Компьютерные технологии
ЦКТ ВЕКТОР
МГУ им. адм. Г. И. Невельского

Кузлякина Валентина Васильевна
д.т.н., проф., зав. кафедрой «Механика машин и САПР»,
Ст. преподаватель Власов Игорь Борисович

Адрес: 690059, Владивосток,
ул. Верхнепортовая, 50А
Тел.: (4232) 49-77-45, 49-77-46
E-mail: Kuzlyakina@msun.ru

№ 1

Курс лекций по дисциплине

Механика.Теории механизмов и машин, детали машин и основы конструирования.

Версия 1.0., 2005

Авторское право принадлежит ©, проф. Кузлякиной В. В.

программа защищена от копирования

При подготовке материала использован многолетний опыт работы автора и его коллег по совместной учёбе и работе. Это сотрудники кафедр «Теория механизмов и машин и детали машин» вузов:.

Московского технического университета им. Н. Э. Баумана;

С.-Петербургского технического университета;

Балтийского технического университета;

Хабаровского технического университета;

Дальневосточного технического университета;

Морского государственного университета ;

Дальневосточного технического университета рыбного хозяйства (ДАЛЬРЫБВТУЗ) и других

Рекомендуемая литература (основная)

.Теория механизмов и машин: Учебник для втузов .К. В. Фролов, С. А. Попов, А.К. Мусатов и др/ М.: Высш. шк., 2001. – 496 с.

2. Механика машин. Вульфсон И. И., Ерихов, М. Л., Коловский М. З. и др.,-М.: Высшая школа, 1996. – 511 с.

3. Попов С. А. Курсовое проектирование по ТММ., Высшая школа, 1999, с. 351

4.Решетов Д.Н. Детали машин. - М. Машиностроение, 1989. - 490 с.

5.Иванов М.А. Детали машин. -М.:Высш. шк, 1991.-383 с.

6.Элементы приборных устройств: Курсовое проектирование. В *2-х* ч./Н.П. Нестерова, А.П. Коваленко, и др. -М.: Высш. шк, 1978. -328 с.

Рекомендуемая литература: (дополнительная)

1. Иосилевич Г.Б. Детали машин. -М.: Машиностроение, 1988. - 368 с.

2. Ю.Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин. -М.: Высш. шк., 1985.- 416 с.

3. Анурьев В.И, Справочник конструктора - маши-ностроителя:В 3-х тт. -М.: Машиностроение, 1999.

4. Учебно-методический комплекс по

В процессе изучения курса знакомьтесь с пакетами.

Для этого необходимо выйти на экран рабочего стола, выбрать папку соответствующей демонстрации а затем нажать для просмотра ярлык соответствующего пакета.

Модуль 1
Введение. Структура механизмов

1. Входной тестовый контроль к модулю1.
2. Лекции 1:

   1.1. Введение. Предметы и задачи дисциплины.

   1.2. Элементы структуры механизмов.

   Лекция 2:

   2.1. Исследование кинематики рычажных механизмов. Графический метод.

   2.2. Кинетостатический анализ механизмов.

   2.3. Элементы динамики машин.

3. Лабораторные работы:

3.2. Структурный анализ механизмов (на моделях).

3.3. Структурирование схем механизмов в системе ДИНАМО.

4. Практическое занятие:

4.1. Структурный анализ механизмов.

4.2. Динамика машин. Выбор электродвигателя.

5. Выходной тестовый контроль по модулю 1.

Перечень вопросов входного контроля для модуля № 1:

1. Какая величина называется силой?
2. Какая величина называется вращающим моментом?
3. Какая величина называется мощностью?
4. Что является силовым фактором?
5. Какое тело называется свободным?
6. Какое тело нельзя назвать свободным?
7. Какие силы учитываются в механических системах?
8. Какая величина называется коэффициентом полезного действия (механический КПД)?

9. Какое действие тел друг на друга называется механическим?

10. Что является мерой механического взаимодействия тел?

11. В каких единицах системы СИ измеряется мощность?

12. В каких единицах системы СИ измеряется сила?

13. В каких единицах системы СИ измеряется работа?

14. В каких единицах системы СИ измеряется кинетическая энергия?

15. При каких условиях движение тела будет поступательным?

16. Какая величина называется скоростью движения?

17. Какая величина называется ускорением движения?

18. Чему равна разность квадратов двух чисел?

19. Чему равен квадрат разности двух чисел?

20. Чему равна разность кубов двух чисел?

21. Чему равен куб разности двух чисел?

22. Что такое радиан?

23. Что такое вектор?

24. Какие действия можно выполнять с векторами?

25. Чему равно скалярное произведение векторов?

26. Что такое производная?

27. Какие свойства справедливы для производной?

28. Какая величина называется угловой скоростью?

29. Чему равна величина - линейная скорость?

30. Что называется траекторией движения точки?

31. В каких единицах системы СИ измеряется давление?

32. Какая сила называется силой тяжести?

33. Какие величины относятся к векторным?

34. Какие следствия можно вывести из теоремы Пифагора о прямоугольном треугольнике?

35. Какие стандартные масштабы являются масштабами увеличения?

36. Какие стандартные масштабы являются масштабами уменьшения?

37. Какая величина называется силой?

38. Что является мерой “инертности” тела?

39. Что называется механическим движением тела?

40. Какая величина называется силой трения?

41. Как называется линия, по которой движется точка?

42. Чем характеризуется вращательное движение твердого тела?

43. Что характеризует быстроту изменения углового перемещения тела с течением времени?

44. Что характеризует быстроту изменения угловой скорости тела с течением времени?

45. Что характеризует быстроту изменения положения точки в пространстве с течением времени?

46. Что характеризует быстроту изменения скорости точки по модулю и направлению с течением времени?

47. Как называется вращение твердого тела, при котором угол поворота тела изменяется пропорционально времени?

48. Как называется движение, при котором точка в равные произвольно выбранные промежутки времени проходит равные пути?

49. Что определяет быстроту и направление движения точки в данный момент времени?

50. В чем указывают линейные размеры на машиностроительных чертежах?

51. Как располагают основную надпись (угловой штамп) на поле чертежа?

52. Как называется теорема, которой соответствует утверждение “Стороны произвольного треугольника пропорциональны синусам противолежащих углов”?

53. Как называется теорема, которой соответствует утверждение “Квадрат любой стороны произвольного треугольника равен сумме квадратов двух других сторон без удвоенного произведения этих сторон на косинус угла между ними”?

54. Что называется косинусом острого угла прямоугольного треугольника?

55. Что называется синусом острого угла прямоугольного треугольника?

56. Что называется тангенсом острого угла прямоугольного треугольника?

57. Что называется котангенсом острого угла прямоугольного треугольника?

58. Чему равна сумма углов в произвольном треугольнике?

59. Чем характеризуется поступательное движение тела?

ЛЕКЦИЯ № 1

1.1. Введение. Предметы и задачи дисциплины.

1.2. Элементы структуры механизмов.

1.2.1. Понятия: механизм, машина

1.2.2. Звенья и их соединения. Кинематические пары.

1.2.3. Степень подвижности механизма.

1.2.4. Структурный синтез и анализ механизмов.

57. Что называется котангенсом острого угла прямоугольного треугольника?

58. Чему равна сумма углов в произвольном треугольнике?

59. Чем характеризуется поступательное движение тела?

Современное производство невозможно без самых разнообразных машин и механизмов.

1.2.1. Понятия: механизм, машина

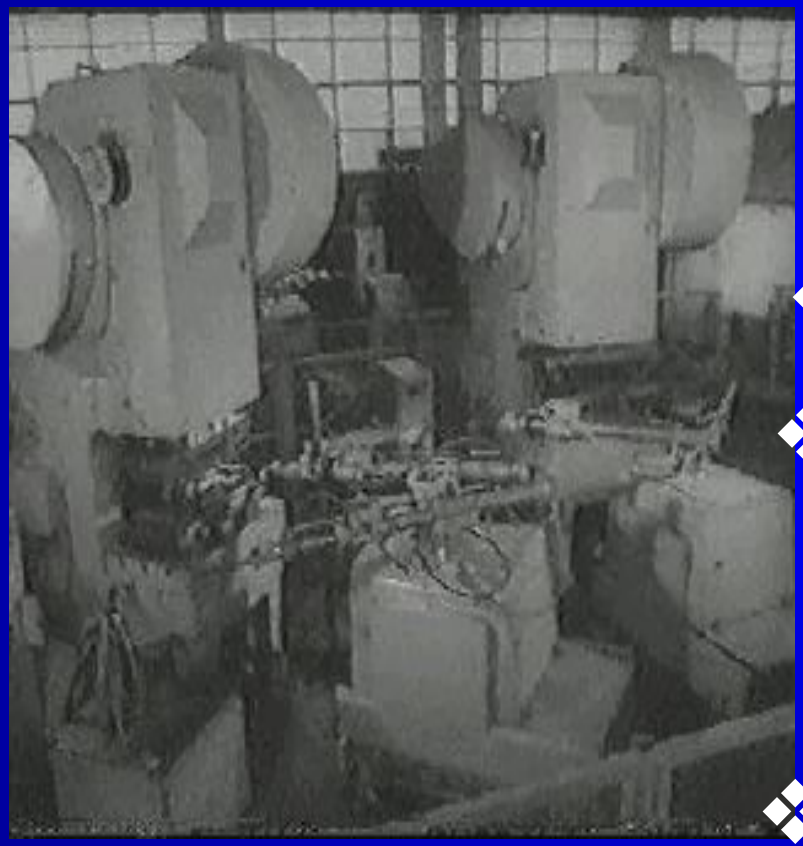
Машина *есть техническое устройство, предназначенное для механизации какого - либо процесса.*

Иногда понятия машина и механизм употребляют как синонимы.

Машина чаще всего есть комплекс различных механизмов.

Один и тот же механизм может быть использован во многих отличающихся друг от друга машинах.

В зависимости от выполняемых функций машины делятся на:



- Энергетические
- Технологические
- Транспортные
- Контрольные и управляющие
- Информационные

Рис. 1.1 Машины

Типы машин

Рис. 1.2 Гидравлические машины

Рис. 1.3 Пневматические машины

Механизмы делятся на группы:

1. Преобразующие какую-либо энергию в механическую работу. Это механизмы энергетических машин: электродвигатели, паровые машины, паровые и газовые турбины, гидротурбины, двигатели внутреннего сгорания и другие.

