

300 – летию  
Российской академии наук посвящается

# ВЫШНЕГРАДСКИЙ И.А. – ОСНОВАТЕЛЬ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ ПО КОНСТРУИРОВАНИЮ МАШИН



**Авторы:** Академик РАН, д.т.н.,  
профессор Ерохин М.Н.,  
д.т.н., профессор Казанцев С.П.,  
д.т.н., профессор Игнаткин И.Ю.,  
к.т.н., доцент Скороходов Д.М.,  
к.т.н., доцент Мельников О.М.

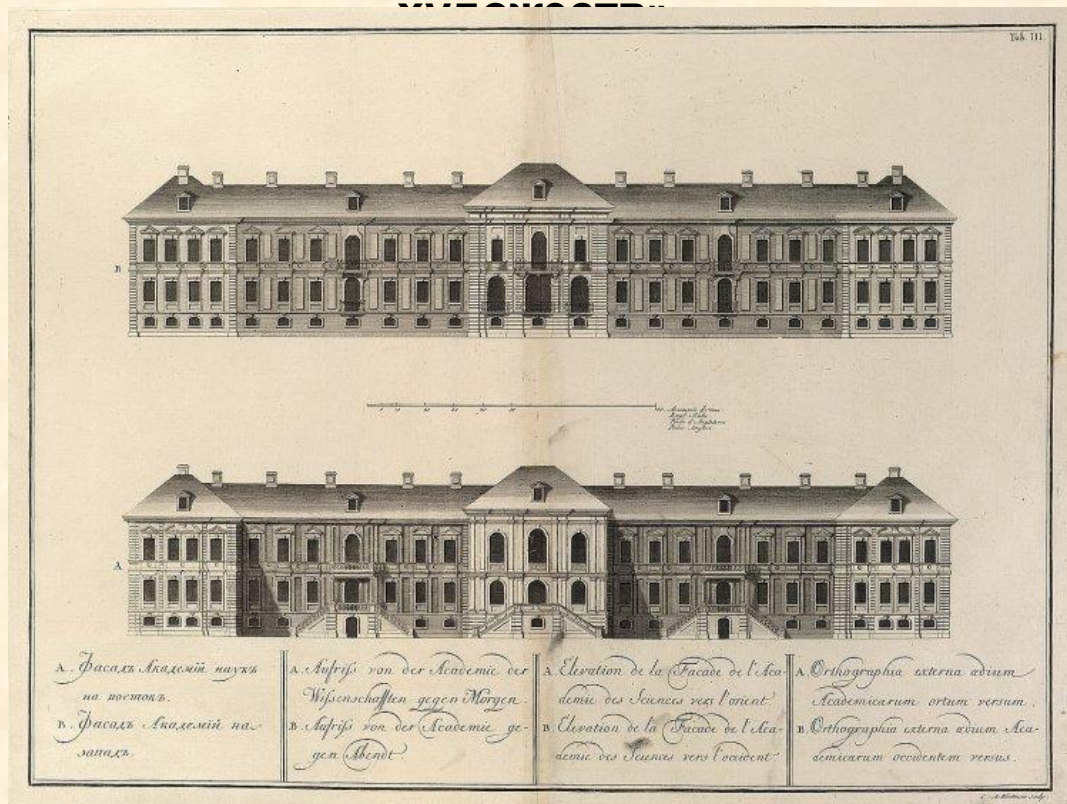
# ИСТОКИ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК



Пётр I

1672 - 1725 гг.

8 февраля (28 января по старому стилю) 1724 года Сенат опубликовал указ Петра I об учреждении «Академии наук и



8 февраля в наши дни празднуется, как День российской науки

**21 января 1724 представлен проект  
положения об основании академии наук и  
художеств**

**Ключевые тезисы положения:**  
Университет открывается для  
обучения юношества наукам;  
Академия открывается для работы  
«ученых мужей» по накоплению и  
преобразованию знаний;  
Академия и Университет – две  
части единой организации, которые  
работают совместно.



**Лаврентий Лаврентьевич  
Блюментрост - первый  
президент [Академии наук и художеств](#)**

**Таким образом, создаваемая организация должна была одновременно  
стать и научным и образовательным центром Империи.**

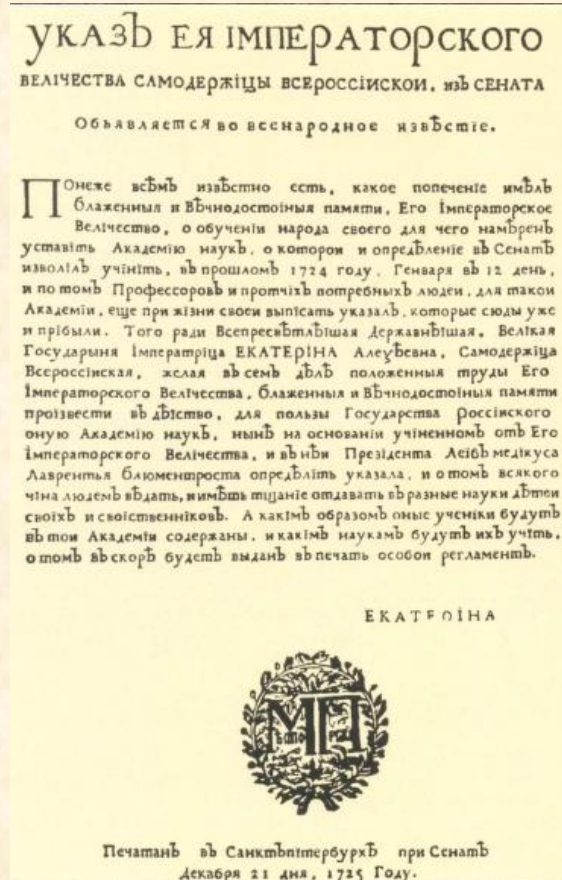
## ОФИЦИАЛЬНОЕ ОТКРЫТИЕ АКАДЕМИИ



Российская императрица  
**Екатерина I**

Царствование. 1725—1727 годы

Указ Екатерины I об  
открытии Академии наук во  
исполнение воли Петра I,  
объявленной Указом Сената  
от 28 января (8 февраля)  
1725 г. и о назначении Л.  
Записка из Кабинета Петра  
I от 20 января  
Блюментроста ее  
президентом

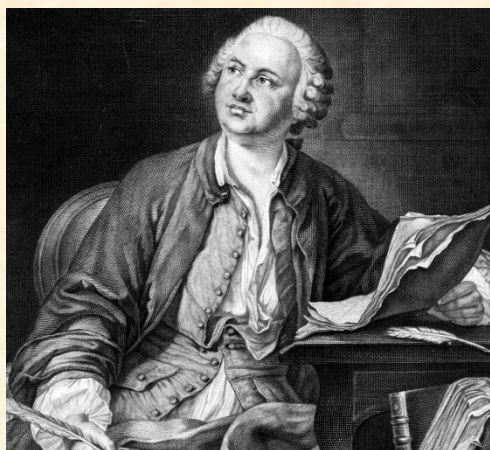


Екатерина I официально открыла Академию в декабре 1725 года

# СОСТАВ ПЕТЕРБУРГСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК В ПЕРВЫЕ ГОДЫ



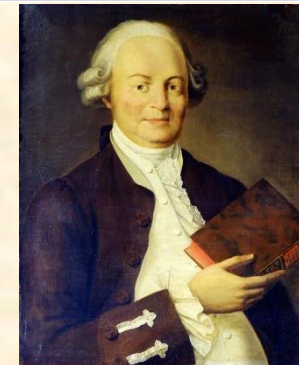
Состав Петербургской Академии наук на момент открытия <sup>[25]</sup>		
Академик	Годы жизни	Должность
Л. Л. Блюментрост	1692—1755	президент Академии
И. Д. Шумахер	1690—1761	секретарь по делам Академии
Я. Герман	1678—1733	академик по кафедре высшей математики
Х. Мартини	1699—после 1739	академик по кафедре логики и метафизики <sup>[28]</sup>
И. П. Коль	1698—1778	академик по кафедре красноречия и церковной истории
Г. Б. Бильфингер	1693—1750	академик по кафедре экспериментальной и теоретической физики <sup>[28]</sup>
Н. Бернулли	1695—1726	академик по кафедре механики
Д. Бернулли	1700—1782	академик по кафедре физиологии
Ж. Н. Делиль	1688—1768	академик по кафедре астрономии
И. Х. Буксбаум	1693—1730	академик по кафедре ботаники
Х. Гольдбах	1690—1764	конференц-секретарь и советник Академии
М. Бюргер	1686—1726	академик по кафедре химии и практической медицины
И. Г. Дювернуа	1691—1759	академик по кафедре анатомии и зоологии
Г. З. Байер	1694—1738	академик по кафедре греческих и римских древностей
И. С. Бекенштейн	1684—1742	академик по кафедре правовердения



**Михаил Васильевич  
Ломоносов**



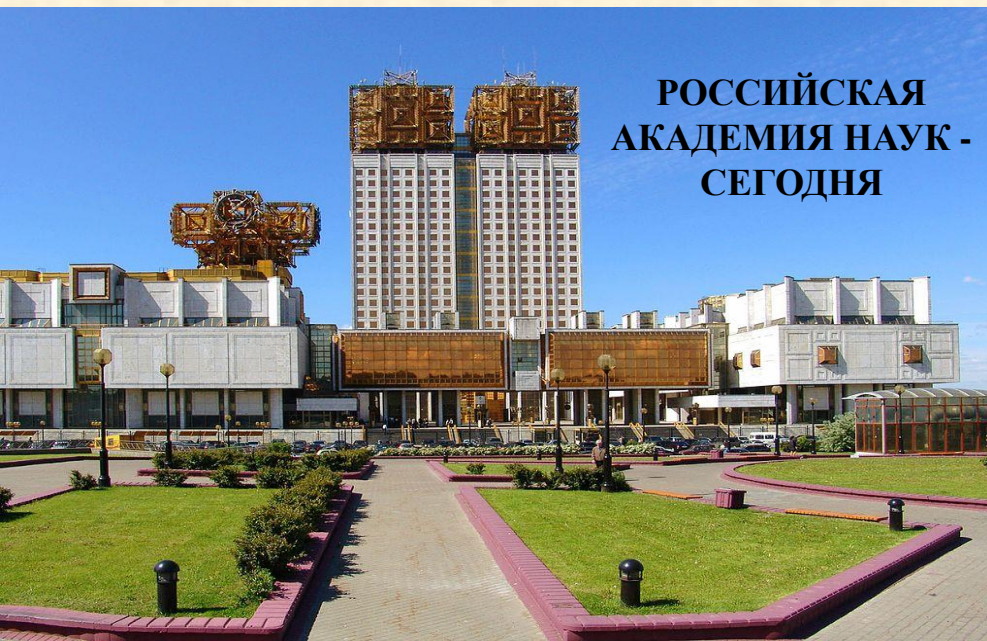
**Степан Петрович  
Крашенинников**



**Василий Кириллович  
Тредиаковский**



**Президент РАН**  
**академик РАН Красников Геннадий Яковлевич**



**РОССИЙСКАЯ  
 АКАДЕМИЯ НАУК -  
 СЕГОДНЯ**

Отделение РАН	Академики РАН	Члены-корреспонденты РАН
Математических наук	39	59
Физических наук	59	101
Нанотехнологий и информационных технологий	37	55
Энергетики, машиностроения, механики и процессов управления	69	87
Химии и наук о материалах	67	87
Биологических наук	50	85
Наук о Земле	60	101
Общественных наук	28	42
Историко-филологических наук	32	53
Глобальных проблем и международных отношений	13	22
Физиологических наук	27	30
<b>Сельскохозяйственных наук</b>	<b>161</b>	<b>126</b>
Медицинских наук	217	266
<b>Всего по РАН</b>	<b>859</b>	<b>1114</b>



**Иван Алексеевич  
Вышнеградский  
( 1831-1895 гг.)**

**Русский ученый – механик и  
государственный деятель.**

**Основоположник теории  
автоматического регулирования.**

**Основатель научной школы по  
конструированию машин.**

**Почётный член Петербургской  
академии наук.**

## **Творческий путь И.А. Вышнеградского**

<b>Учащийся Тверской духовной семинарии</b>	<b>1843 - 1846 гг.</b>
<b>Студент физико-математического отделения Санкт-Петербургского Главного педагогического института</b>	<b>1846 - 1851 гг.</b>
<b>Учитель математики 2-го Петербургского кадетского корпуса</b>	<b>1851 -1854 гг.</b>
<b>Преподаватель математики и прикладной механики в Михайловской артиллерийской академии</b>	<b>1854 -1859 гг.</b>
<b>Научная зарубежная командировка</b>	<b>1860 - 1862 гг.</b>
<b>Профессор Михайловской артиллерийской академии и Петербургского технологического института</b>	<b>1862 - 1875 гг.</b>
<b>Директор Петербургского технологического института</b>	<b>1875 - 1880 гг.</b>
<b>Член Артиллерийского комитета</b>	<b>1859 - 1878 гг.</b>
<b>Инженер механик Главного артиллерийского управления</b>	<b>1867 - 1878 гг.</b>
<b>Управляющий министерством финансов, министр финансов</b>	<b>1887 - 1892 гг.</b>



# Вклад Ивана Алексеевича в науку и образование

И. А. Вышнеградский.



Среди машин, реторт, моделей, кораблей,  
Прель грудью бумагу, прокатов, чертежей —  
Съ топлою прищавцовъ, принесшихъ въ край нилтъ темный  
Корысть иль стѣсъ учености ивменой.

И. И. Павловский

Внёс существенный вклад в создание научных основ конструирования машин, научную школу инженеров-машиностроителей.

Ввёл преподавание курса теоретических основ машиностроения, читал курсы прикладной механики, термодинамики, теории упругости, грузоподъёмных машин, токарных станков, паровых машин и др.

Ввёл для студентов курсовое и дипломное проектирование.

Автор руководства «Элементарная механика», в течение многих лет считавшееся лучшим в России в данной области.

Среди учеников И. А. Вышнеградского:

[В. Л. Кирпичёв](#) (организатор технического образования, первый ректор [Харьковского технологического института](#)), [Н. П. Петров](#) (создатель математической теории смазки), [А. П. Бородин](#) (изобретатель в области паровозостроения).

Сконструированные им машины: автоматический пресс для изготовления призматического пороха, подъёмные машины, пресс для испытания материалов, механический перегружатель грузов (для речного порта) и др. Участвовал в строительстве [Охтинского порохового завода](#), механических мастерских Петербургского арсенала, патронных, пороховых и оружейных заводов.

Вышнеградский — один из основоположников теории автоматического регулирования.



