 390. Бесплатно.
В/О «Мортехинформреклама»
125080, Москва, А-80, Волоколамское шоссе, 14

Типография «Моряк», Одесса, ул. Ленина, 26

gost.e-ecolog.ru