2. Потребляющие подводимую к ним энергию, выполняющие определенные технологические функции. Это механизмы различных станков, пищеобрабатывающих, полиграфических машин, и др.

3. Преобразующие движение. Это - передаточные механизмы.

4. Механизмы приборов и управляющих систем.

Исполнительный механизм может работать только в том случае, если он соединён с двигателем. Двигатель и соединенный с ним рабочий механизм называется ***машинным агрегатом.***

Определение машинного агрегата:

Машина-двигатель, передаточное устройство, рабочая машина и система управления, запроектированные как одно конструктивное целое, предназначенное для выполнения определенных технологических операций.

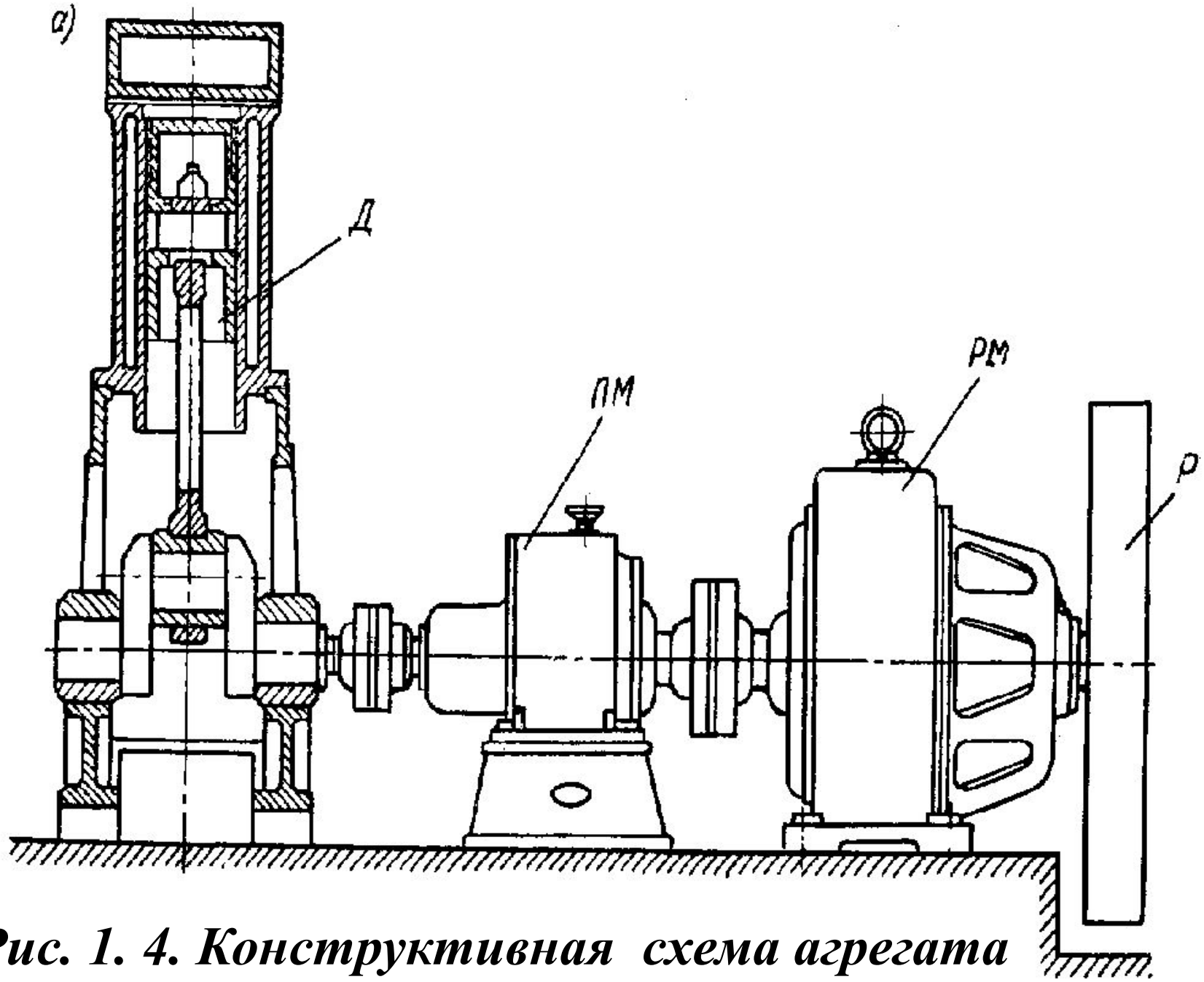
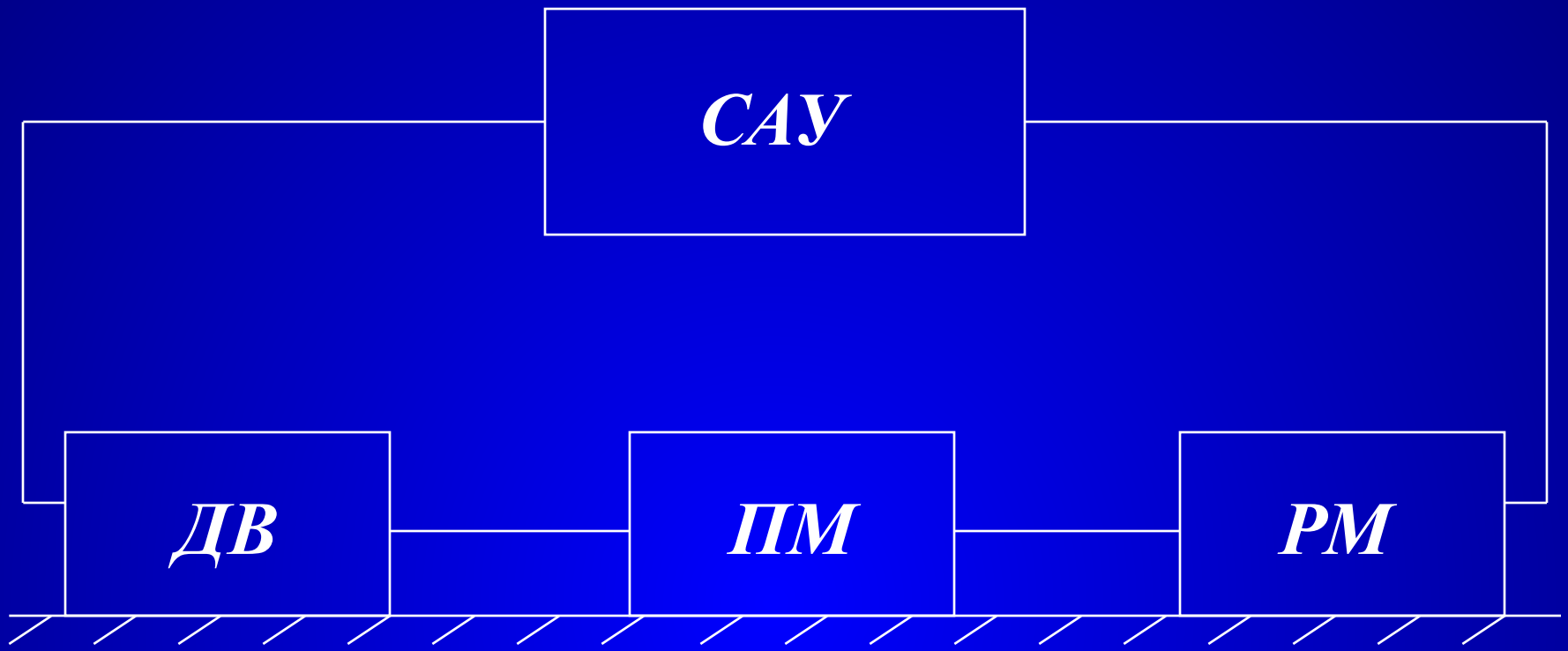