**Иван Алексеевич  
Вышнеградский ( 1831-1895 гг.)**

**Обобщил опыт по проведению  
подъемно-транспортных работ,  
создал курс ПТМ и впервые  
прочитал его студентам (1870 г.)  
в технологическом институте  
Санкт-Петербурга**

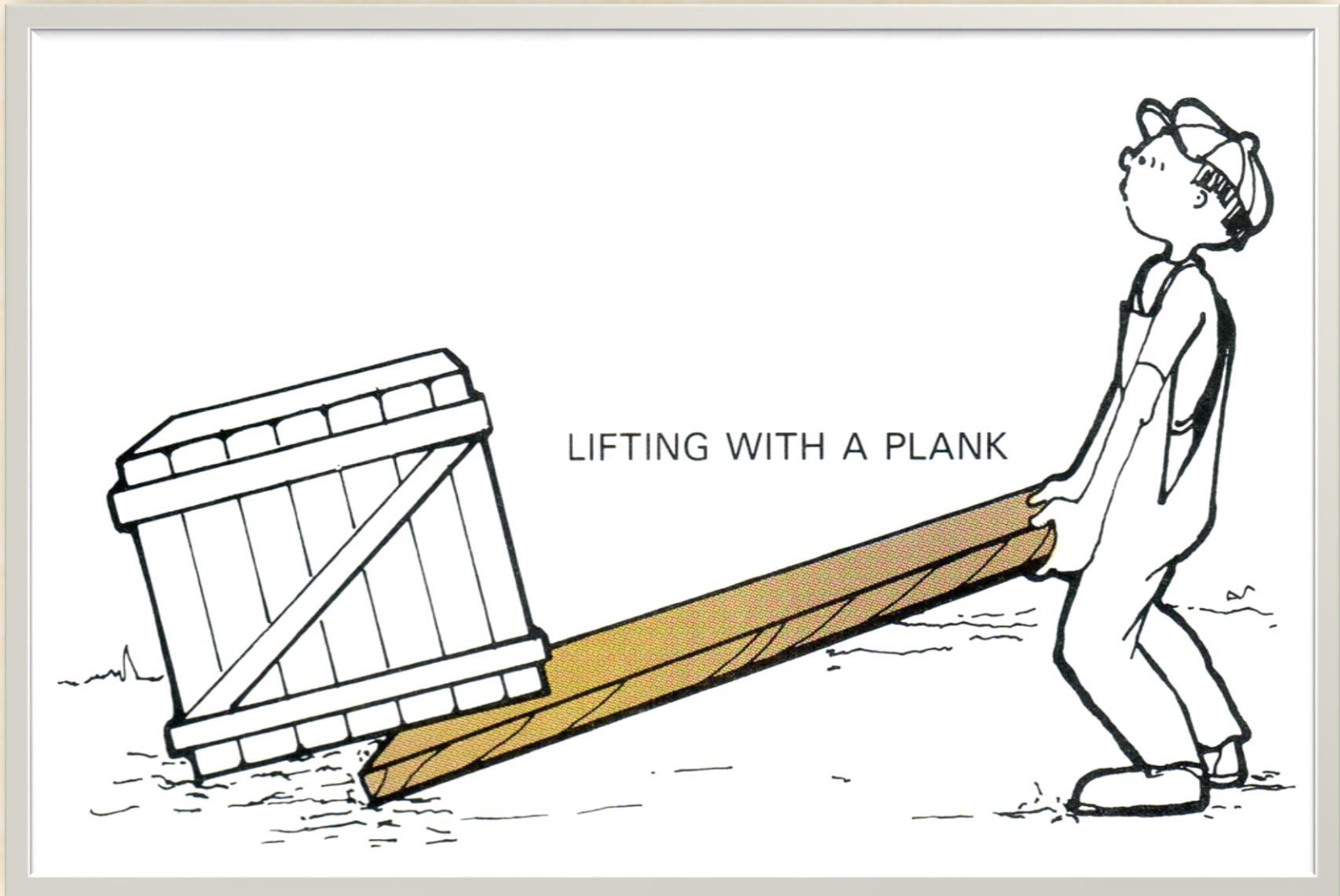
**«КТО СУМЕЛ  
СКОНСТРУИРОВАТЬ  
ПОДЪЕМНЫЙ КРАН,  
МОЖЕТ ПОСТРОИТЬ  
ЛЮБУЮ ДРУГУЮ  
МАШИНУ»**

**И.А. Вышнеградский**

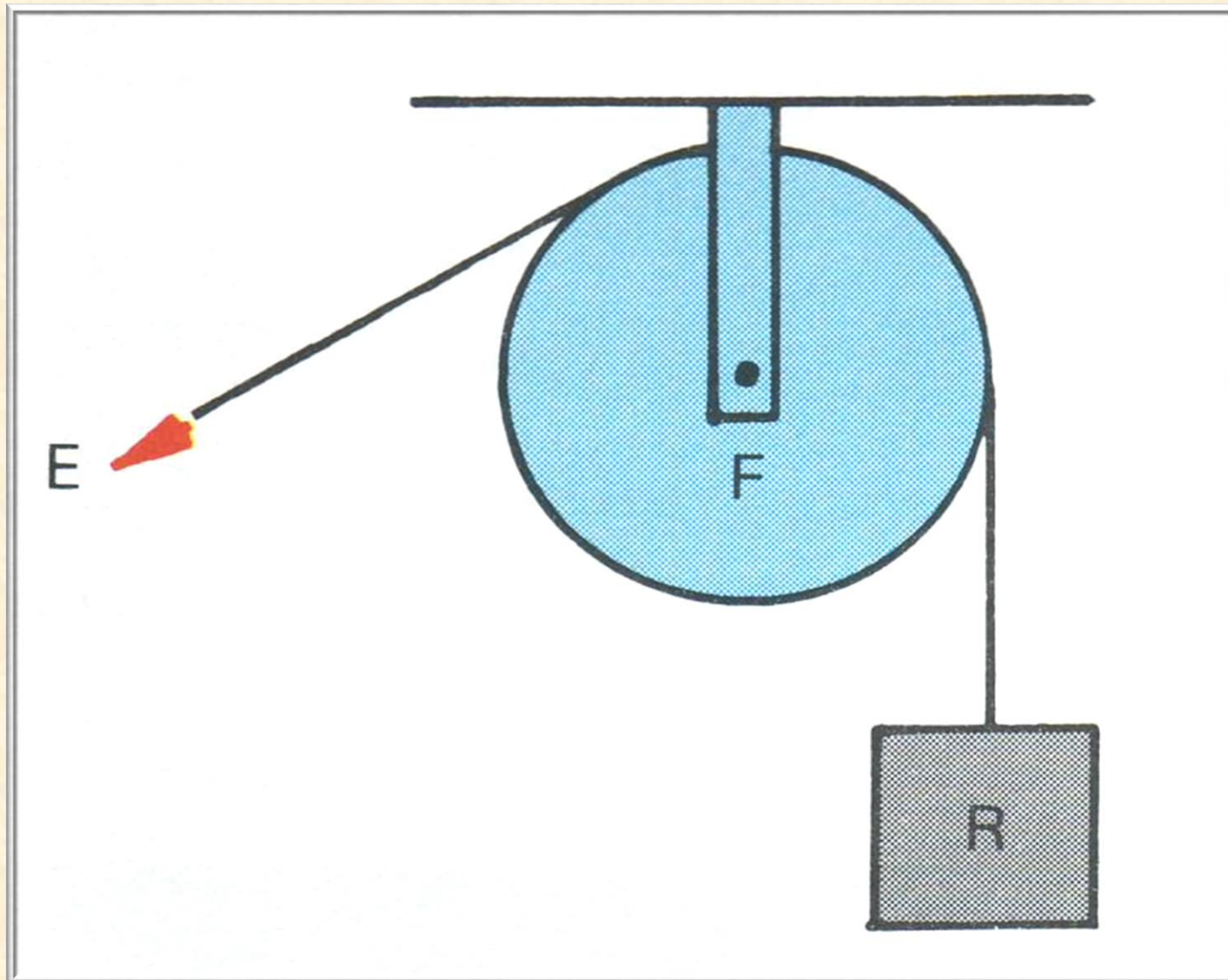
**ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫЕ МАШИНЫ  
ЯВЛЯЮТСЯ ВАЖНЕЙШИМИ СРЕДСТВАМИ  
МЕХАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ  
ПРОЦЕССОВ ВО ВСЕХ ОТРАСЛЯХ.**

# ИСТОРИЧЕСКИЕ ФАКТЫ

# Первые средства механизации

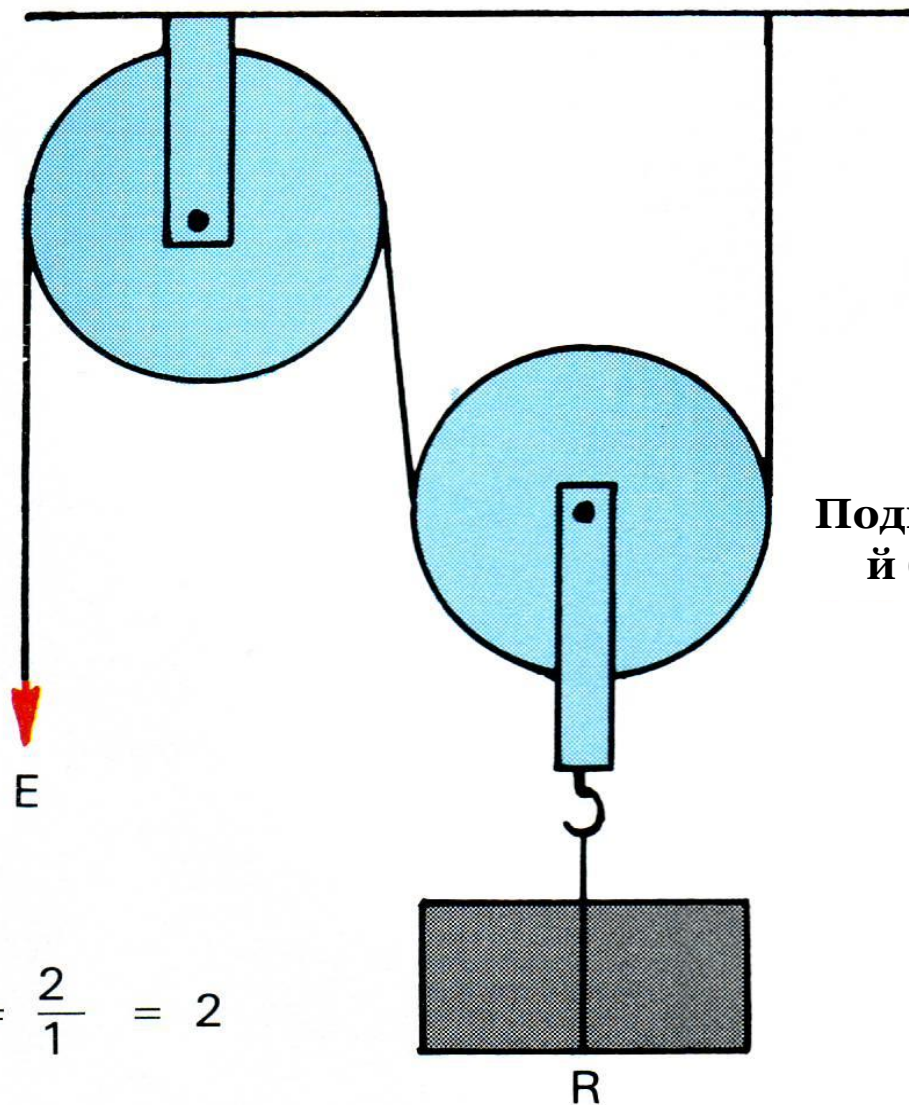


# БЛОК



# ПОЛИСПАСТ

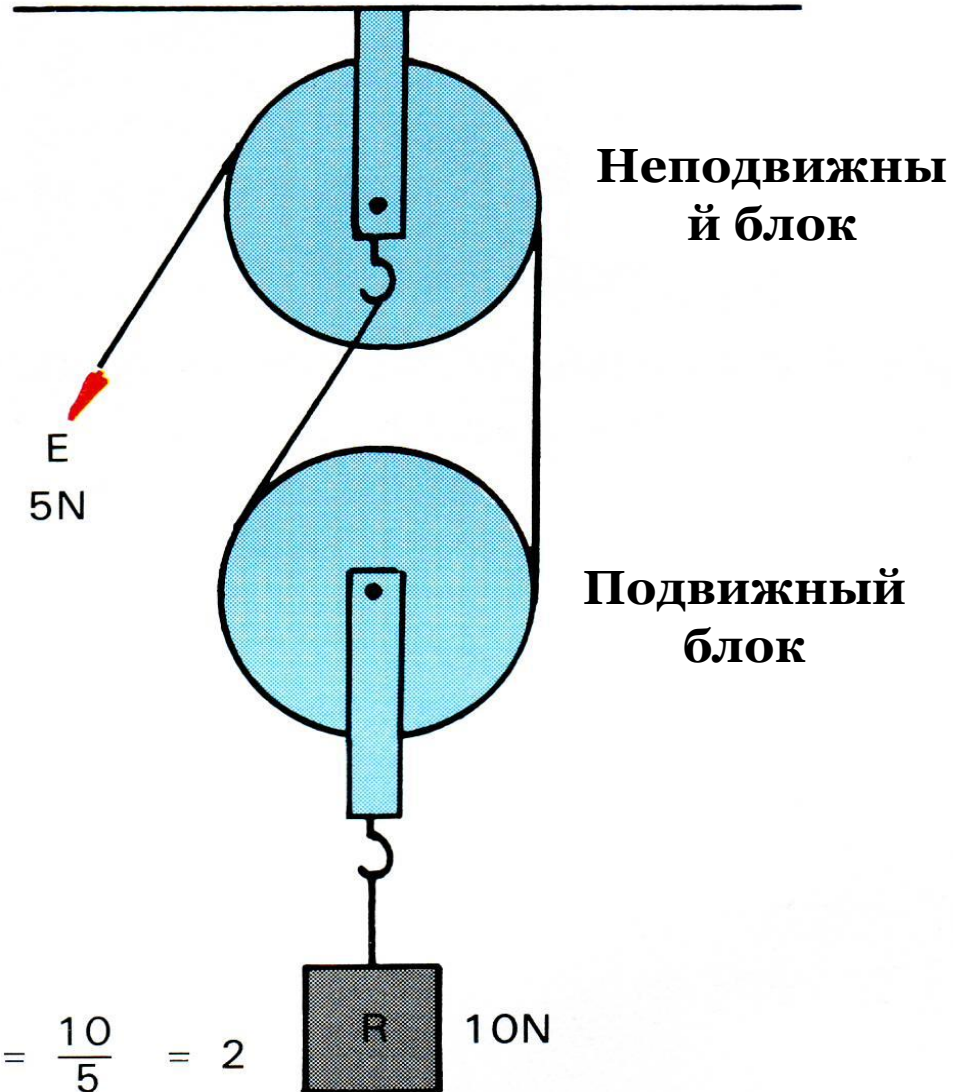
Неподвижный блок



Подвижный блок

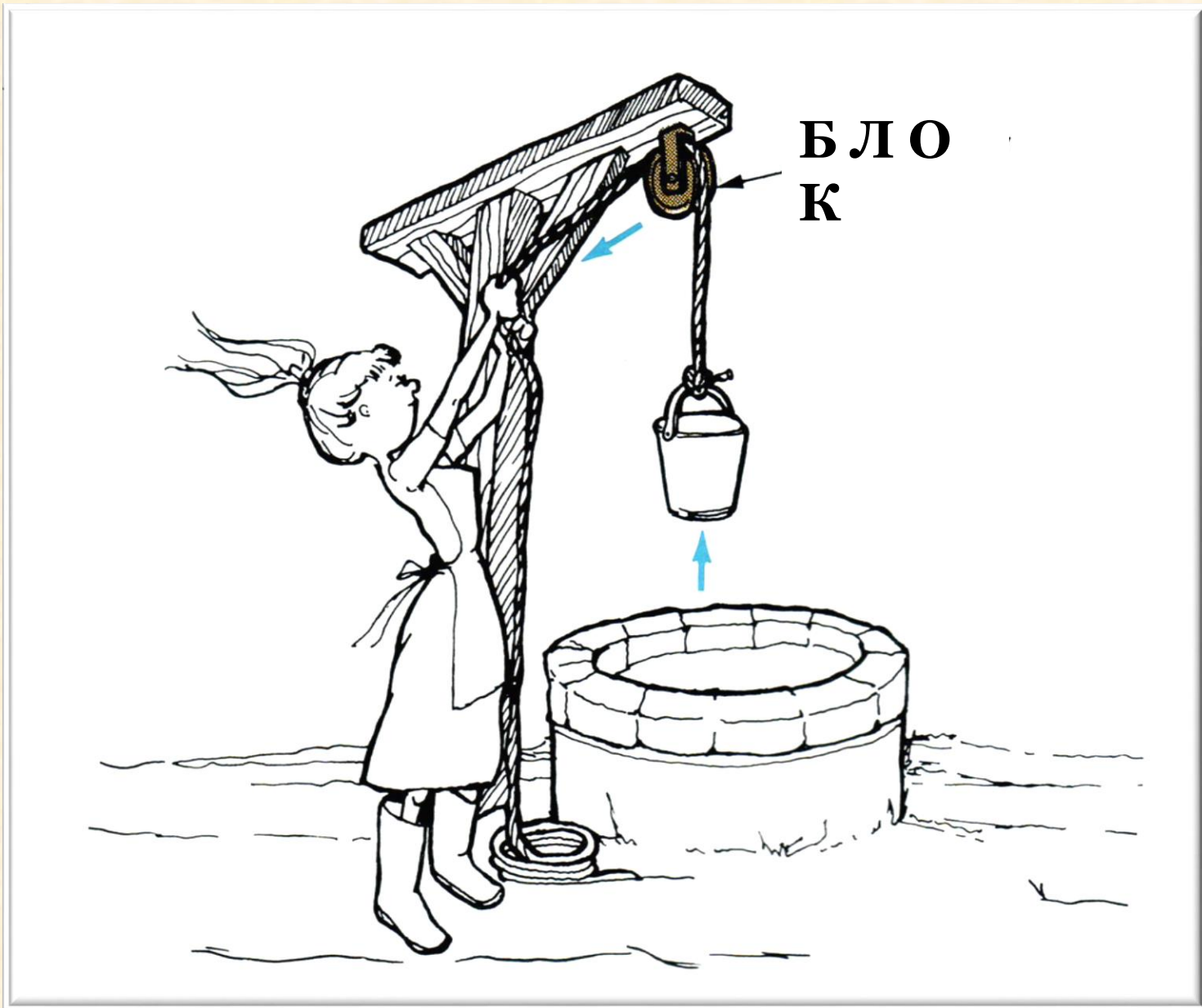
$$MA = \frac{R}{E} = \frac{2}{1} = 2$$

# ПОЛИСПАСТ

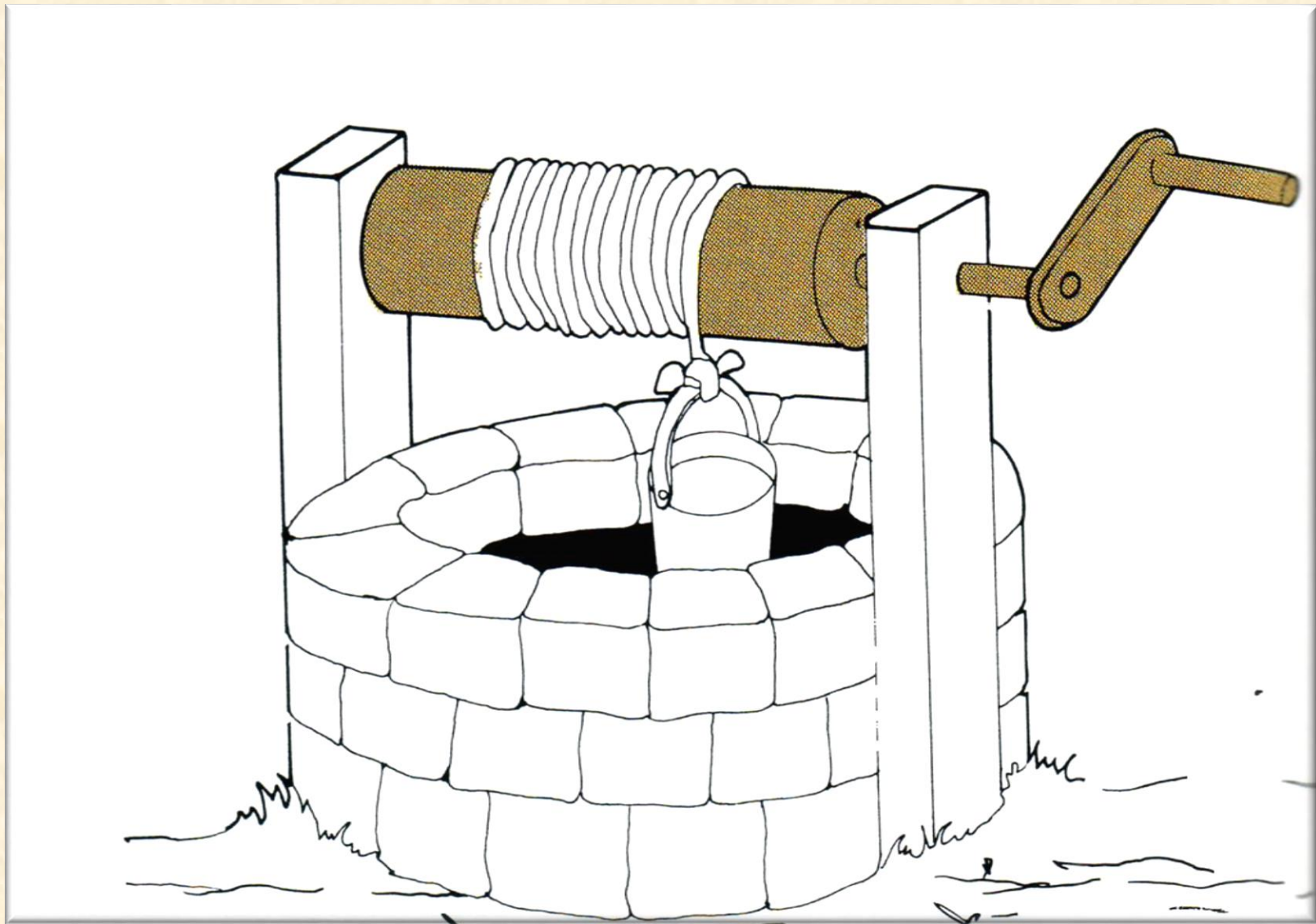


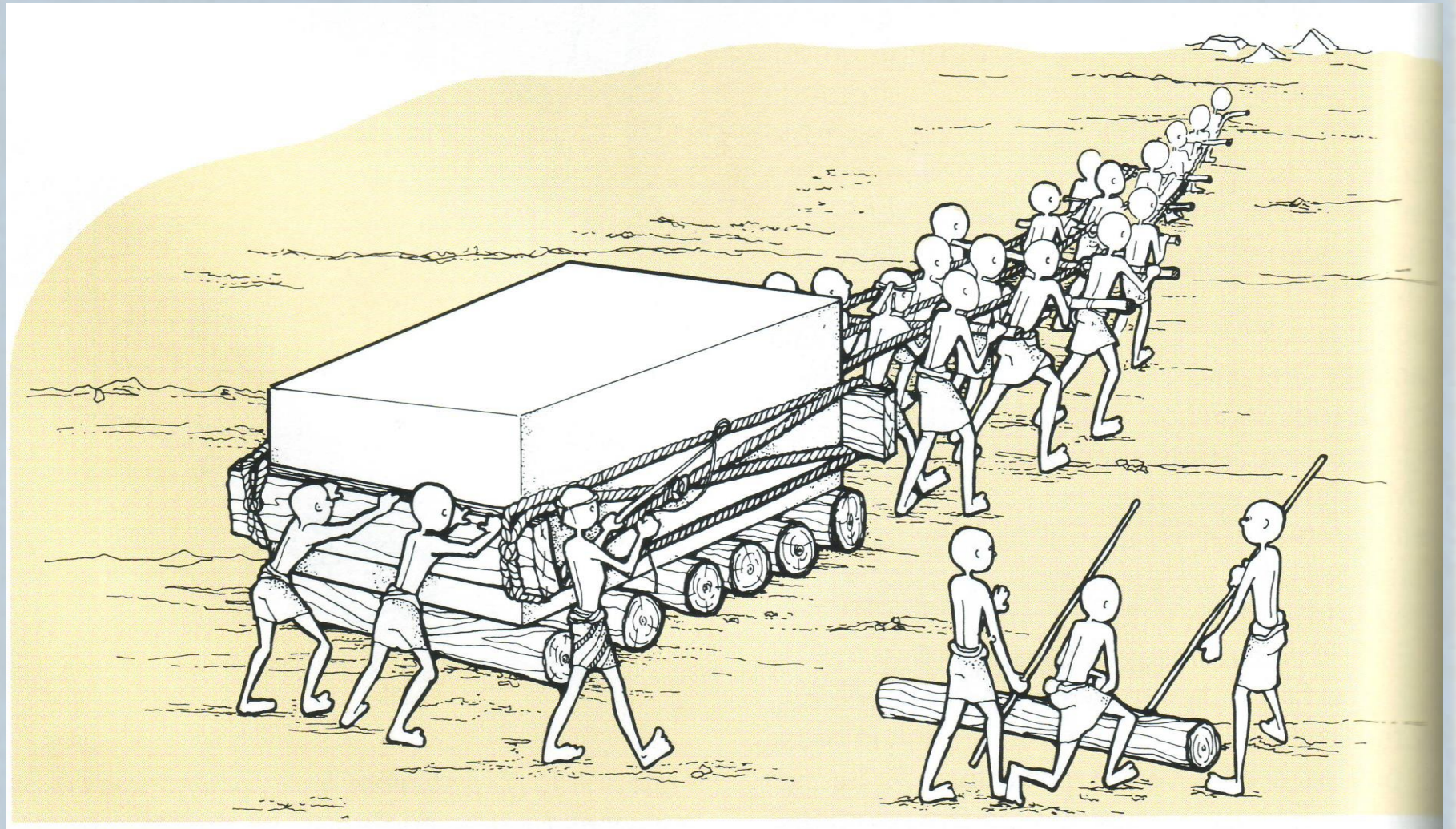
$$MA = \frac{R}{E} = \frac{10}{5} = 2$$

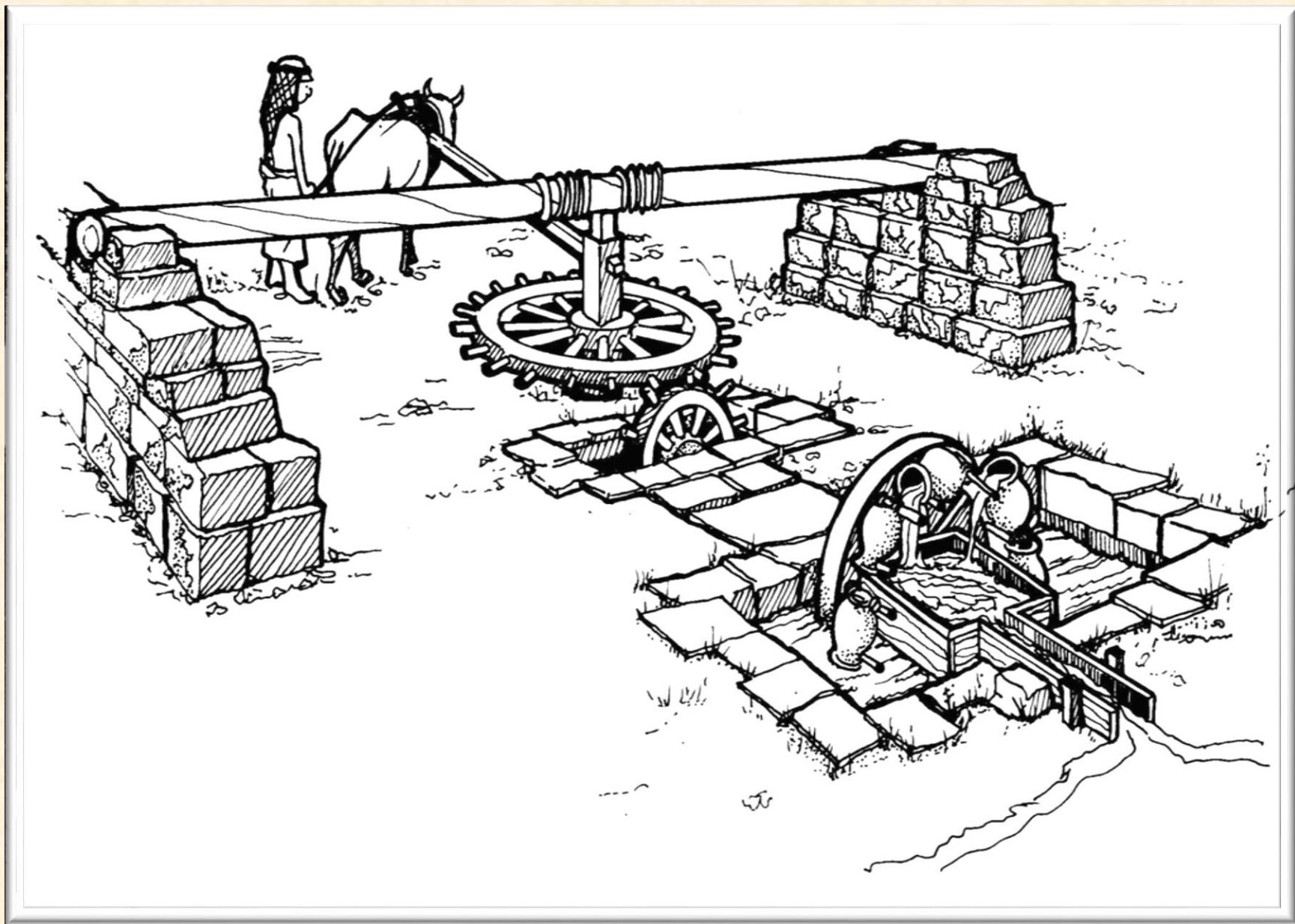


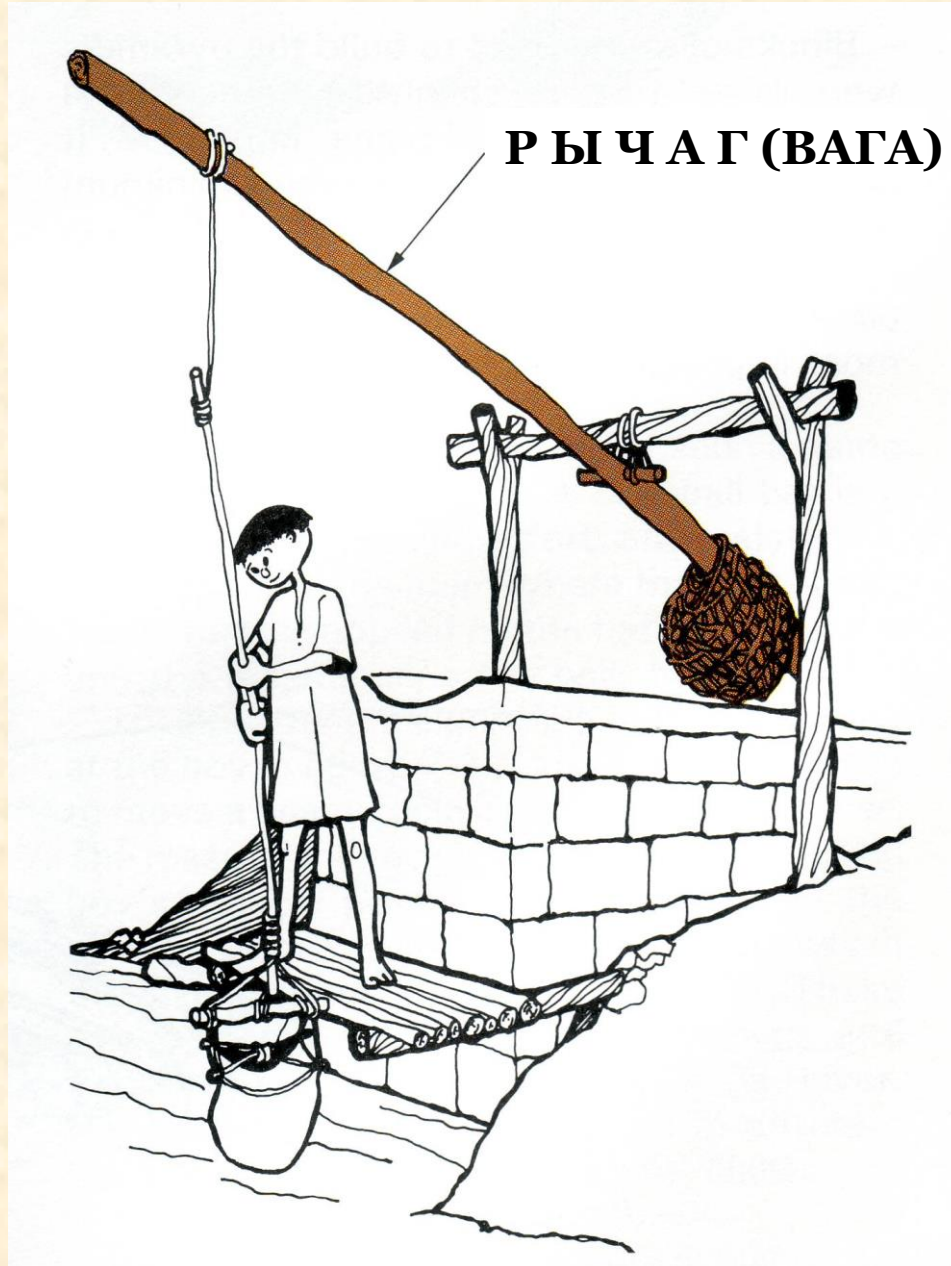


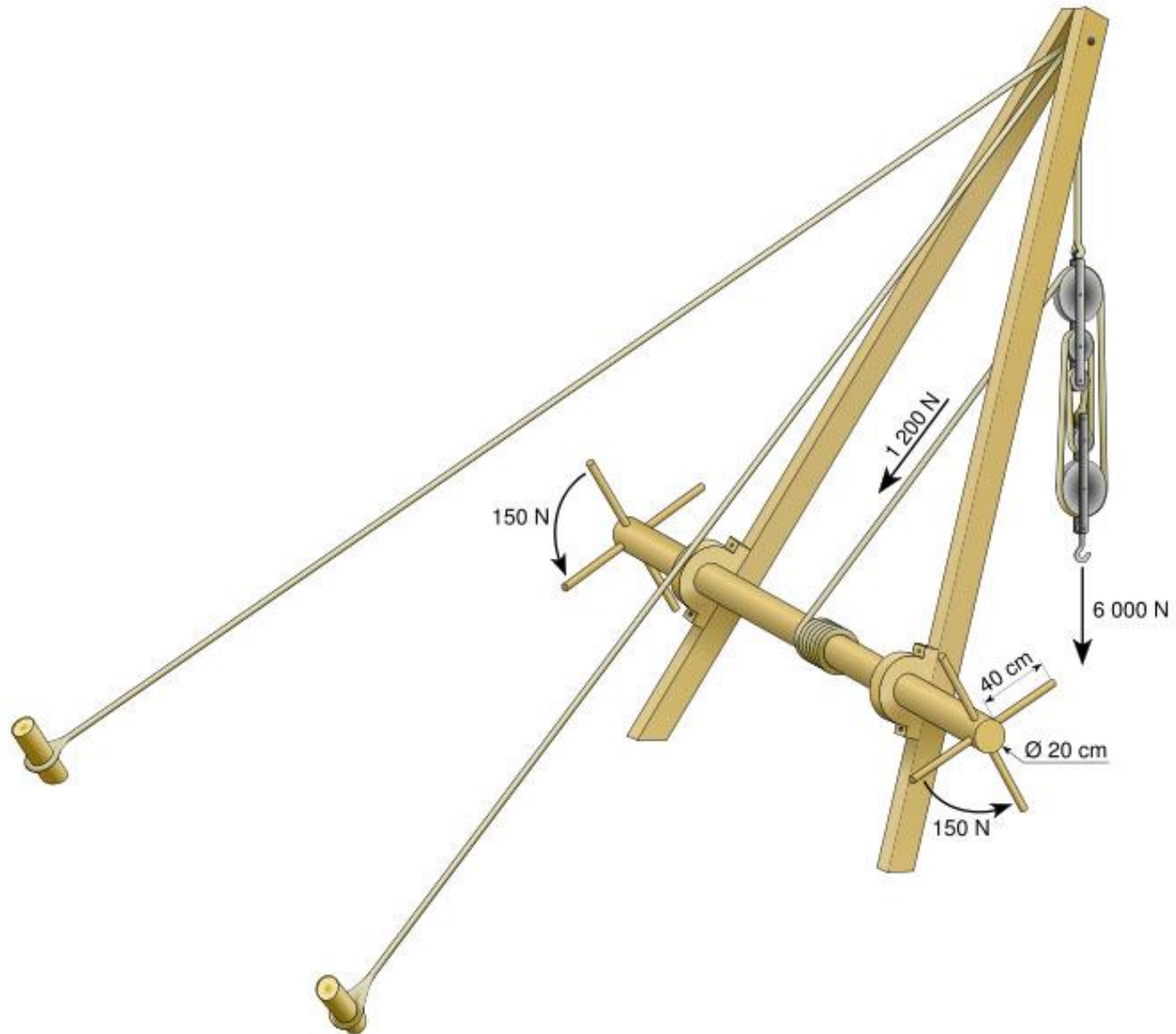
# BOPOT











**Пирамида Хеопса - сооружена в XXII в. до н.э.  
Высота - 147 м, сложена из каменных плит весом  
90 т каждая.**

**На строительстве пирамиды, которое длилось  
20 лет, постоянно работали около 100 тыс. чел.**





**Подъем Большого Успенского колокола в 1674 году на колокольню Московского Кремля.**

**Колокол поднимали с помощью деревянных рычагов, полиспаста и ворота.**

**Для облегчения подъема колокол был соединен цепями с противомесом.**







**Этьен Фальконе**  
**Памятник Петру I, 1768—1770 гг. Санкт-Петербург, Сенатская площадь**  
**(гранит, бронза. Высота: 10,4 м)**

**Для пьедестала памятника из окрестностей Лахты 26 сентября 1770 года был доставлен гигантский гранитный валун «Гром-камень», массой более 1000 т.**

**Камень перемещали по медным шарам, уложенным в обшитых медными листами желобах. Перемещение осуществлялось с помощью воротов и полиспастов.**

**В честь перевозки камня была выбита памятная медаль с надписью «Дерзновению подобно». Памятник был торжественно открыт 7 августа 1782 года.**



**Транспортировка «Гром-каменя»**

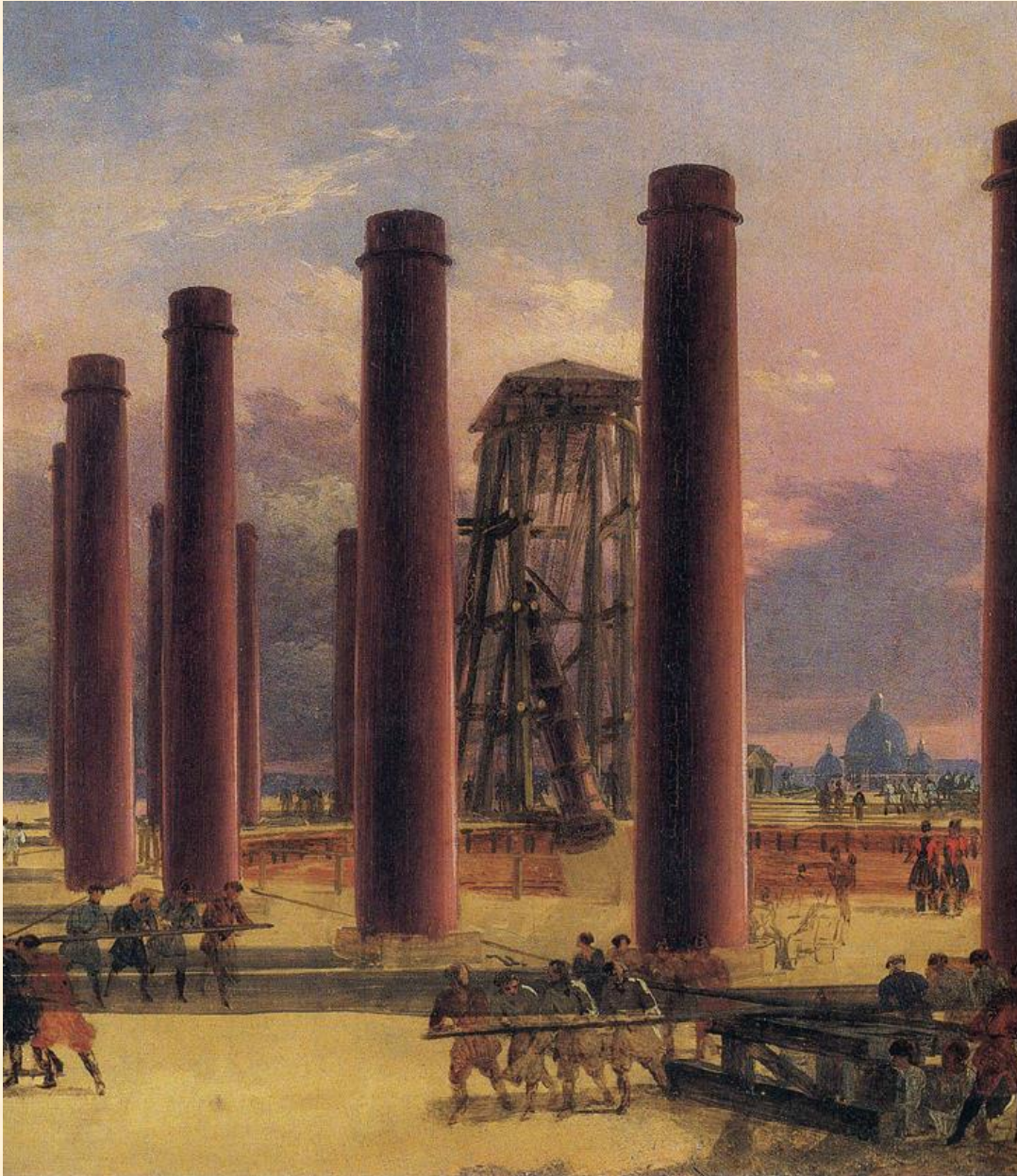