Рис. 1. 4. Конструктивная схема агрегата



ДВ **-** двигатель

РМ – рабочая машина

ПМ – передаточное устройство

САУ – система автоматизированного управления

Рис. 1.5 Функциональная схема агрегата

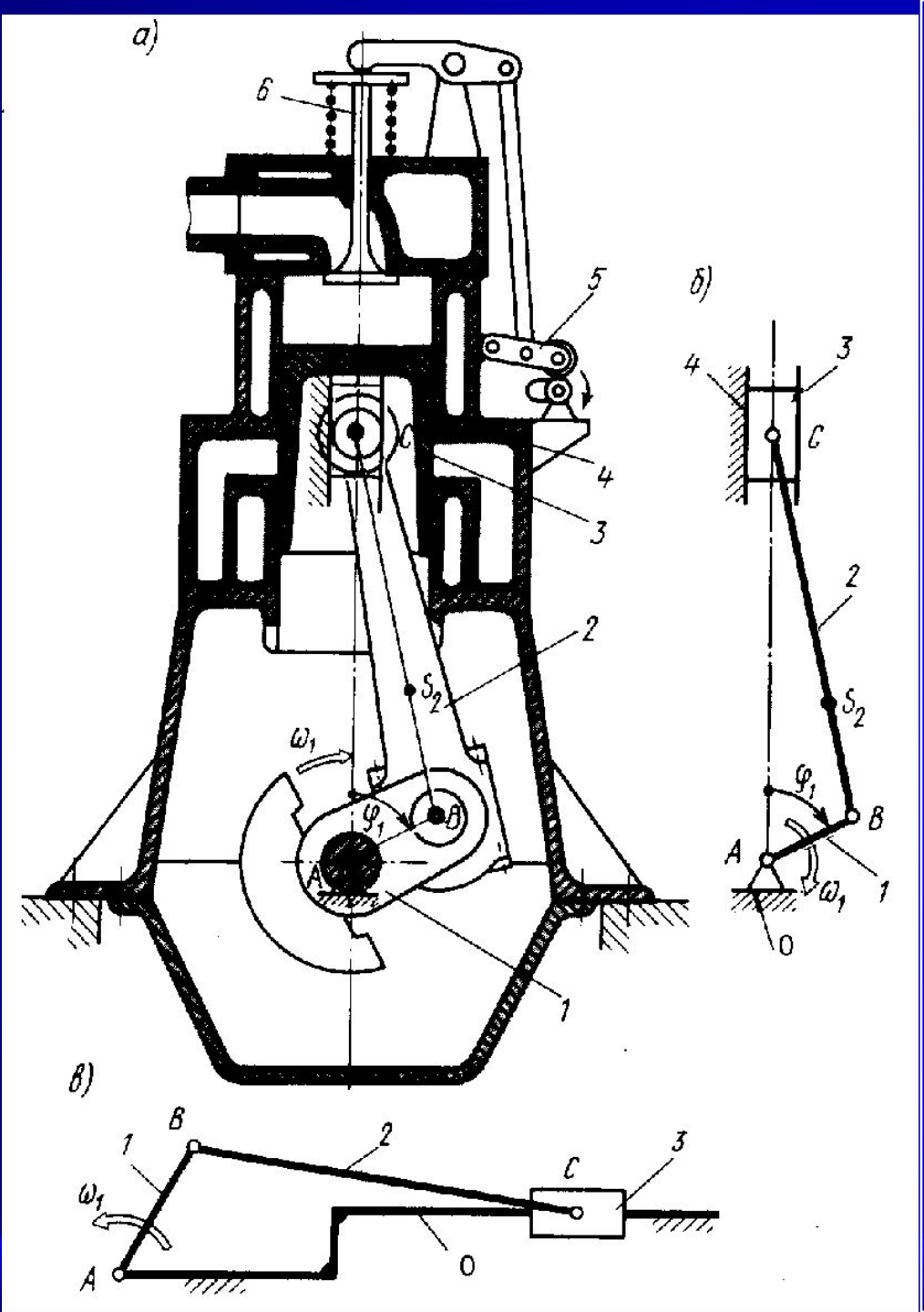


Схема кривошипно-ползунного механизма

а) конструктивная;

б) кинематическая (структурная).

в) структурная схема кривошипно-ползунного механизма горизонтального с эксцентриситетом

Звенья механизма:

1 - кривошип;

2 - шатун;

3 - ползун;

0 - стойка

Рис. 1.6 Кривошипно – ползунный механизм

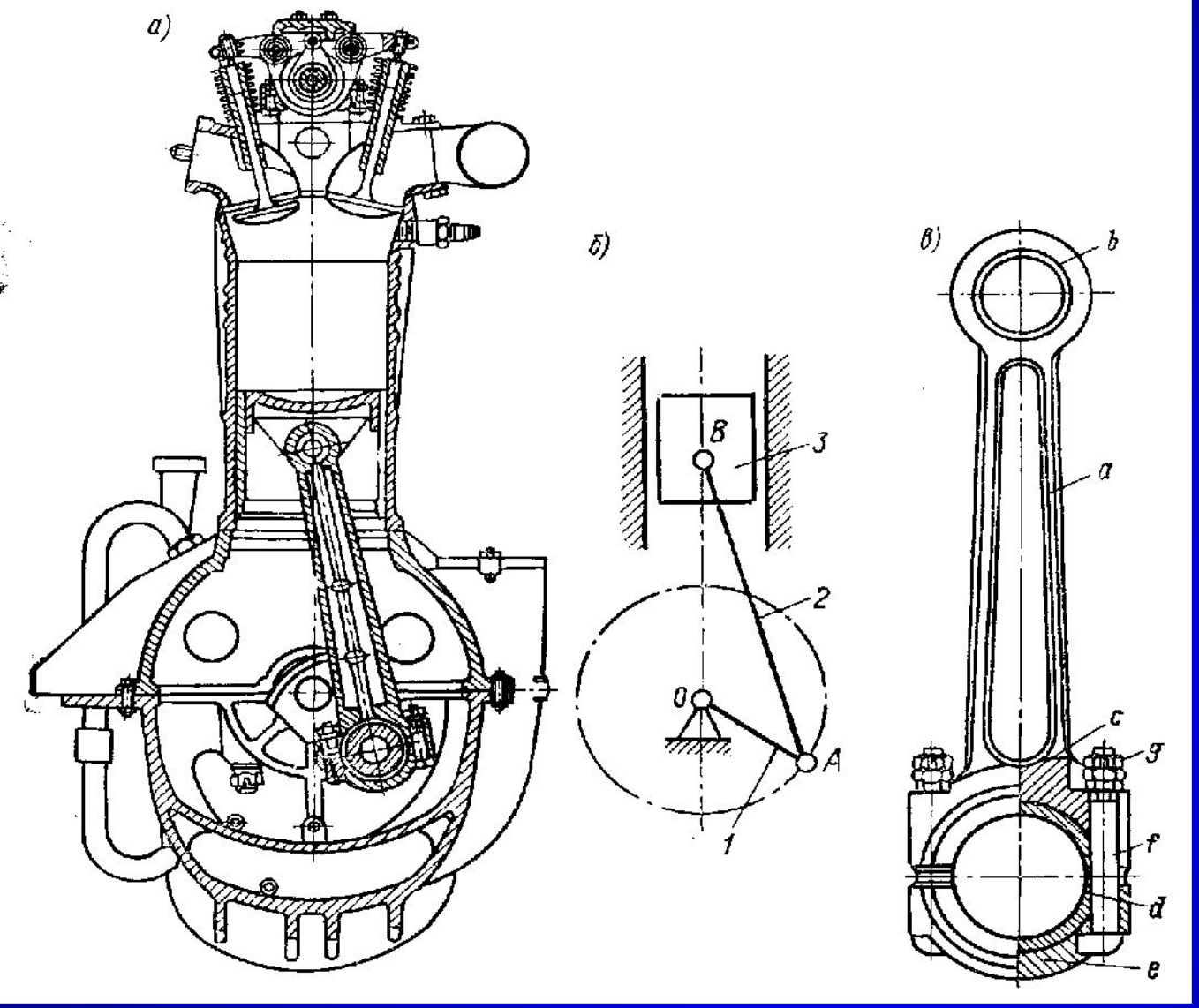


Рис. 1.7 а) Конструктивная схема ДВС;
б) структурная схема ДВС;
в) шатун.

На рис. 1.7 б):
1 - кривошип;
2 - шатун;
3 - ползун;
0 - стойка

На рис.1.7 в) детали шатуна:

a) тело шатуна;
b) поршневая головка;
c) кривошипная головка;
d) вкладыш;
e)крышка подшипника;
f) шатунный болт;
g) гайка.

Модели механизмов

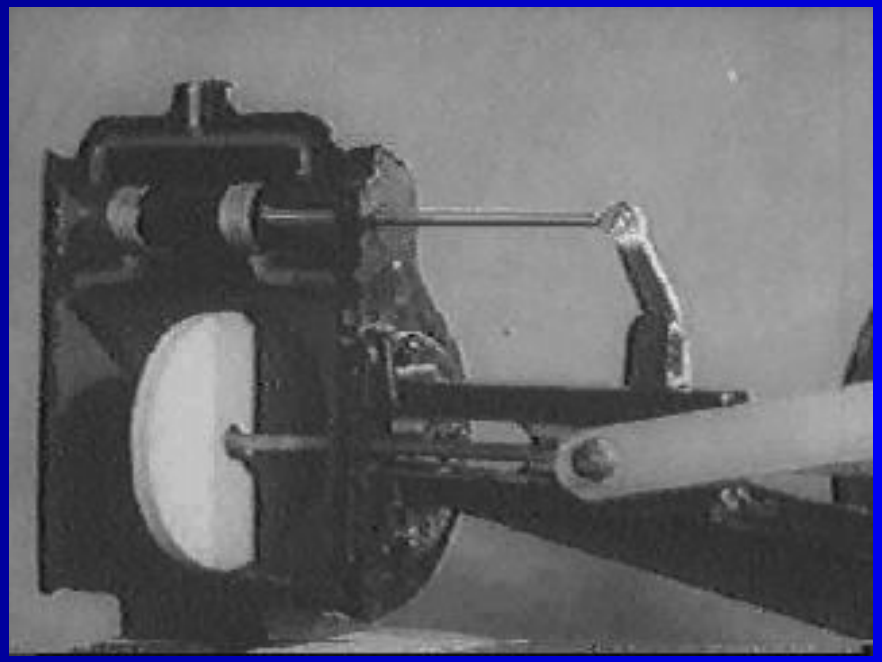


Рис. 1.8 Кривошипно-ползунный механизм (крейцкопфный)

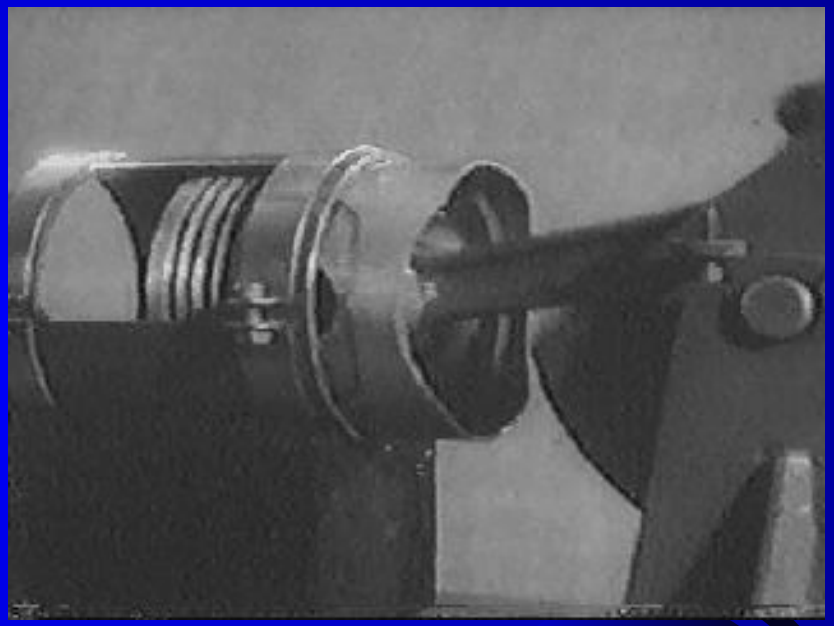


Рис. 1.9 Кривошипно-ползунный механизм (тронковый)

1.2.2. Звенья и их соединения. Кинематические пары.

Механизм состоит из нескольких отдельных частей, называемых звеньями.

Звено - одно или несколько жёстко соединённых между собой твердых тел (деталей).

Звенья делятся на подвижные и неподвижные.

Звено, относительно которого рассматривает-ся движение остальных звеньев, называется ***стойкой.***

Звено, которое определяет движение других звеньев называется ***входным звеном*** (ведущим). Движение входному звену задается извне. Чаще всего входное звено связано со стойкой и ещё чаще оно связано со стойкой вращательной парой. Это проще конструктивно.

Звенья, которые совершают требуемые (необходимые) движения называются ***выходными*** (ведомыми) звеньями.

Промежуточные - это звенья, связывающие входные и выходные звенья.

Особое место занимают механизмы, в которых имеются промежуточные (вспомогательные) звенья. Они могут быть твёрдыми (ролики, шарики), гибкими (ремни, цепи, стальные ленты), жидкими или газообразными (гидродвигатели, пневмомеханизмы), упругими (пружины, резиновые втулки) и др.

Условное изображение механизма называется ***структурной схемой***. Если схема изображена с учетом размеров, то это ***кинематическая схема***. Если схема изображена в масштабе – это ***план механизма.***

Свободное материальное тело в пространстве имеет 6 возможных независимых движений (три поступательных вдоль координатных осей ***x, y, z*** и три вращательных вокруг координатных осей) или 6 степеней свободы.

$$H^0 = 6 \qquad (2.1)$$

Тело на плоскости обладает тремя степенями свободы (два поступательных вдоль координатных осей ***x, y*** и одно вращательное движения).

$$H^0 = 3$$

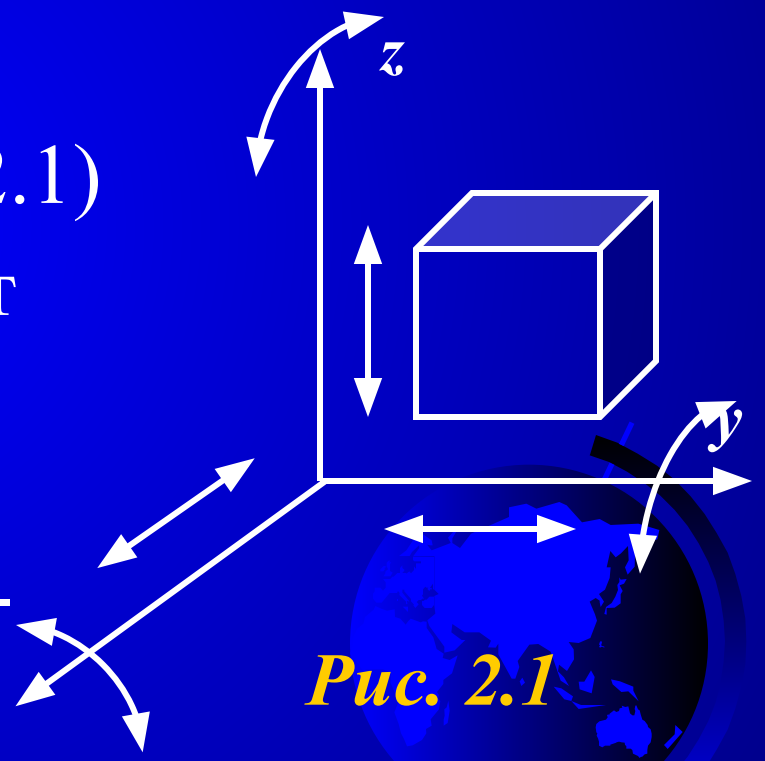


Рис. 2.1

В механизме все звенья связаны друг с другом. ***Связь*** может быть ***геометрической*** и ***динамической***.

Связь ***геометрическая***, если расстояние между точками постоянно. В этом случае звенья в механизме принимаются абсолютно твердыми.

Связь ***динамическая***, если расстояние между точками изменяется, тогда звенья в механизме принимаются упругими.

На начальном этапе исследования рассматриваются механизмы с абсолютно твердыми звеньями (связи геометрические).

Звенья в механизме связаны друг с другом, следовательно они теряют подвижность. Каждое соединение ограничивает движение звеньев.

Соединение двух соприкасающихся звеньев, допускающее перемещение одного звена относительно другого, называется кинематической парой.

Связь – это ограничение движения, исключающее одну степень подвижности твердого тела.

S – число условий связи;

S = 1, 2, 3, 4, 5;

H – число движений одного звена по отношению к другому в кинематической паре.

H = 5, 4, 3, 2, 1

Кинематические пары классифицируются либо по числу наложенных условий связи, либо по числу оставшихся движений. В нашем курсе при-мем классификацию по числу наложенных усло-вий связи, однако, для кинематических пар проще определять число движений. Связь между числом наложенных условий связи и числом относитель-ных движений можно записать уравнением (2.2):

$$S = H^0 - H = 6 - H \quad (2.2)$$

В зависимости от числа наложенных условий связи кинематические пары делятся на пять

Класс кинематической пары определяется из зависимости:

$$S = 6 - H.$$

Далее на слайдах приведены кинематические пары, их условные обозначения на схемах, число оставшихся движений, число наложенных условий связи и класс пар.

H = 5
S = 1
I кл.

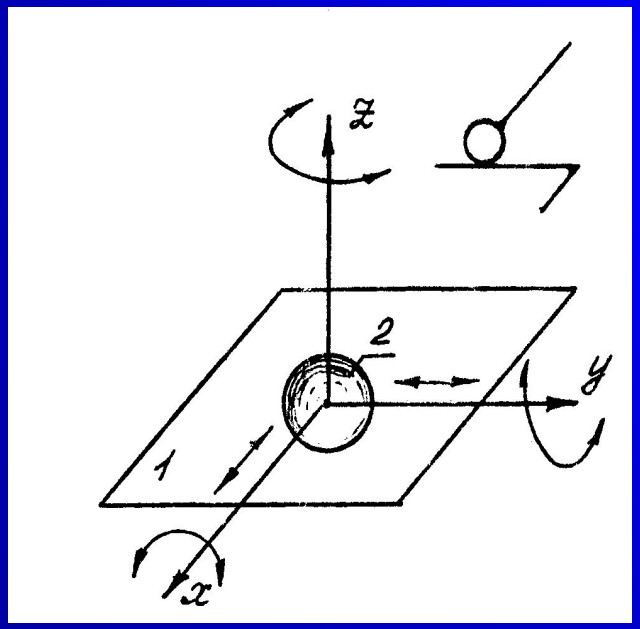


Рис. 2.2 Шар на плоскости, 5-и подвижная пара

H = 4
S = 2
II кл.

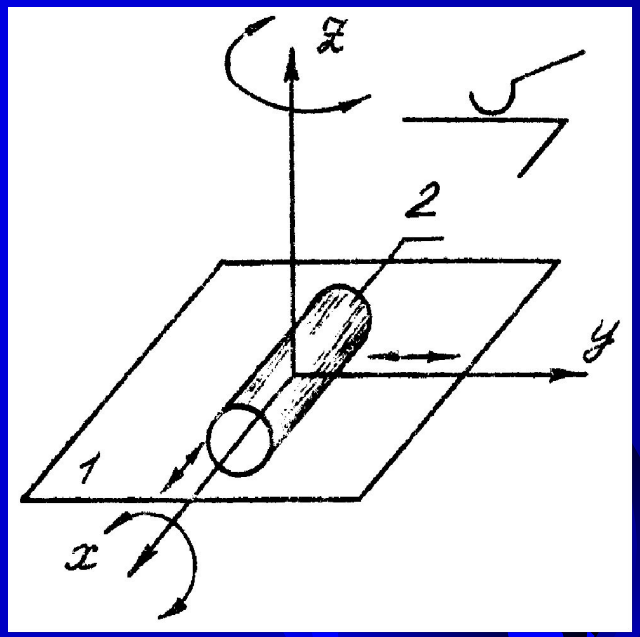


Рис. 2.3 Цилиндр на плоскости, 4х подвижная пара

H = 3
S = 3
III кл.

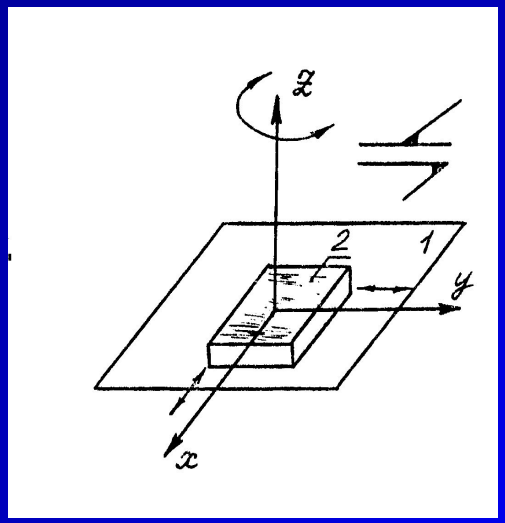


Рис. 2.4 Плоскостная 3-х подвижная пара.

H = 2
S = 4
IV кл.

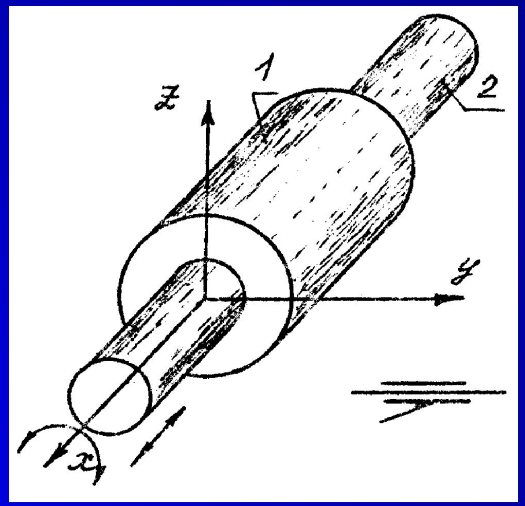


Рис. 2.5 Цилиндрическая 2-х подвижная пара

H = 1
S = 5
V кл.