## **Исаакиевский собор.**

**Торжественная закладка храма произошла 26 июня 1818 года. Строительство завершилось в 1858 году.**



**Доставка колонн Исаакиевского собора**



**Установка колонн  
главного купола  
Исаакиевского  
собора**



Макет установки колонн  
в музее Исаакиевского  
собора





МОДЕЛЬ АКСОВ  
ДЛЯ УСТАНОВКИ  
КОЛОНН ПОРТИКОВ

в 1/16 НАТУРАЛЬНОЙ ВЕЛИЧИНЫ

Л. Биллинг, В. и П. Михайловы, 1926. Дерево

The scaffolding for installation  
of columns and portico model,  
1/16 of true size. D. Billing,  
V. Mikhailov, P. Mikhailov,  
1926. Wood model.

Modèle de charpente pour  
l'installation des colonnes et  
portiques à la échelle de 1/16 de  
vraie grandeur. D. Billing,  
V. P. Mikhaïlov.

2010/06/06

## **ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫЕ МАШИНЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ**

- ❖ грузоподъемные машины;**
- ❖ транспортные машины и установки непрерывного транспорта;**
- ❖ погрузочные и разгрузочные машины циклического и непрерывного действия;**
- ❖ вспомогательные транспортные устройства.**

# Грузоподъемные машины:

- - домкраты
- - лебёдки
- - тали
- - кран-балки
- - мостовые краны
- - козловые краны
- - поворотные краны
- - автомобильные краны
- - башенные краны
- - краны-вертолёты

# Домкраты:

реечный



гидравлический  
подкат ножничный



## гидравлический подкатной



## ручная лебедка рычажного типа



Лебедка ручная  
барabanная



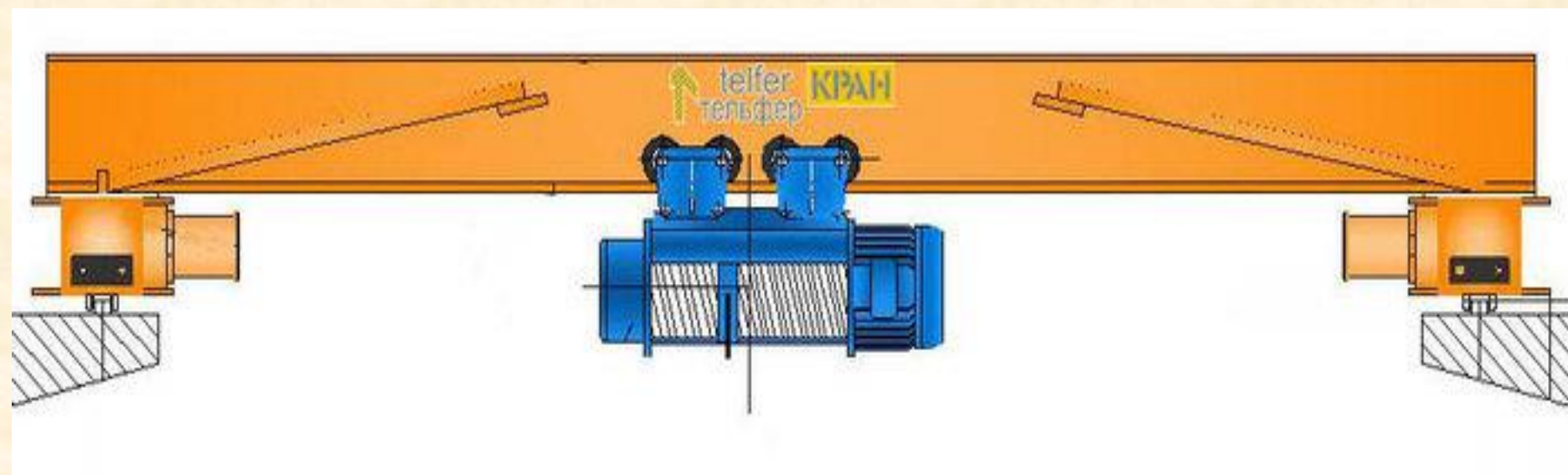
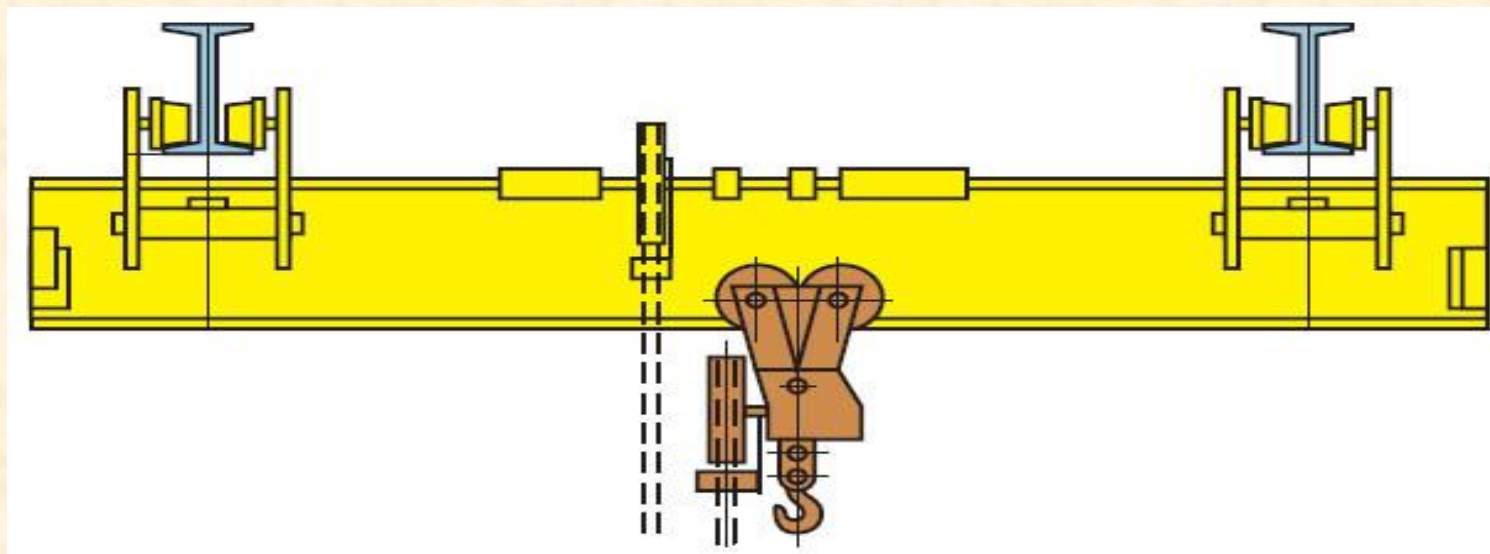
Таль цепная