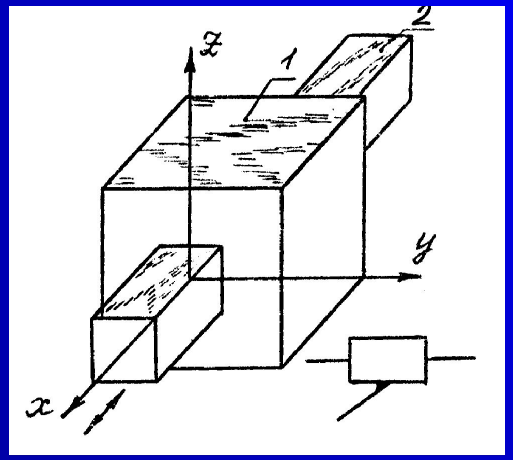


Рис. 2.6 Поступательная одноподвижная пара

H = 1
S = 5
V кл.

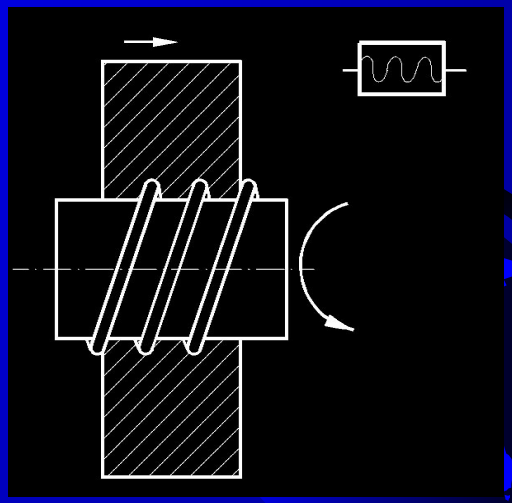


Рис. 2.7 Винтовая одноподвижная пара

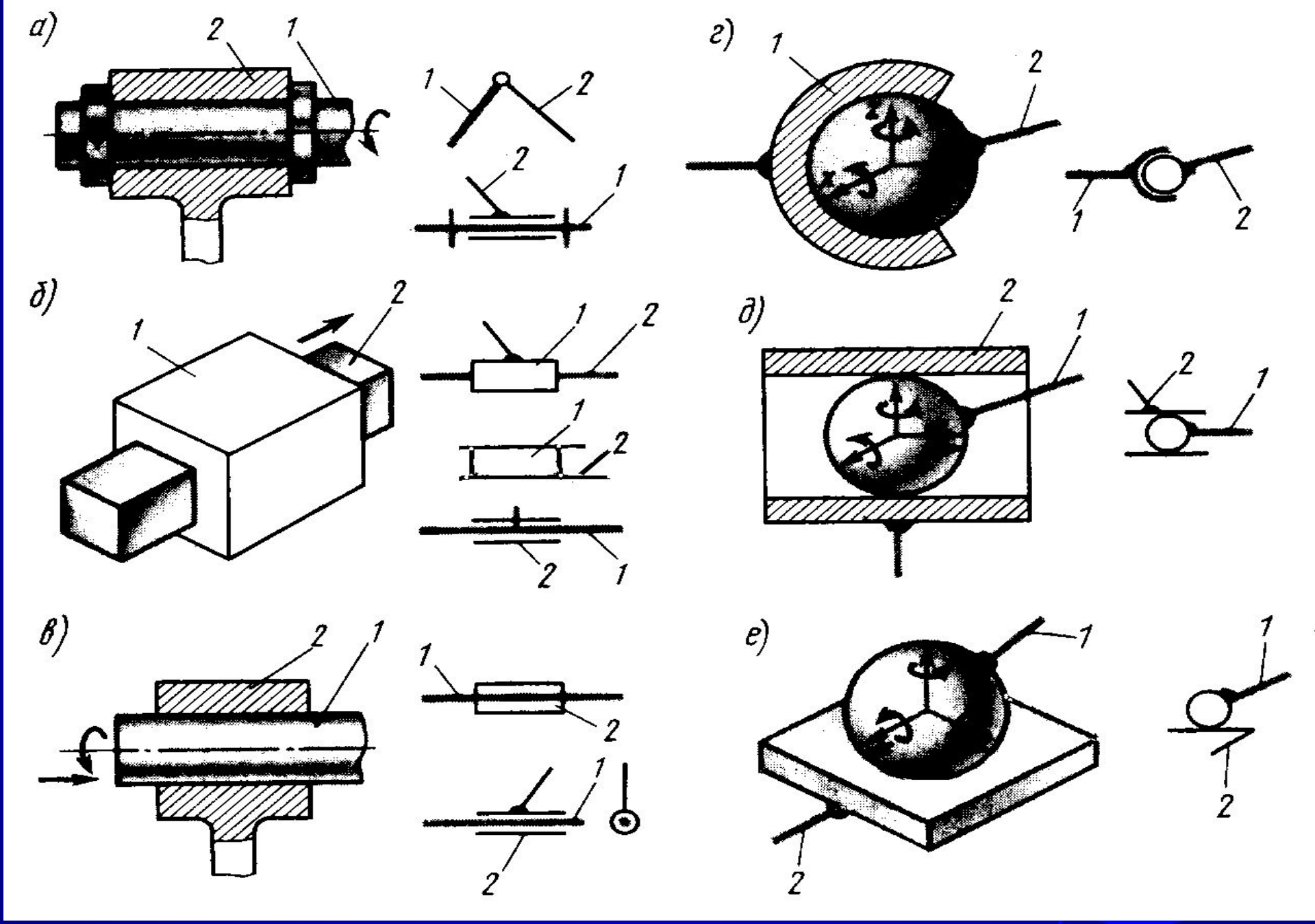
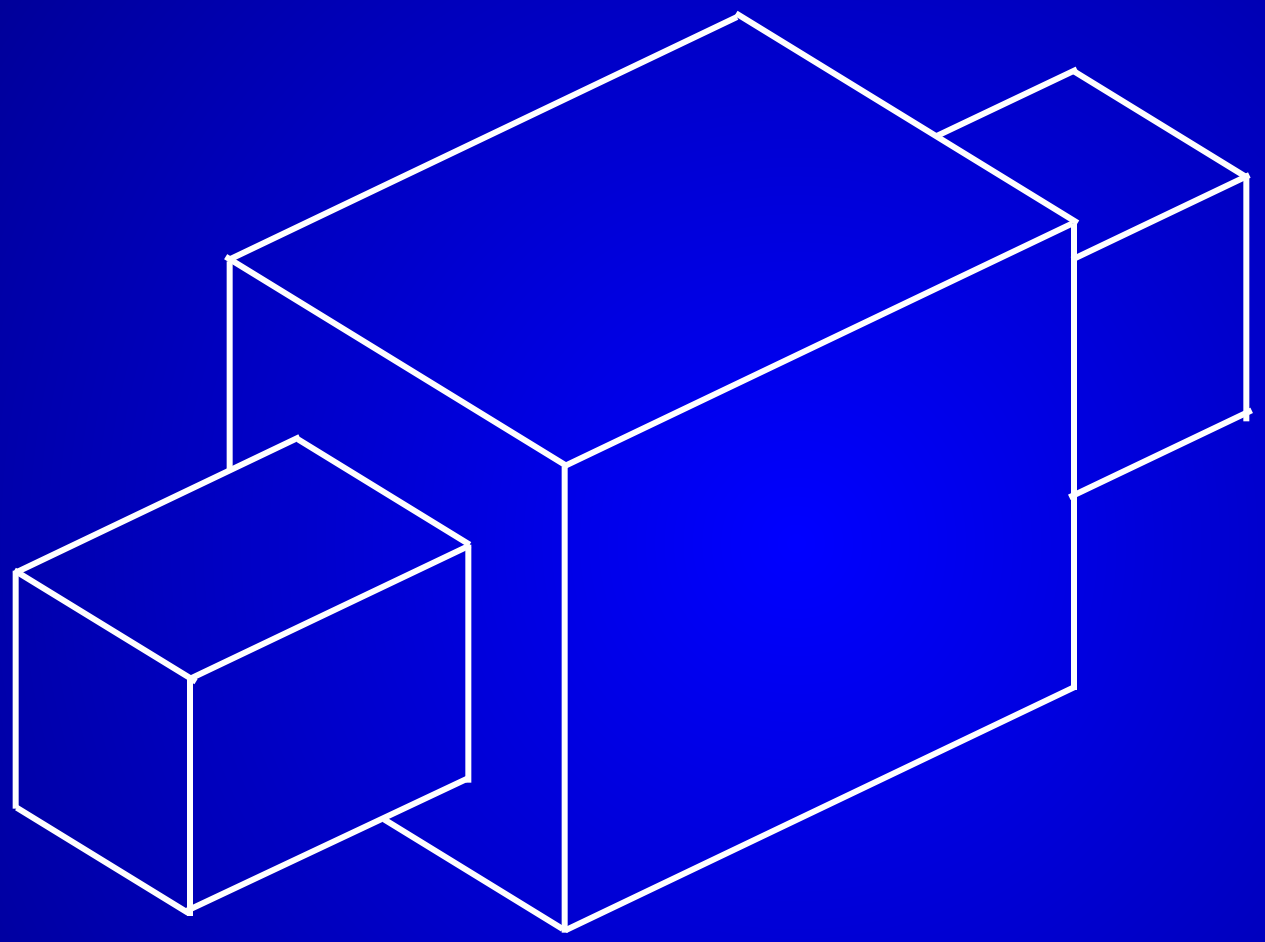
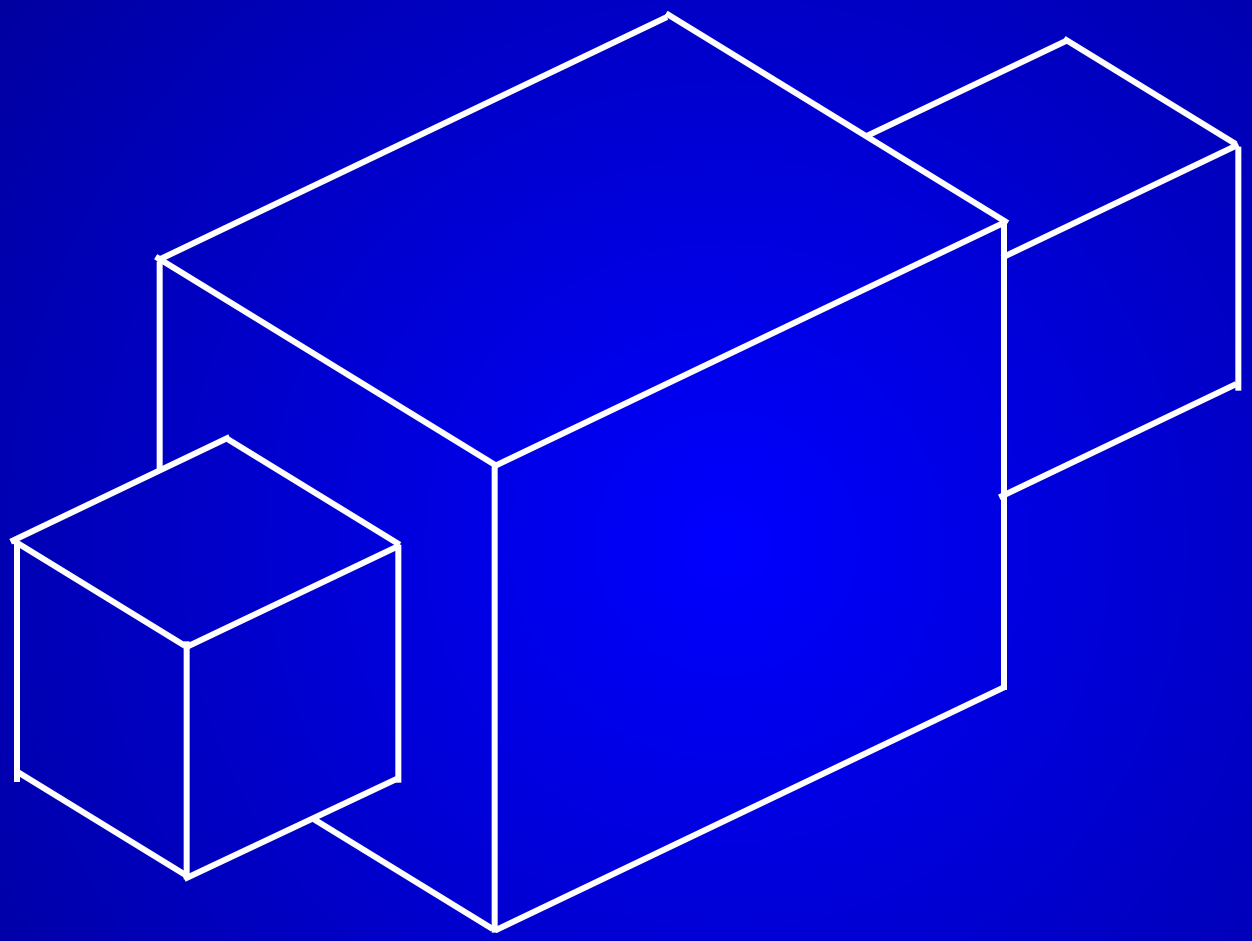


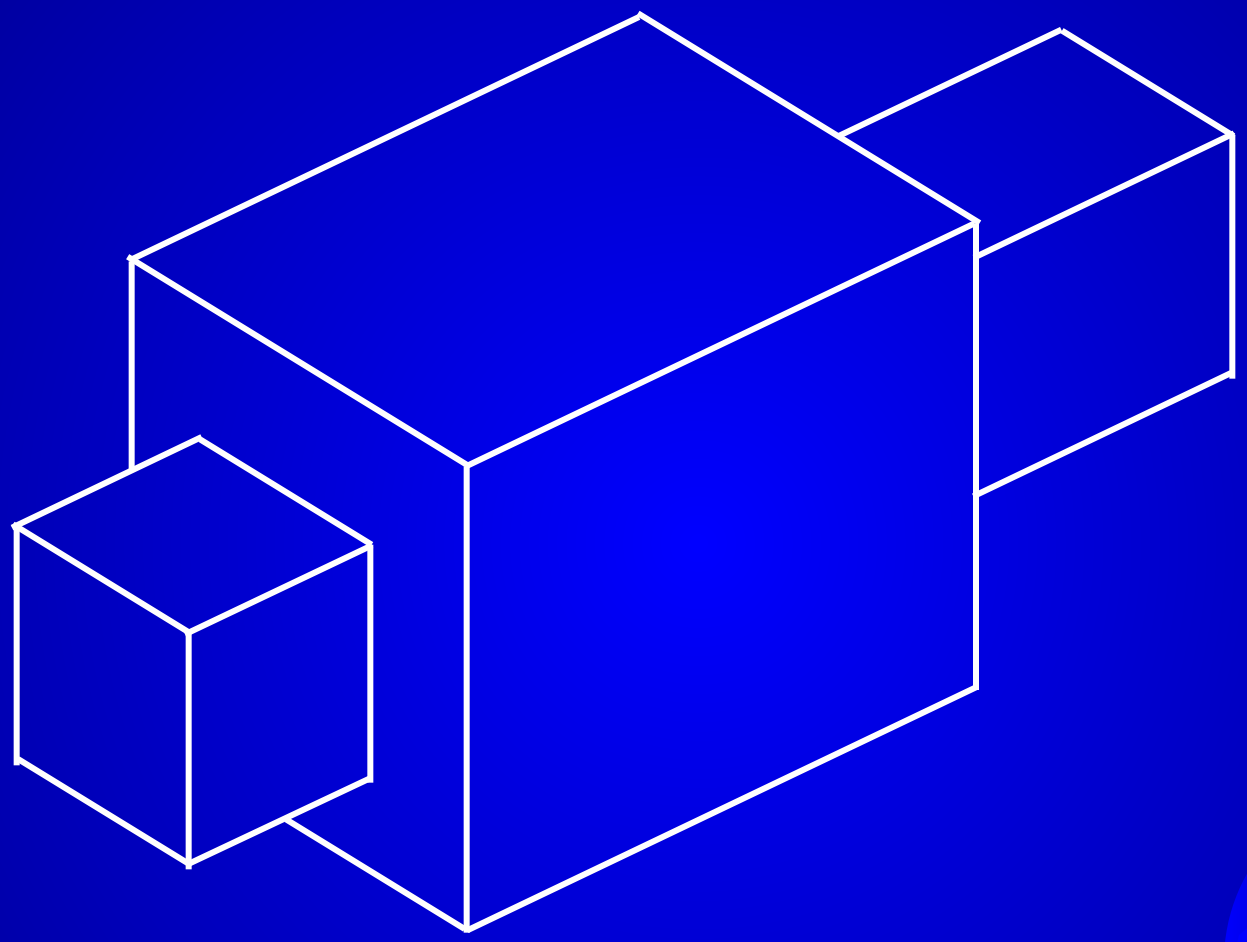
Рис. 2.8 Кинематические пары и их условные обозначения



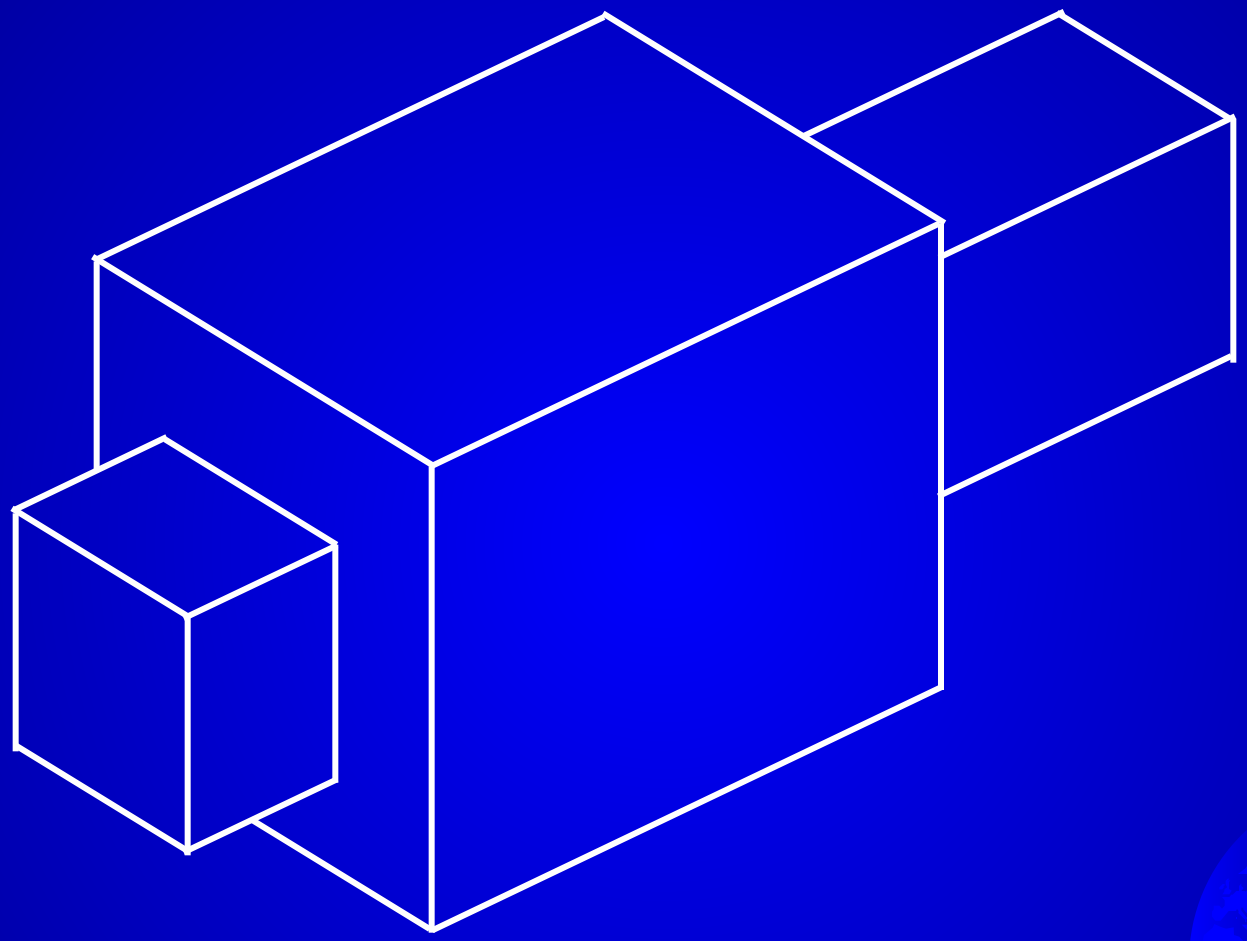
Эта мультипликация сделана студентом специаль-ности ЭПОПТ и ТТ Куликом Евгением в 2000 году.