# Тележка гидравлическая



# Кран-балки

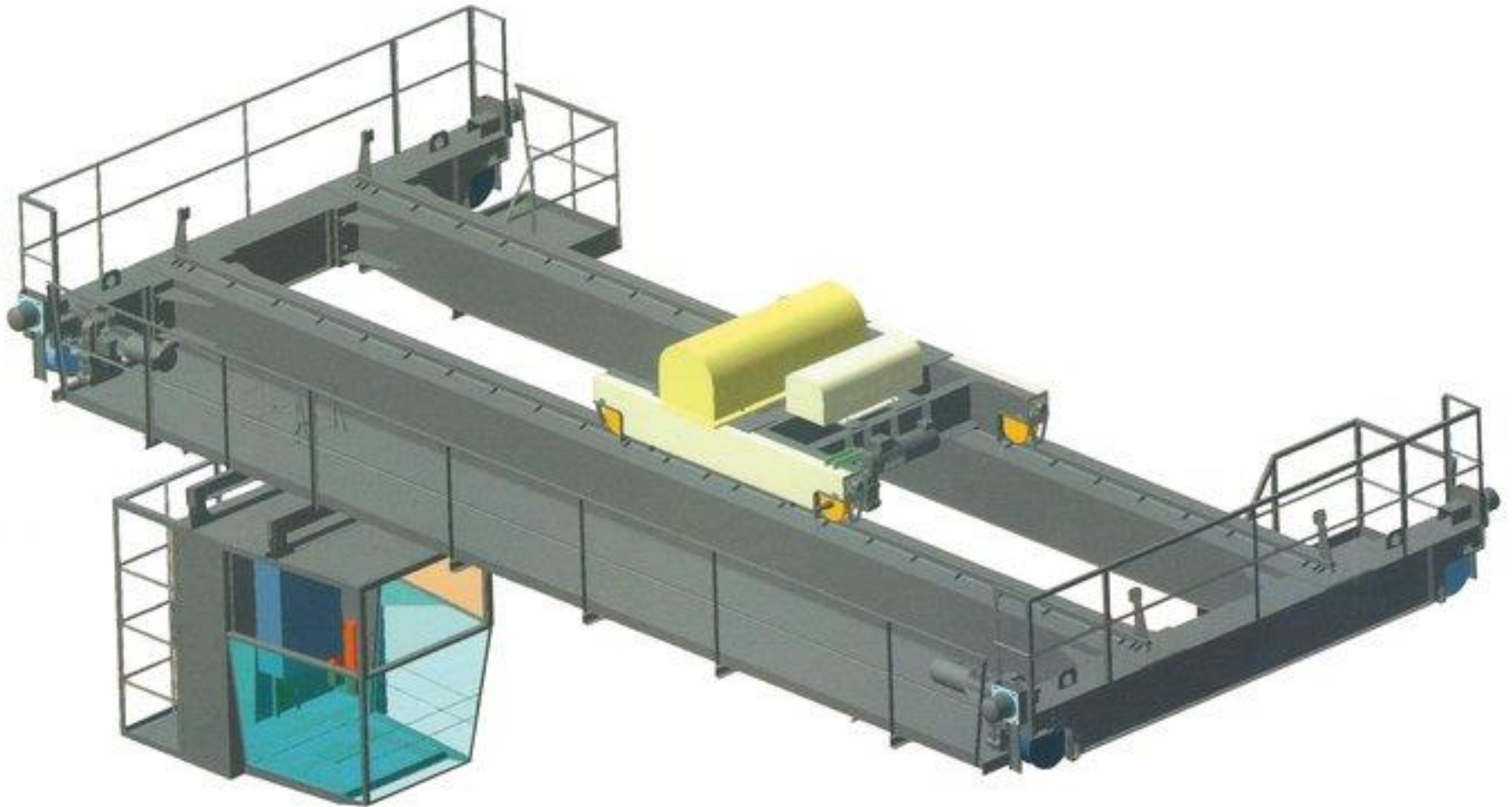




# Мостовой кран



# Двухбалочный мостовой кран



# Козловой кран



коробчатая  
конструкция

фермовая  
конструкция



# Автомобильный кран



# Автомобильные краны



# Поворотный кран



# Башенные краны



# Башенные краны









Консольный кран

# Кран-вертолёт

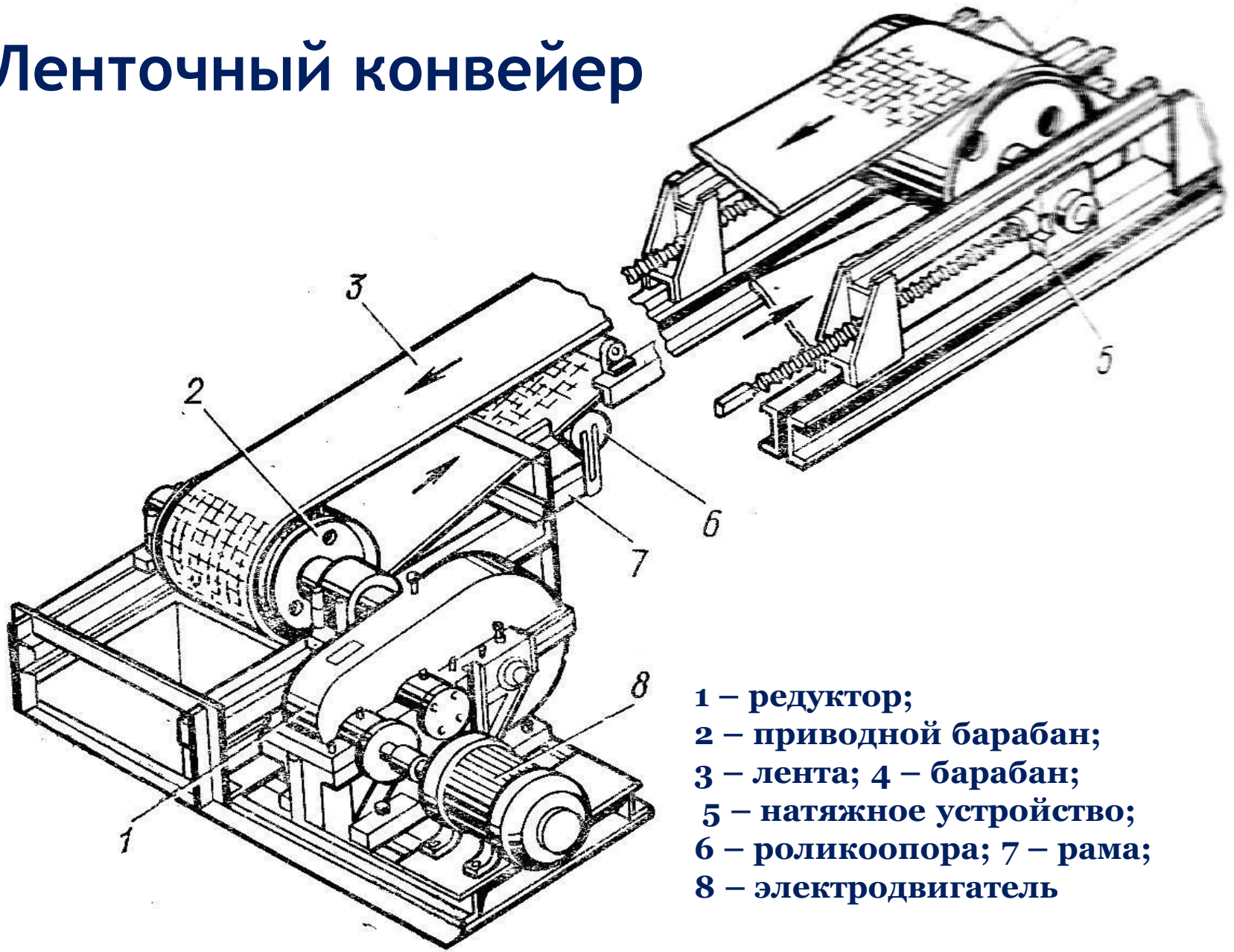




# Транспортирующие машины:

- - ленточные
- - скребковые
- - винтовые
- - элеваторы
- - пневмотранспортные
- - аэрогравитационные
- - гидротранспортные

# Ленточный конвейер



- 1 – редуктор;
- 2 – приводной барабан;
- 3 – лента; 4 – барабан;
- 5 – натяжное устройство;
- 6 – роlikоопора; 7 – рама;
- 8 – электродвигатель

# Ленточный конвейер

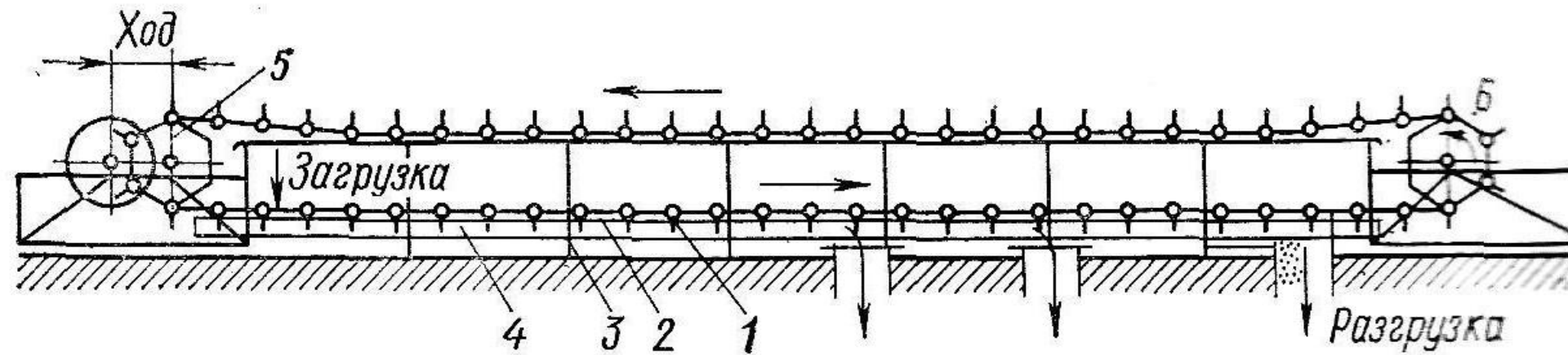


# Ленточный конвейер



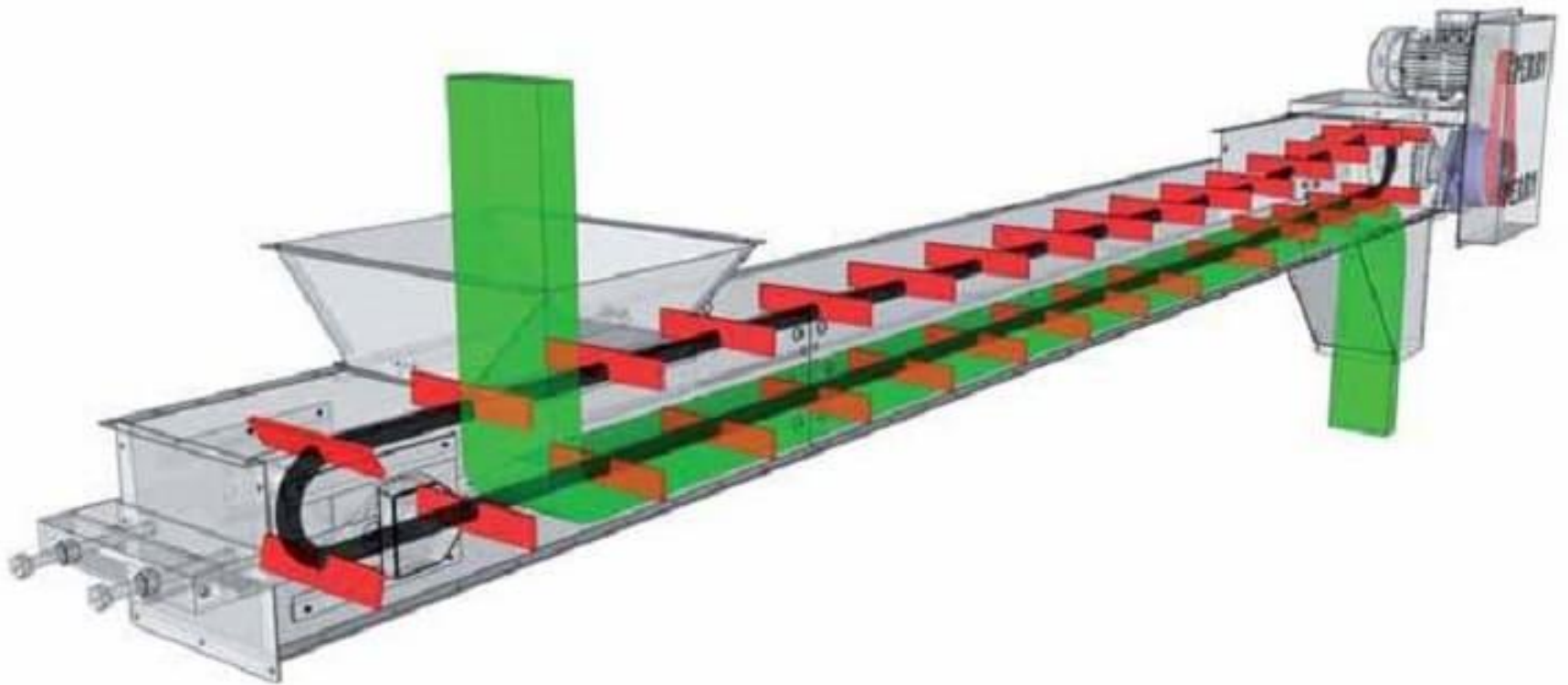


# Скребокый конвейер



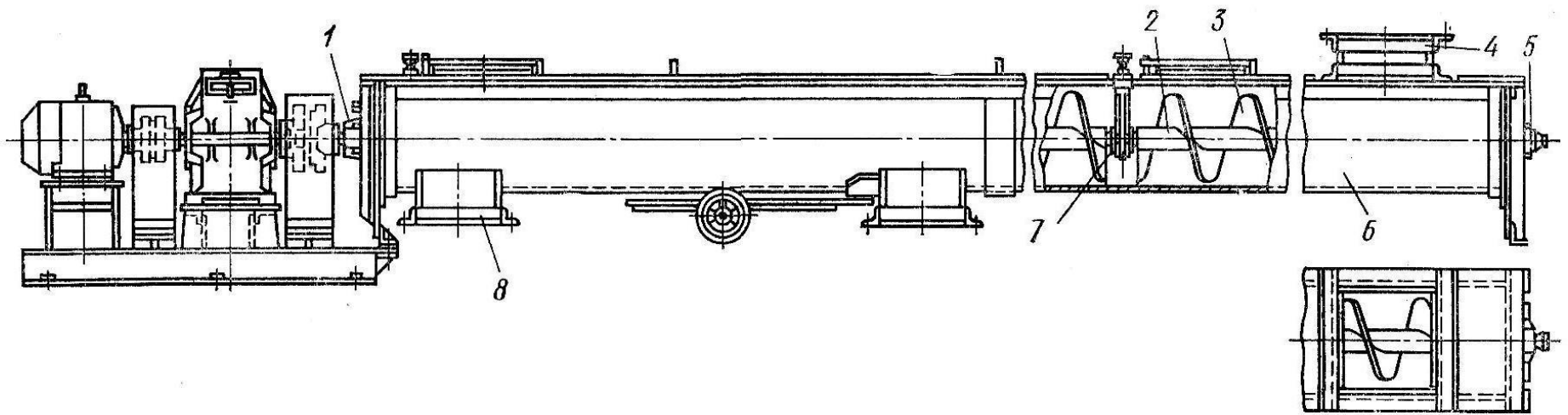
1 – скребки; 2 – цепь; 3 – рама; 4 – желоб;  
5, 6 – натяжная и приводная звездочки

# Скребковый конвейер

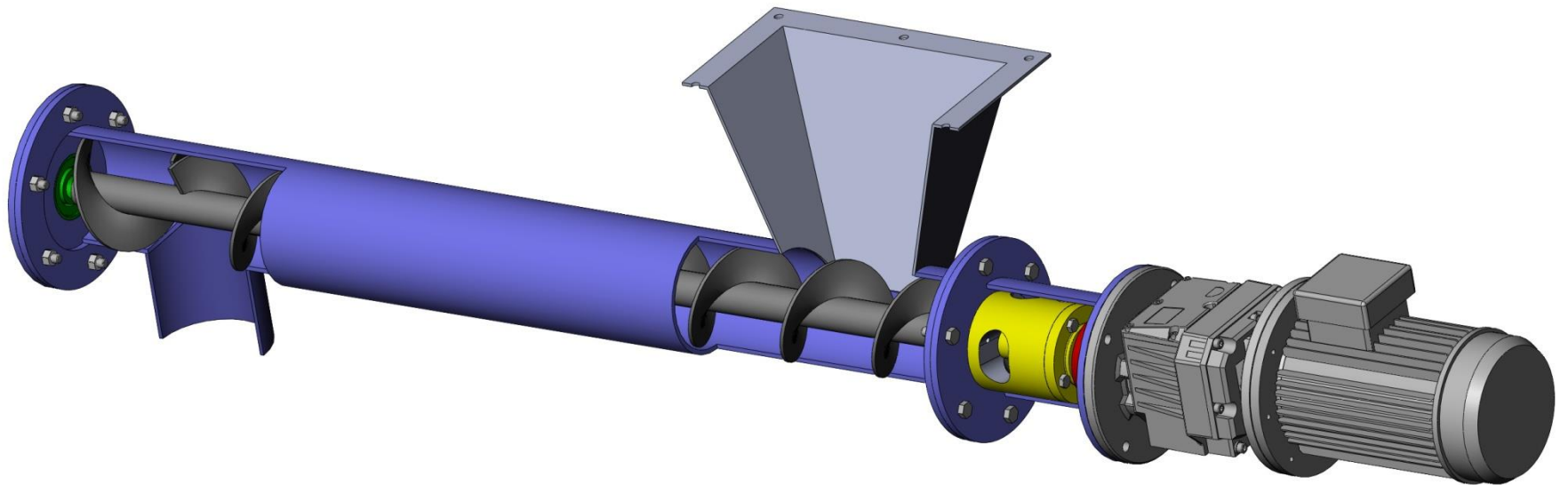




# Винтовой конвейер



**1, 5 – подшипники; 2 – трубчатый вал; 3 – винт;  
4 – загрузочное устройство; 6 – желоб; 7 – промежуточные  
подшипники; 8 – разгрузочное устройство**

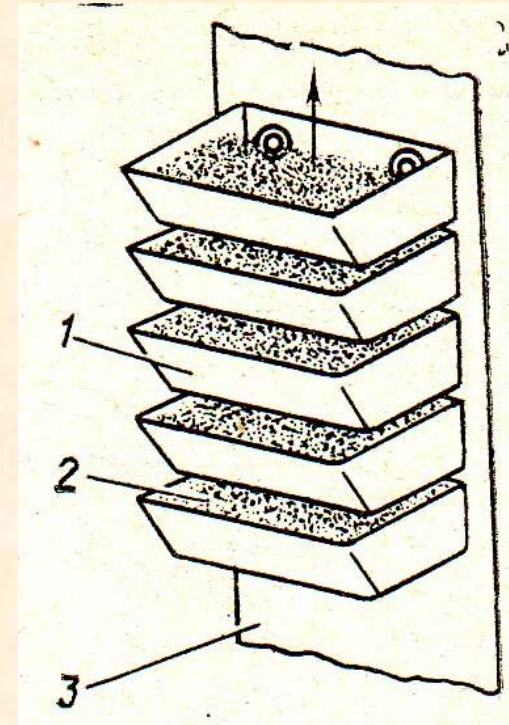
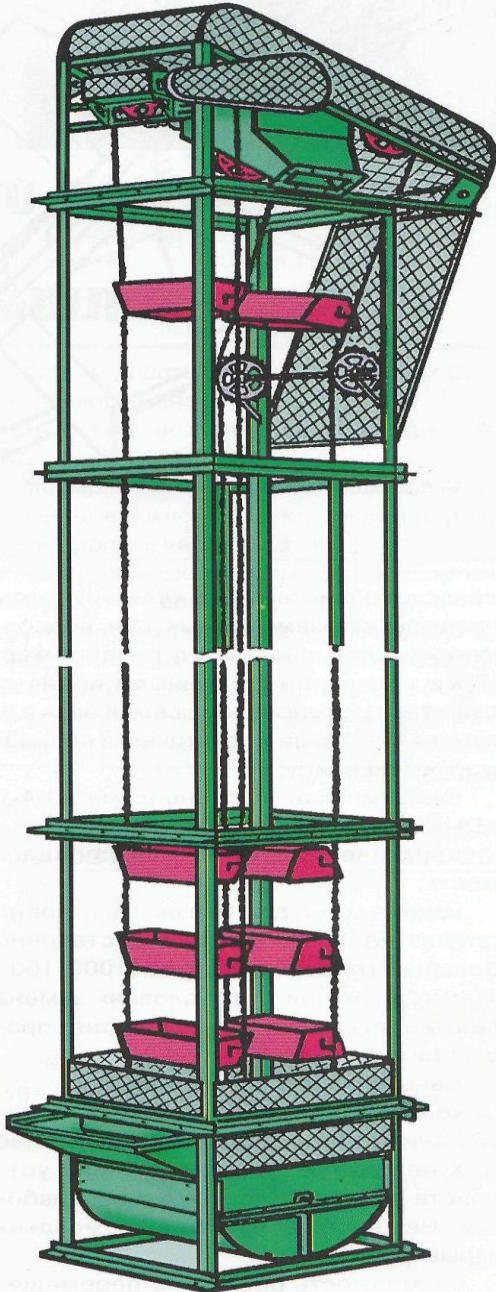






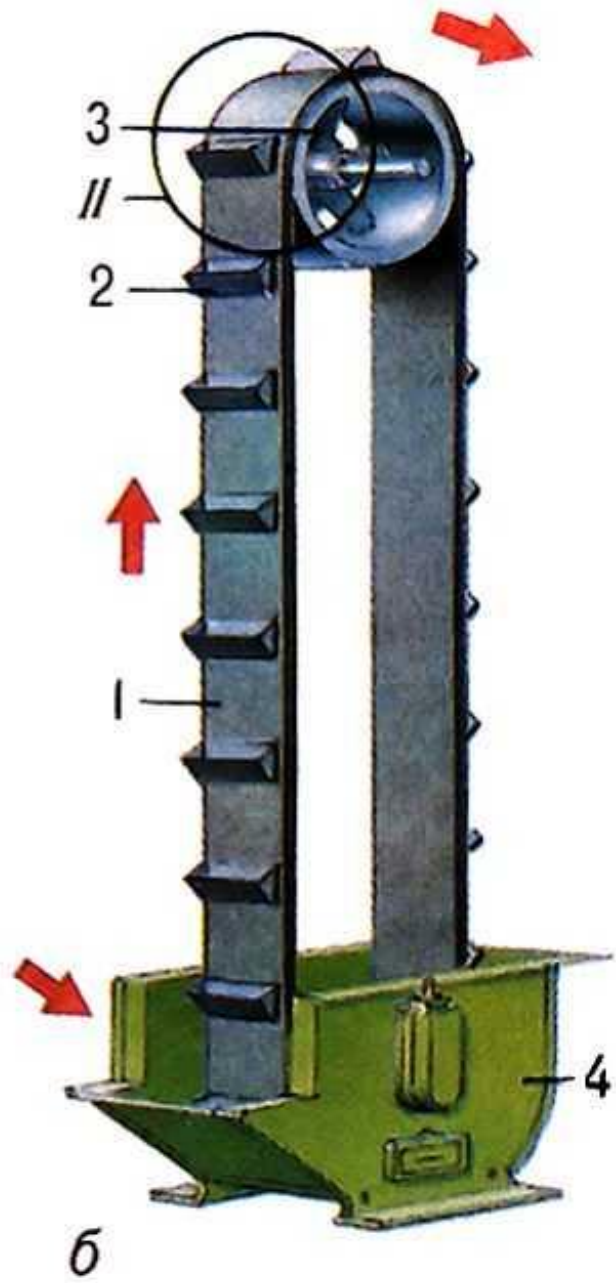
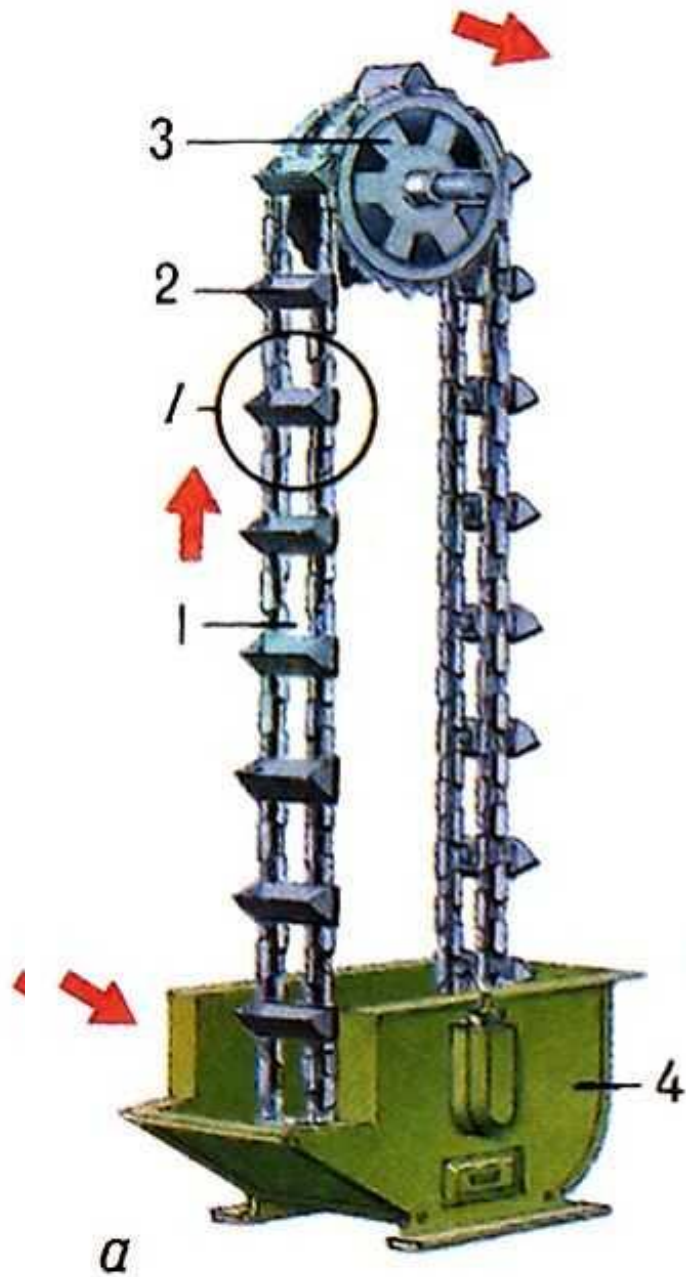
Дон-1500

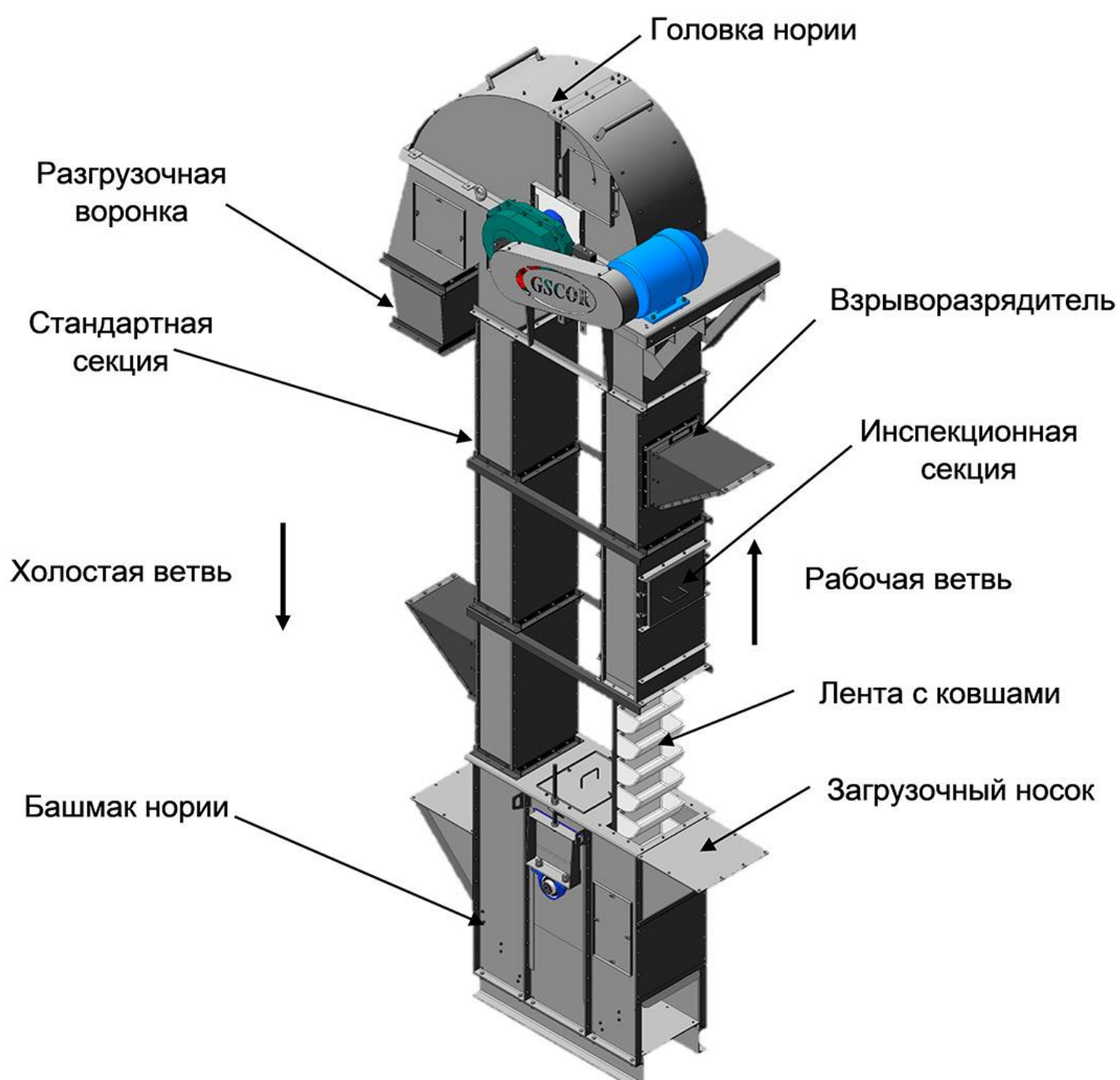
- **Нория**  
**(ковшовый конвейер)**



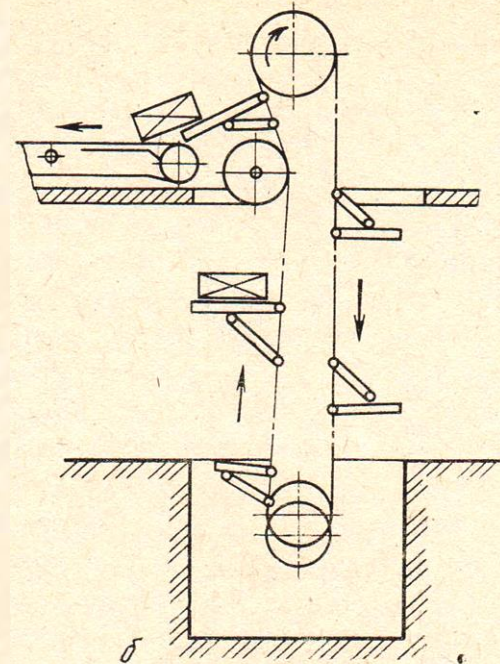
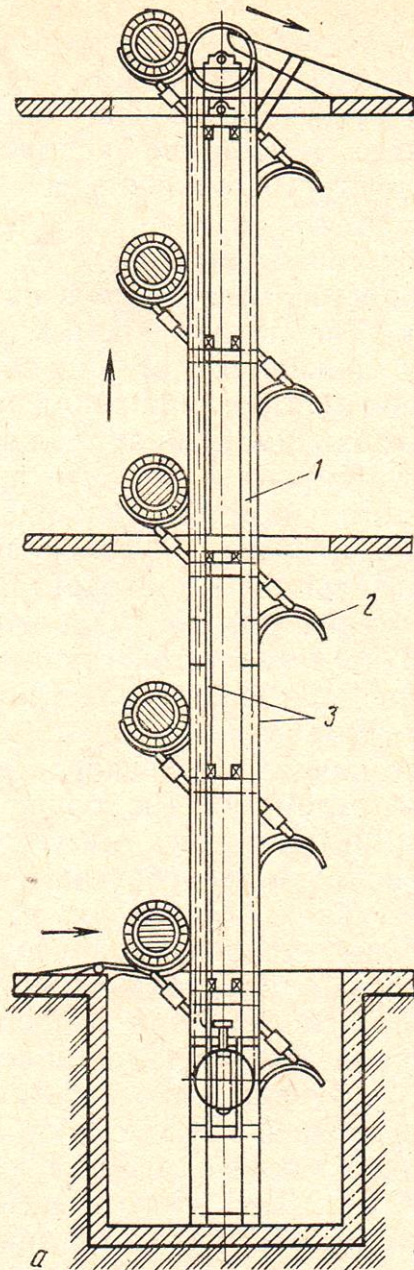
**Схема расположения ковшей:**  
**1 – ковш; 2 – транспортируемый материал; 3 - лента**