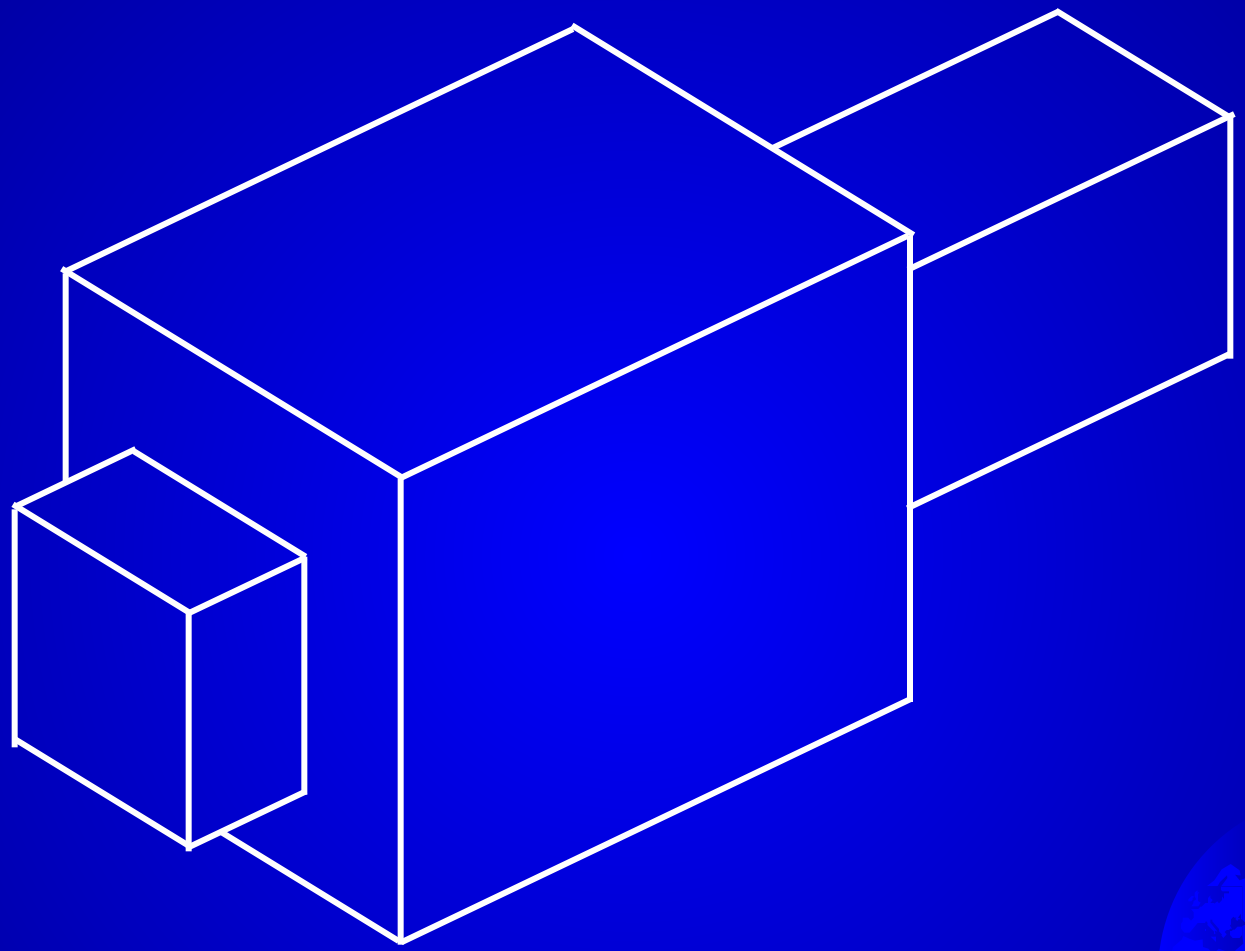
Эта мультипликация сделана студентом специаль-ности ЭПОПТ и ТТ Куликом Евгением в 2000 году.



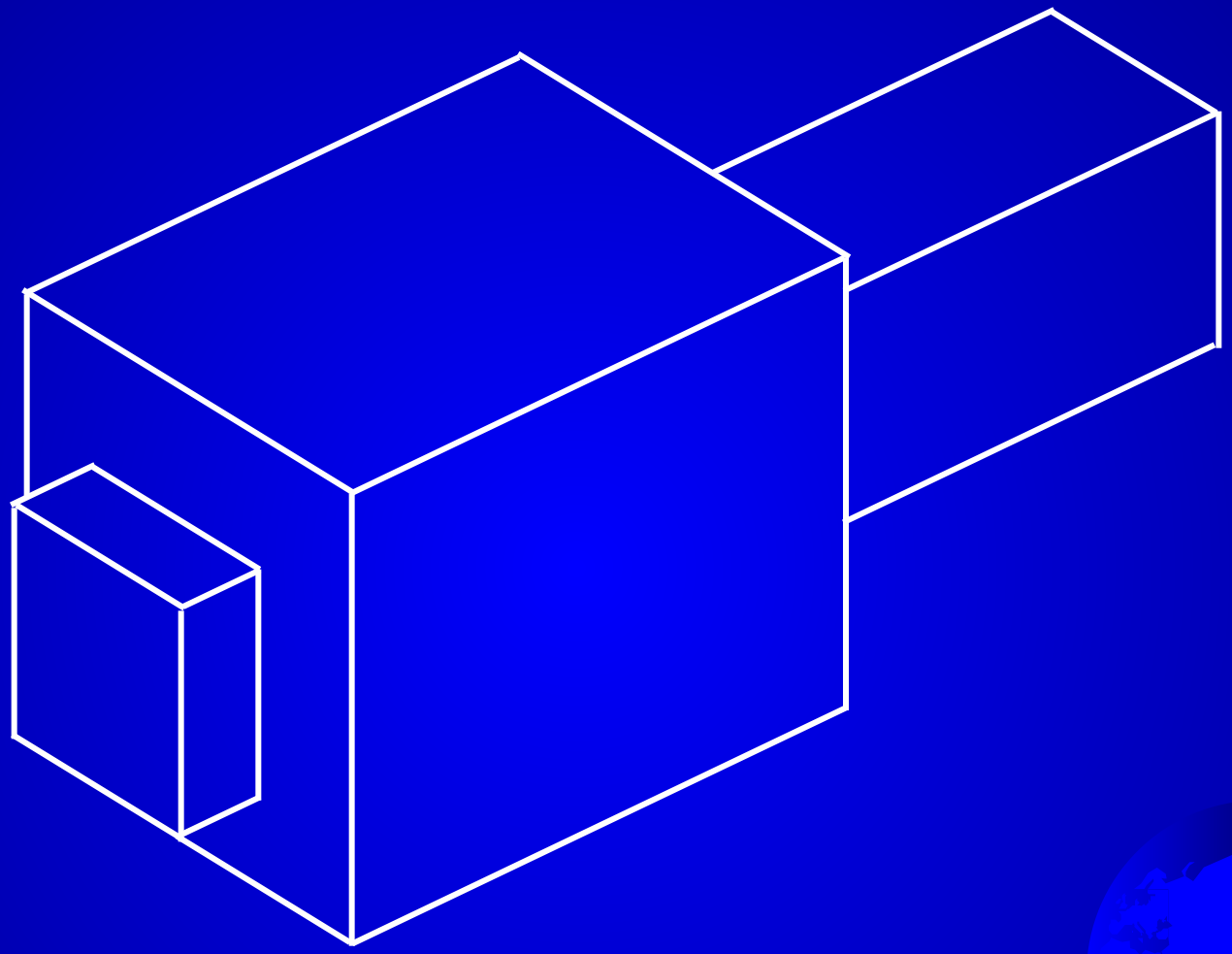
Эта мультипликация сделана студентом специаль-ности ЭПОПТ и ТТ Куликом Евгением в 2000 году.