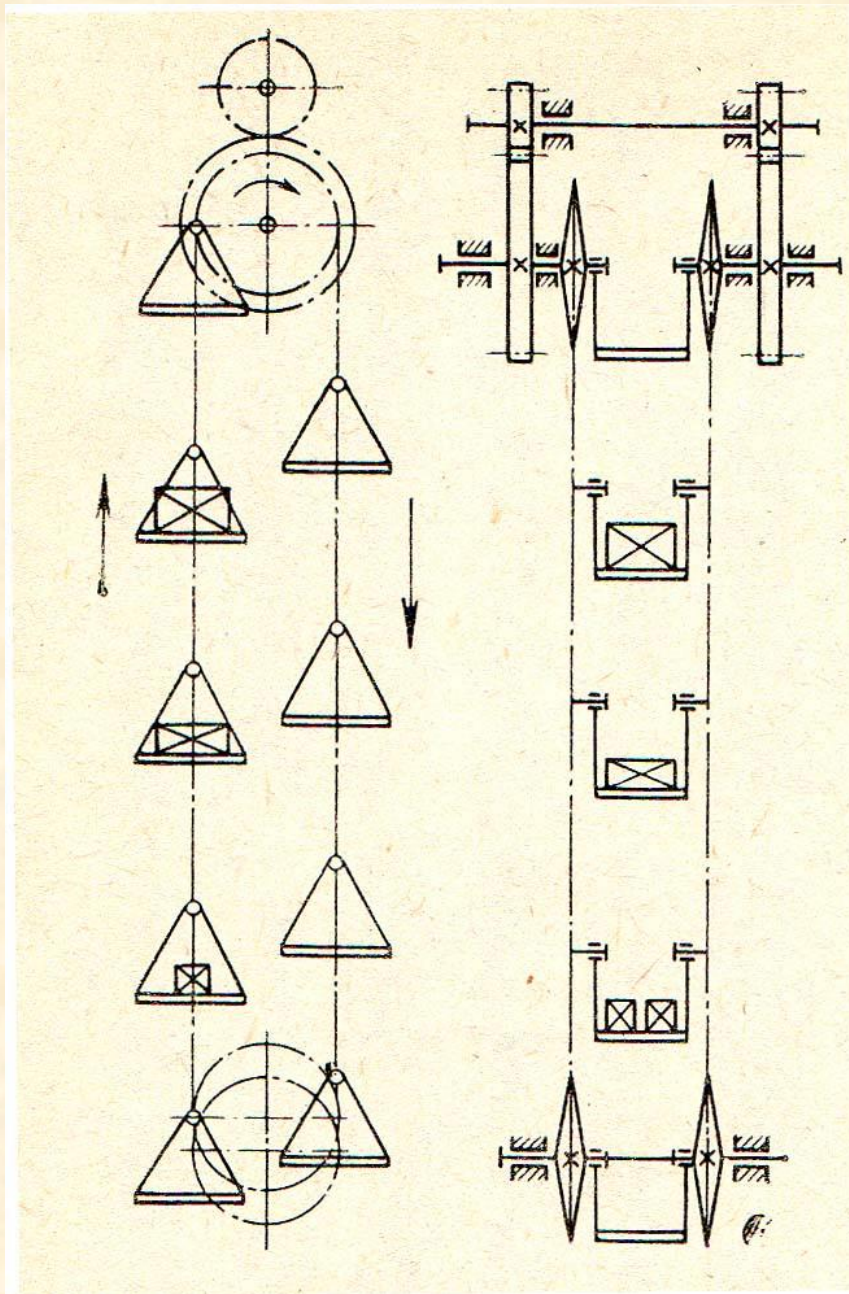




## Схемы полочных элеваторов



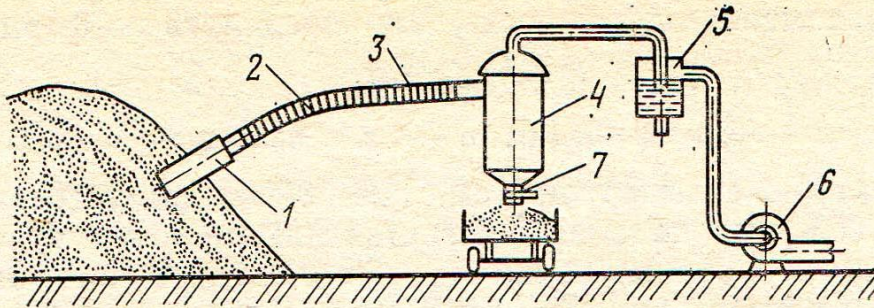
а — для бочек: 1 — пластинчатая цепь; 2 — захваты; 3 — направляющие; б — для ящиков.



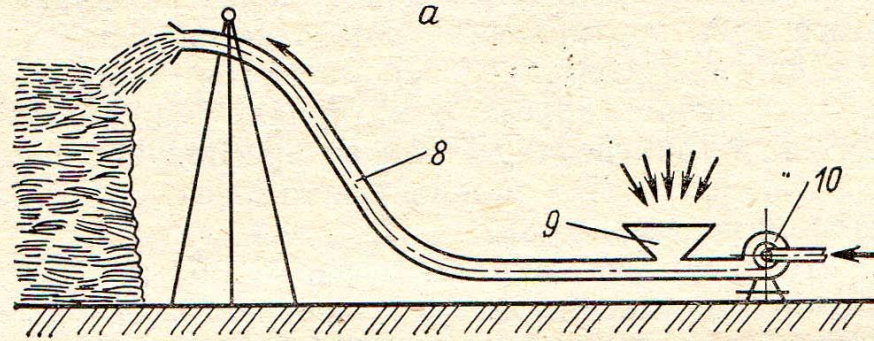
# Схема люлечного элеватора

## Схемы пневматических транспортеров:

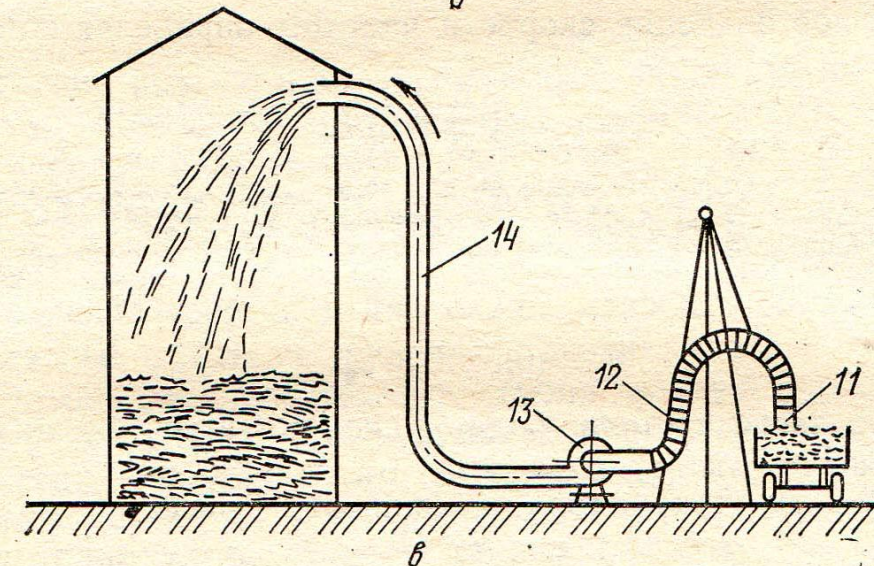
- а - всасывающего;  
 б - нагнетательного;  
 в - смешанного;  
 1 и 11 - сопла;  
 2 и 3 - гибкие трубопроводы;  
 4 - разгрузатель;  
 5 - фильтр;  
 6, 10 и 13 - вентиляторы;  
 7 - затвор;  
 8, 12 и 14 - трубопроводы;  
 9 - загрузочная воронка



а



б



в

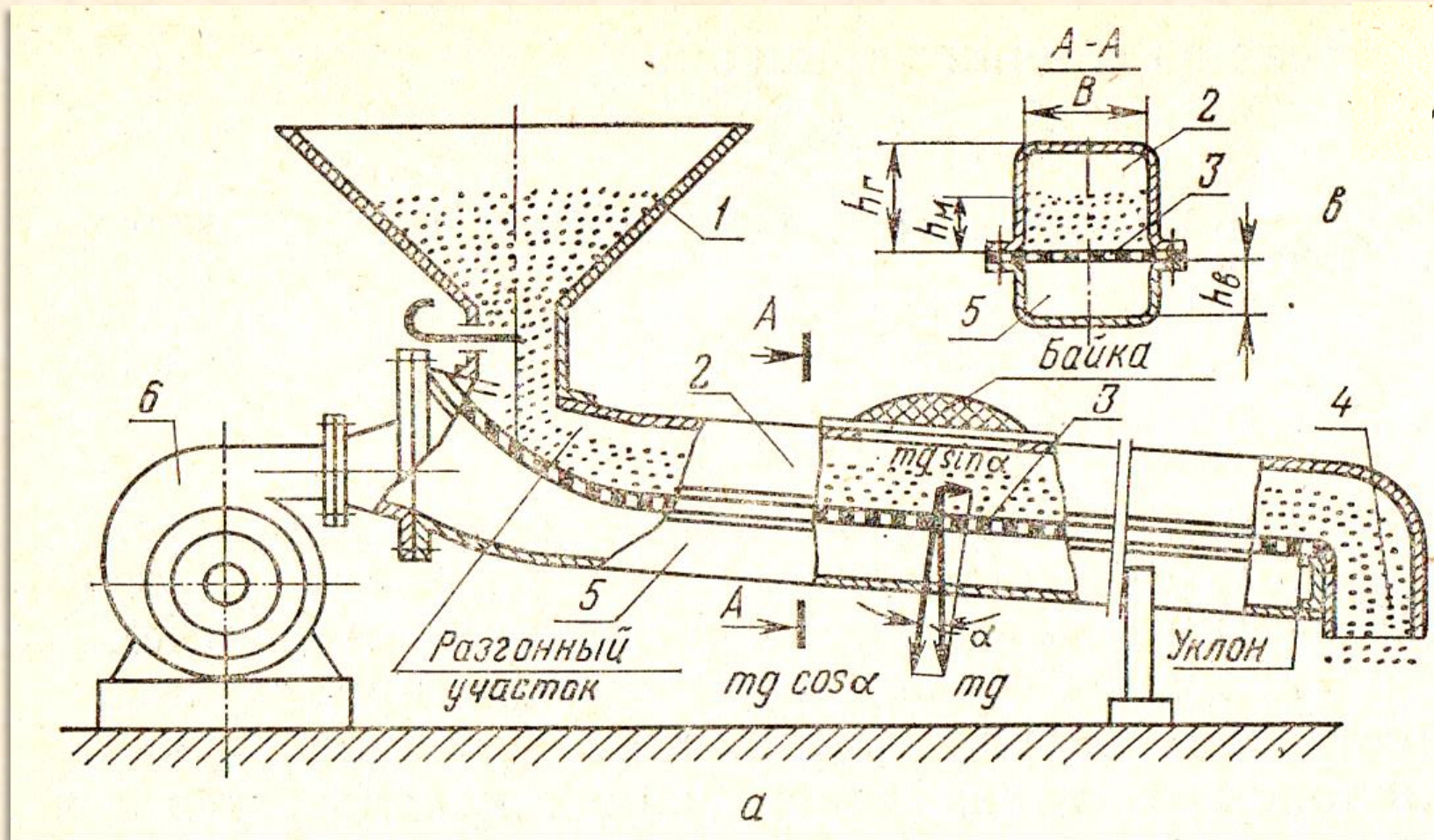






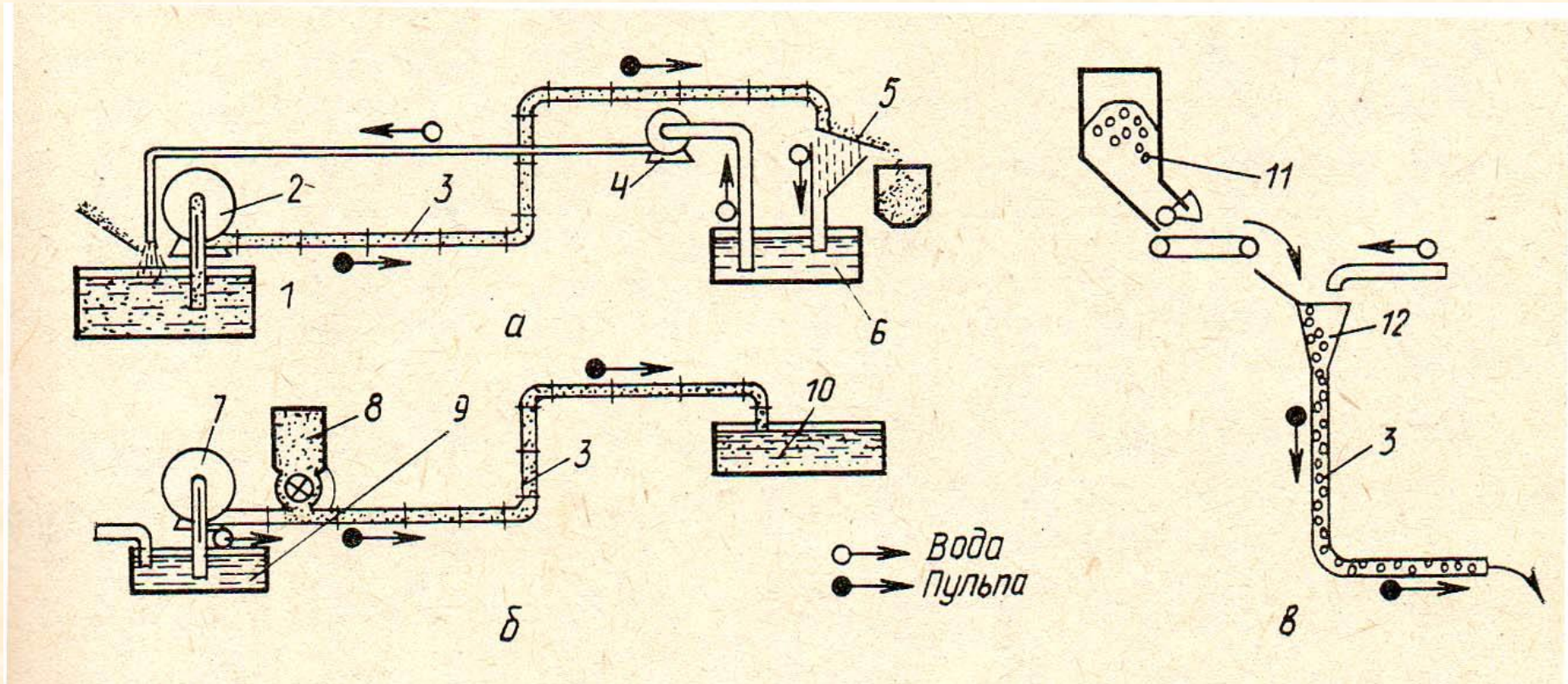


# Аэрогравитационный конвейер



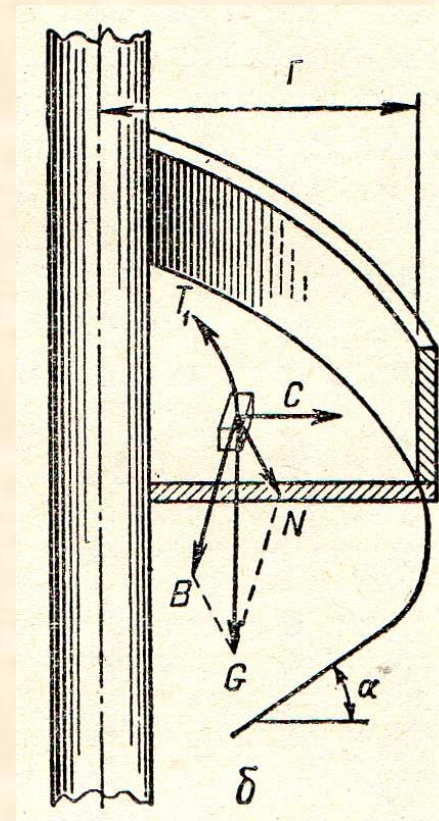
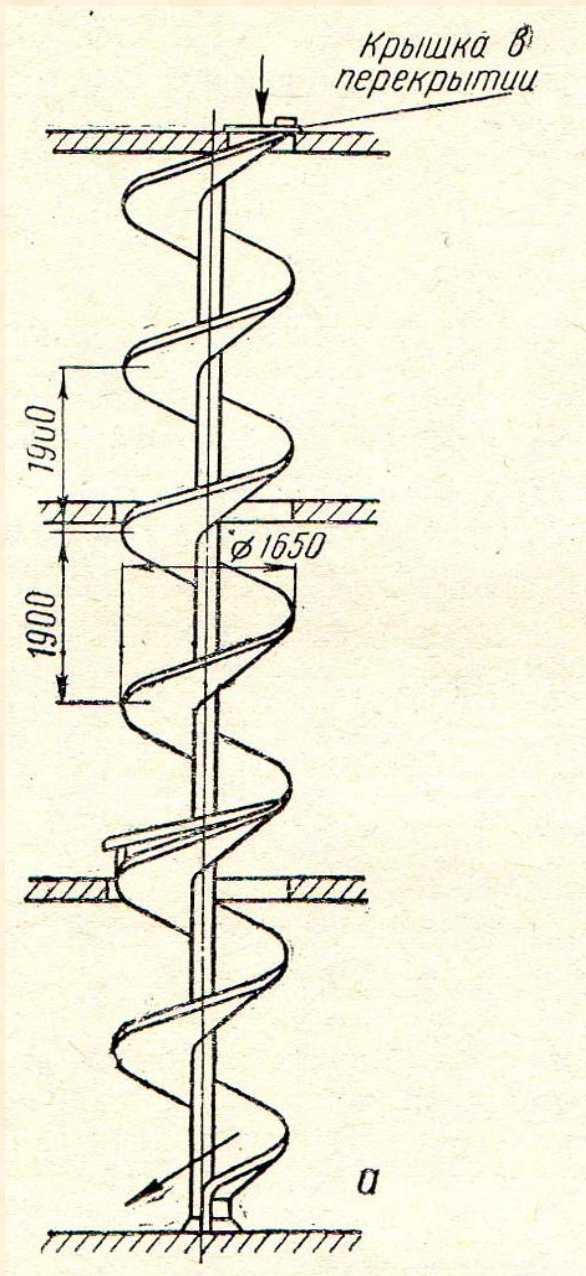
1 – бункер; 2 – грузовой канал; 3 – перегородка; 4 – разгрузочное окно; 5 – воздушный канал; 6 – вентилятор

# Схемы гидротранспортных установок



**а – с пульпонасосом; б – с водяным насосом и питателем; в – самотечная;**  
**1 – бак для гидросмеси; 2 – пульпонасос; 3 – трубопровод для смеси;**  
**4, 7 – водяной насос; 5 – водоотделительный грохот; 8 – бункер;**  
**9 – резервуар для воды; 10 – резервуар для гидросмеси; 11 – бункер для насыпного груза; 12 – смешительная воронка.**

# Винтовой спуск



а — общий вид; б — схема сил, действующих на груз при перемещении его по спуску.

# ПОГРУЗОЧНЫЕ МАШИНЫ

- ПЕРИОДИЧЕСКОГО  
ДЕЙСТВИЯ
- НЕПРЕРЫВНОГО  
ДЕЙСТВИЯ

# ПОГРУЗОЧНЫЕ МАШИНЫ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ

**Самоходный  
погрузчик  
экскаватор**







# Погрузчик экскаватор





# Погрузчик экскаватор



# Погрузчик экскаватор

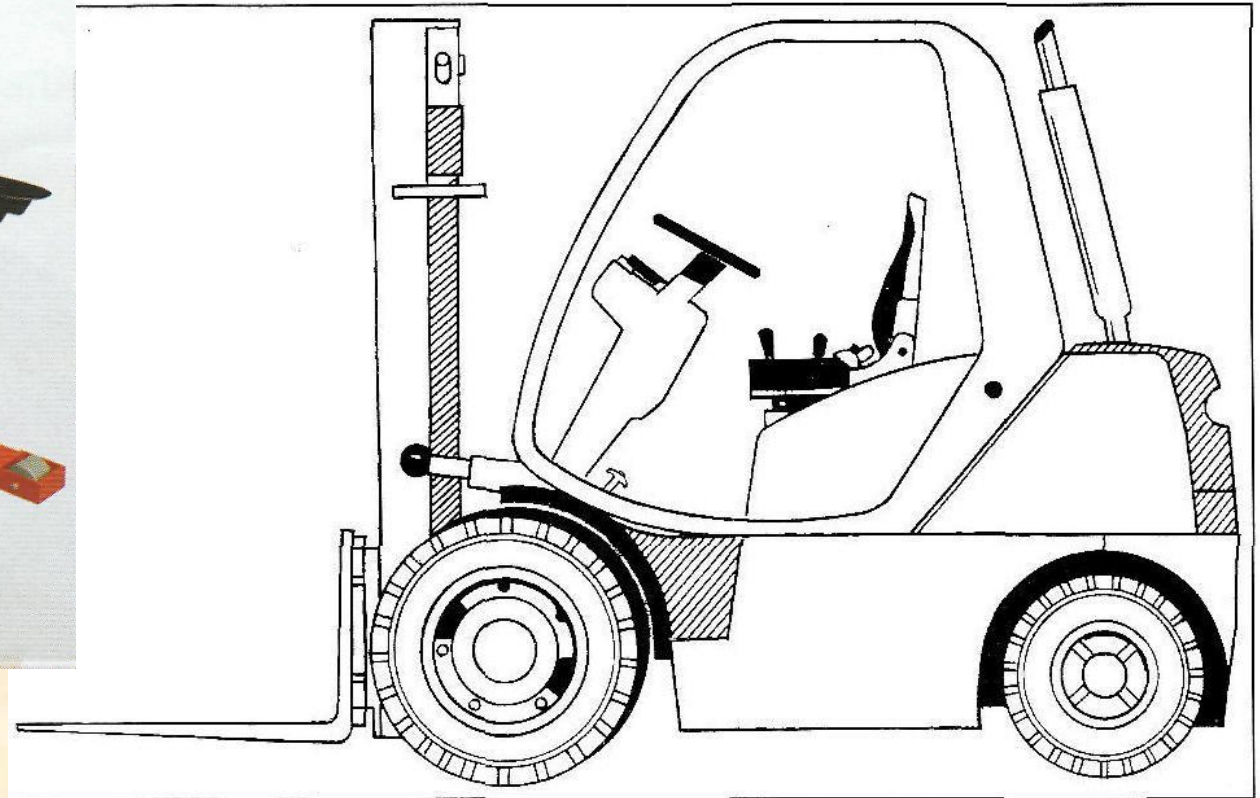
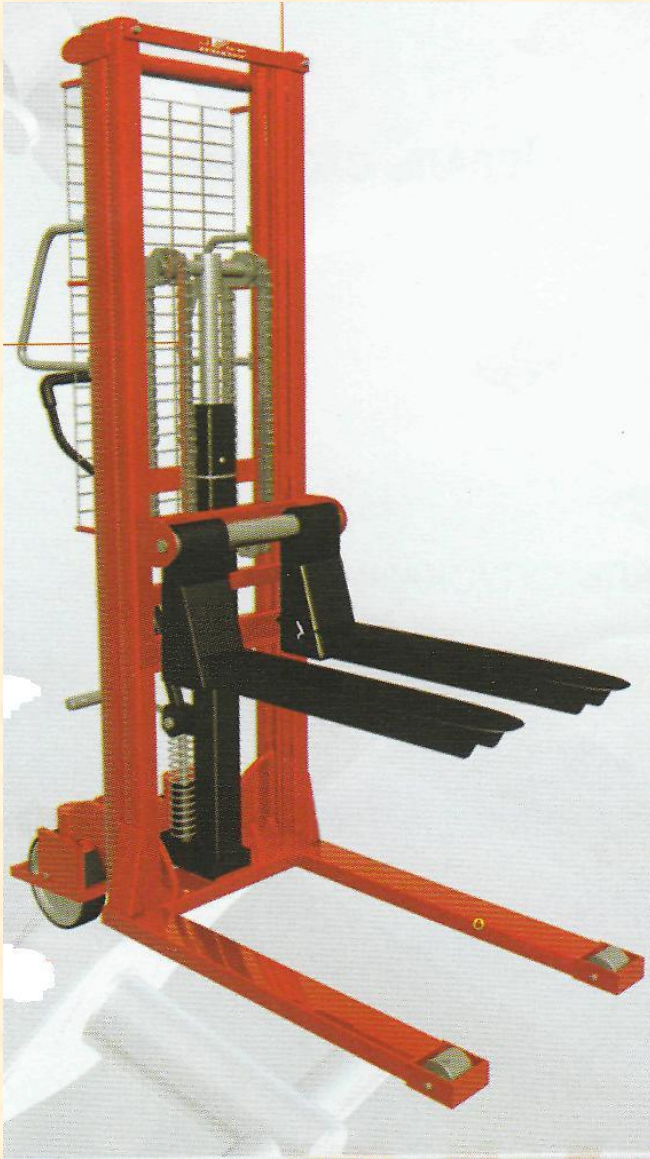


# СТОГОМЕТ



# Штабеллер

## Погрузчик вилочный



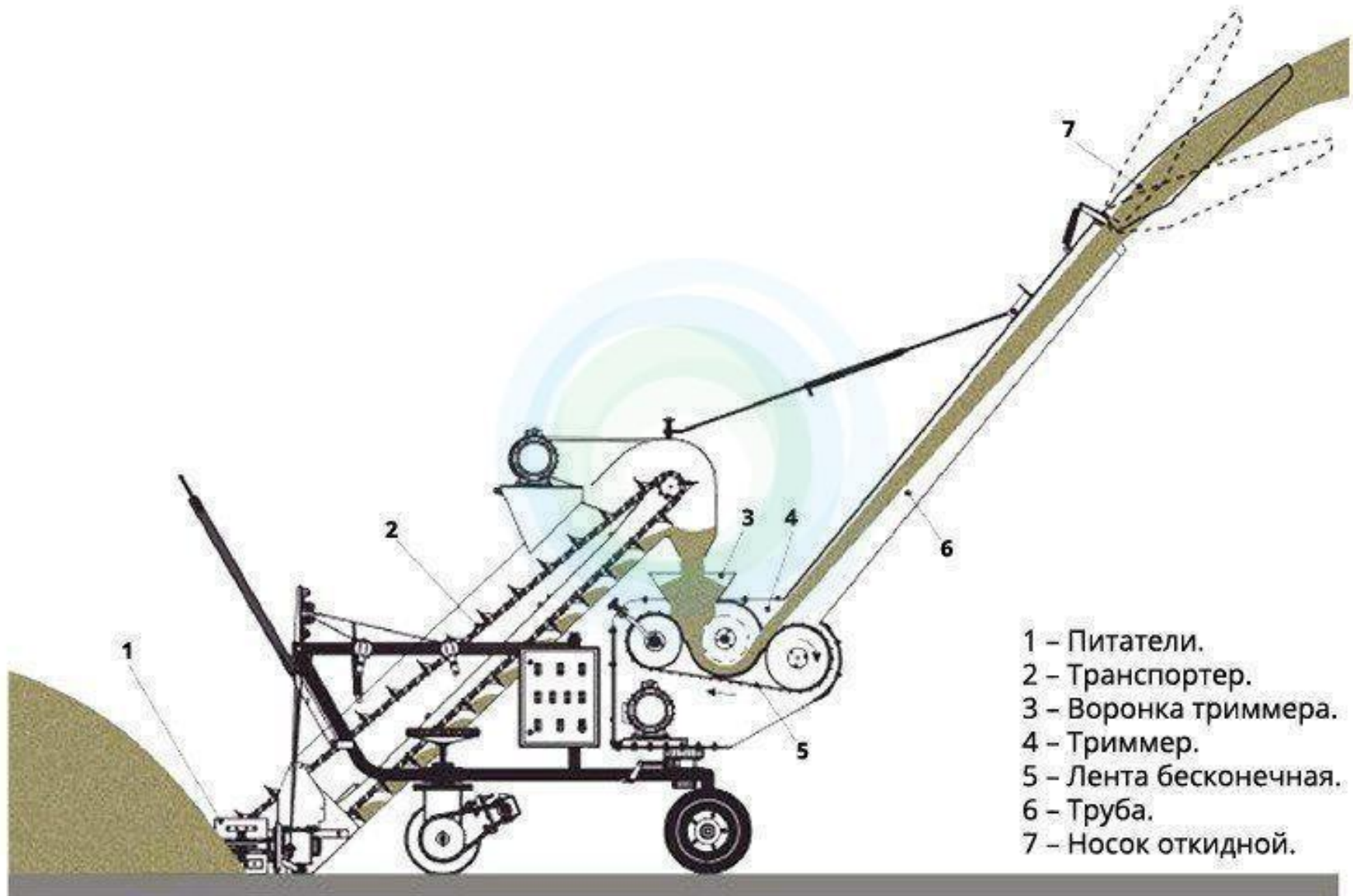
# ПОГРУЗОЧНЫЕ МАШИНЫ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ



# ПОГРУЗОЧНЫЕ МАШИНЫ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ



# Передвижной пневмопогрузчик зерна



- 1 – Питатели.
- 2 – Транспортер.
- 3 – Воронка триммера.
- 4 – Триммер.
- 5 – Лента бесконечная.
- 6 – Труба.
- 7 – Носок откидной.

# Передвижной погрузчик зерна









Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
Российский государственный аграрный университет – МСХА  
имени К.А. Тимирязева

# ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫЕ МАШИНЫ

**(КУРС ЛЕКЦИЙ ДЛЯ СТУДЕНТОВ,  
ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО НАПРАВЛЕНИЮ  
«АГРОИНЖЕНЕРИЯ»)**

**Академик РАН, д.т.н., профессор  
ЕРОХИН М.Н.**

**Цель курса: изучение конструкций и методов расчета подъемно-транспортных машин**

**В результате изучения курса ПТМ студент должен:**

**знать:**

- ❖ историю развития ПТМ;
- ❖ роль ПТМ в повышении производительности труда;
- ❖ физико-механические свойства с.х. грузов;
- ❖ устройство ПТМ и правила их безопасной эксплуатации;
- ❖ алгоритм расчета и конструирования ПТМ.

## **уметь:**

- ❖ **подбирать ПТМ для механизации погрузочно-разгрузочных работ;**
- ❖ **подбирать грузозахватные механизмы и приспособления;**
- ❖ **проектировать основные механизмы грузоподъемных машин;**
- ❖ **оценивать устойчивость грузоподъемных машин;**
- ❖ **выполнять общий расчет ленточных, скребковых, винтовых и др. транспортирующих машин;**
- ❖ **выполнять чертежи основных механизмов и общего вида ПТМ.**

## **иметь представление:**

- ❖ о перспективных видах ПТМ (о транспорте на магнитной подушке, о использовании дирижаблей и вертолетов в качестве грузоподъемных машин и др.);**
- ❖ о тенденциях развития подъемно-транспортного машиностроения.**

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. **Подъемно-транспортные машины: учебник / М.Н. Ерохин, С.П. Казанцев, И.Ю. Игнаткин [и др.]; под редакцией М.Н. Ерохина. – Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. – 456 с. ISBN 978-5-4497-1668-2**
2. **Электронно-библиотечная система РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева**
3. **Подъемно-транспортные машины. (учебник, авт. М.Н.Ерохин, С.П.Казанцев и др. – М.: КолосС, 2010).**
4. **Подъемно-транспортные машины (технические задания, профессионально-ориентированные задачи и контрольные вопросы). М.Н. Ерохин, С.П. Казанцев, Д.М. Скороходов, Н.Н. Чупятов. – М.: МЭСХ, 2020. – 74 с.**
5. **Грузоподъемные машины: Учебник для вузов. М.П. Александров. – М.: Изд-во МГТУ им Н.Э. Баумана – Высшая школа, 2000. – 552 с.**

ФГОС ВО

М.Н. Ерохин, С.П. Казанцев, И.Ю. Игнаткин,  
Д.М. Скороходов, О.М. Мельников

## Подъемно-транспортные машины

Учебник



 IPR MEDIA  
ИЗДАТЕЛЬСТВО

**Учебник соответствует  
требованиям**

**Федерального государственного  
образовательного стандарта  
высшего образования.**

**Предназначен для студентов,  
изучающих дисциплины**

**«Детали машин, основы  
конструирования и подъемно-  
транспортные машины»,  
«Подъемно-транспортные  
машины».**

**Рекомендован Федеральным  
УМО по сельскому, лесному и  
рыбному хозяйству для  
использования в учебном  
процессе**

## РЕЦЕНЗЕНТ



**1-й зам. заведующего  
кафедрой «Подъемно-  
транспортные системы (РК-4)  
МГТУ им. Н.Э. Баумана**

**Носко Андрей Леонидович**  
д.т.н., профессор





Уральский  
федеральный  
университет  
имени первого Президента  
России Б.Н. Ельцина

V Уральский межрегиональный  
конкурс «Университетская книга – 2022»

# ДИПЛОМ

**В номинации** Лучшее учебное издание по машиностроению

**Награждается** Компания «Ай Пи Ар Медиа»

Подъемно-транспортные машины / Ерохин М. Н.,  
Казанцев С. П., Игнаткин И. Ю., Скороход Д. М.,  
Мельников О. М.  
Москва, 2022

Ректор УрФУ

Главный редактор журнала  
«Университетская книга»

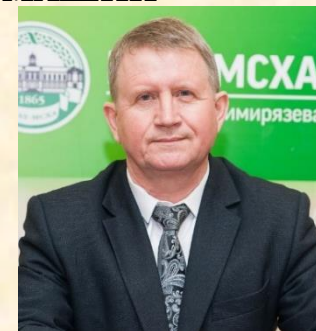
В. А. Кокшаров

Е. Н. Бейлина

## АВТОРСКИЙ КОЛЛЕКТИВ КАФЕДРЫ СОПРОТИВЛЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ И ДЕТАЛЕЙ МАШИН



**Ерохин Михаил  
Никитьевич**  
Академик РАН, д.т.н., профессор



**Казанцев Сергей  
Павлович**  
д.т.н., профессор



**Игнаткин Иван Юрьевич**  
д.т.н., профессор



**Скороходов Дмитрий  
Михайлович**  
к.т.н., доцент



**Мельников Олег Михайлович**  
к.т.н., доцент