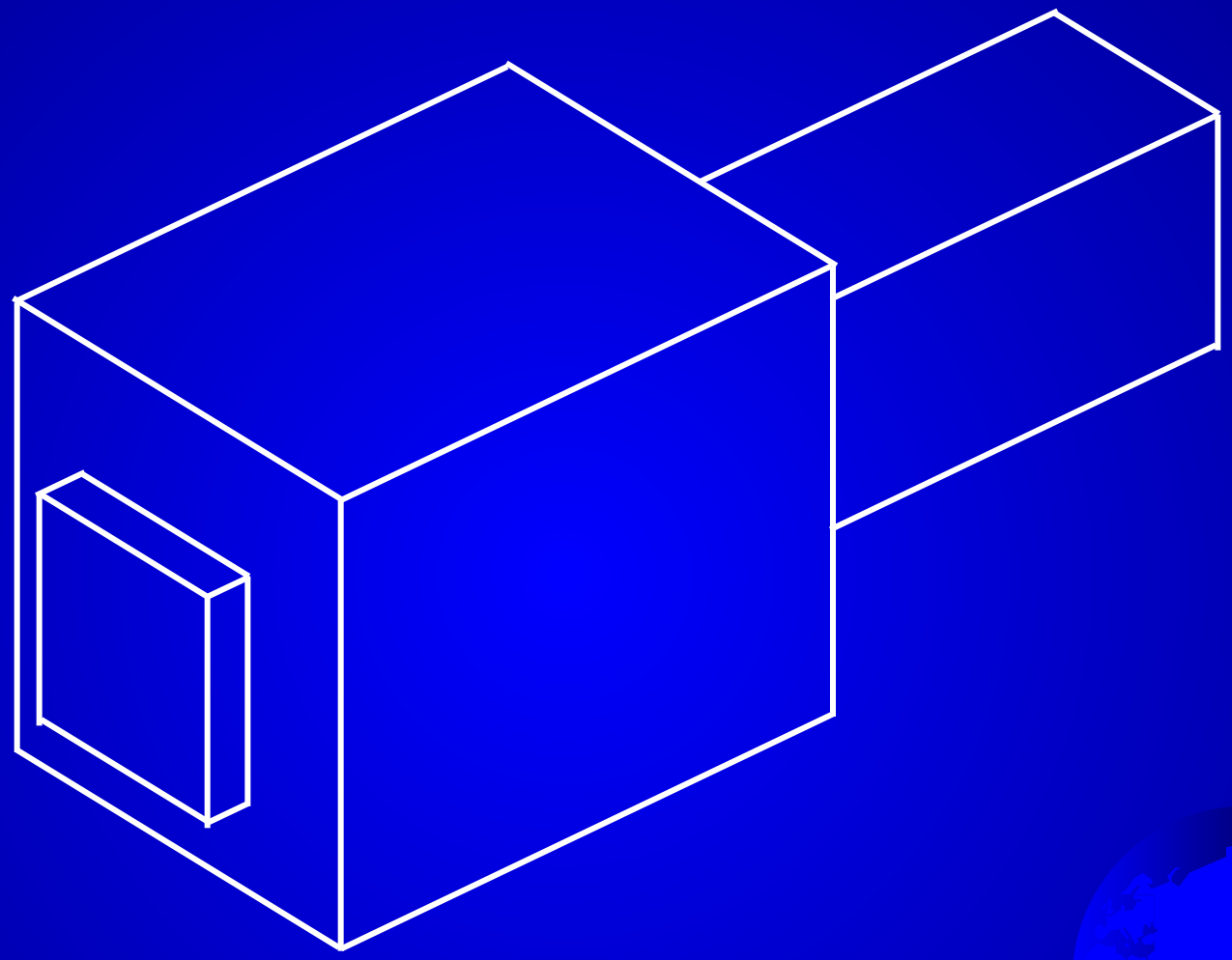
Эта мультипликация сделана студентом специаль-ности ЭПОПТ и ТТ Куликом Евгением в 2000 году.



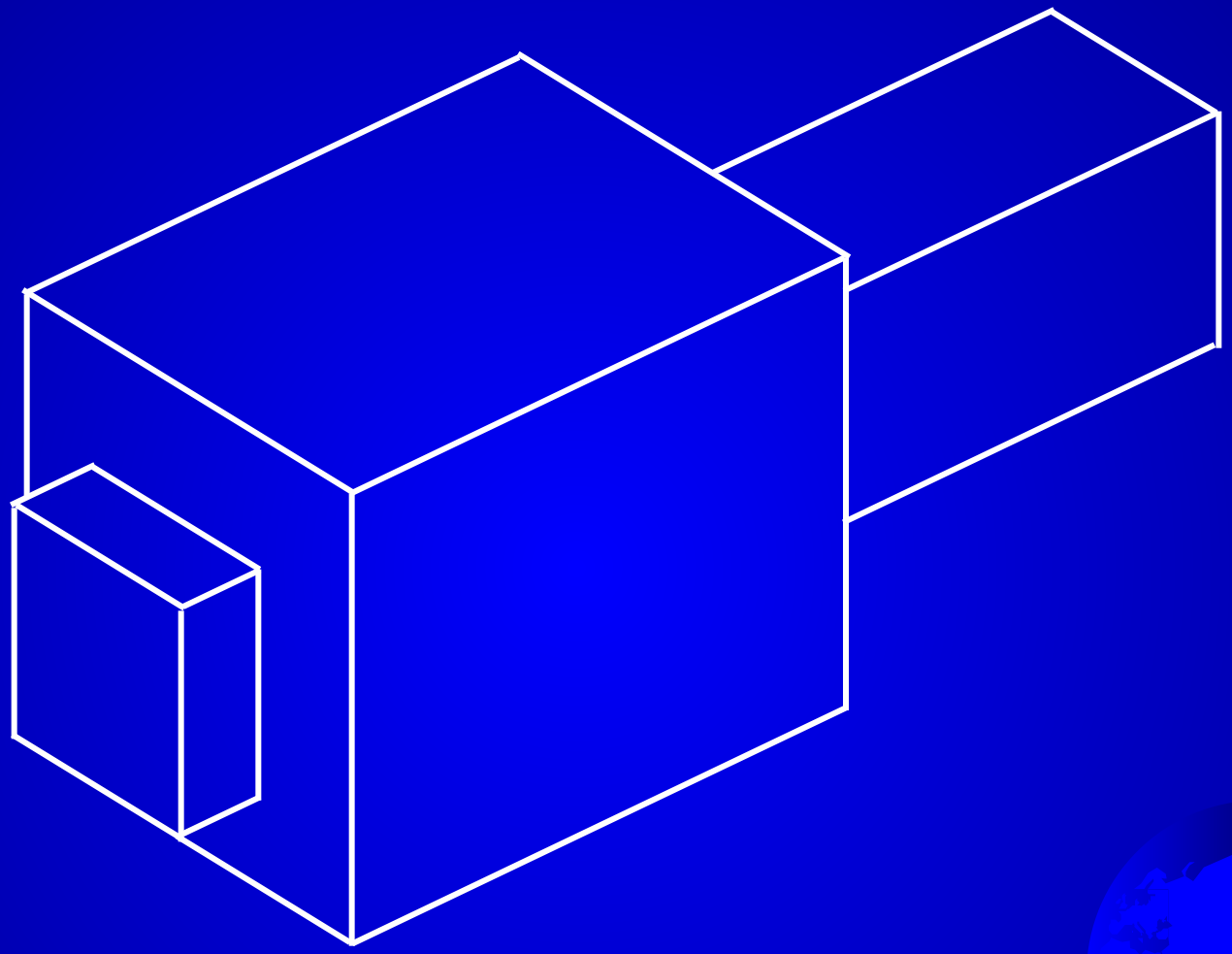
Эта мультипликация сделана студентом специаль-ности ЭПОПТ и ТТ Куликом Евгением в 2000 году.



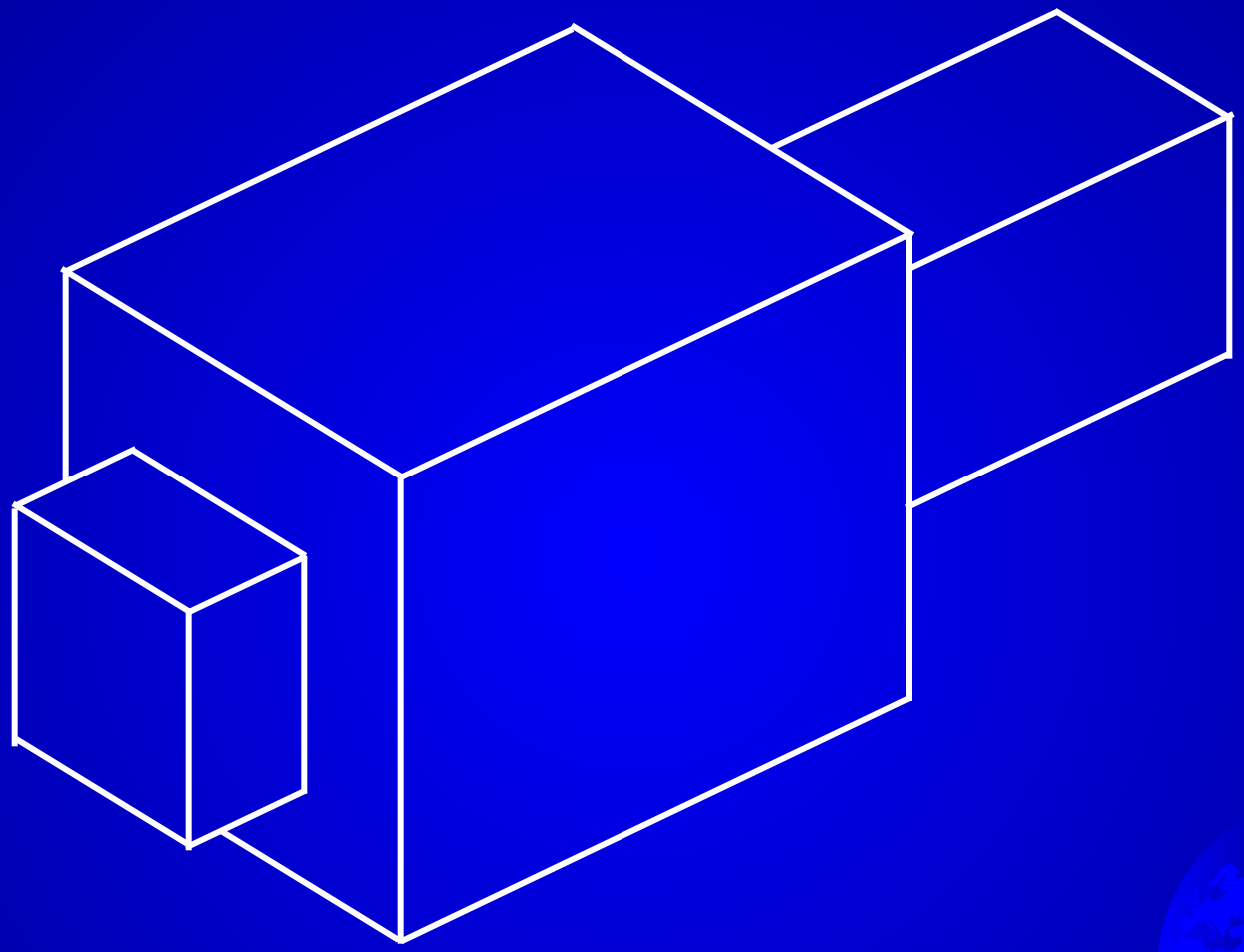
Эта мультипликация сделана студентом специаль-ности ЭПОПТ и ТТ Куликом Евгением в 2000 году.



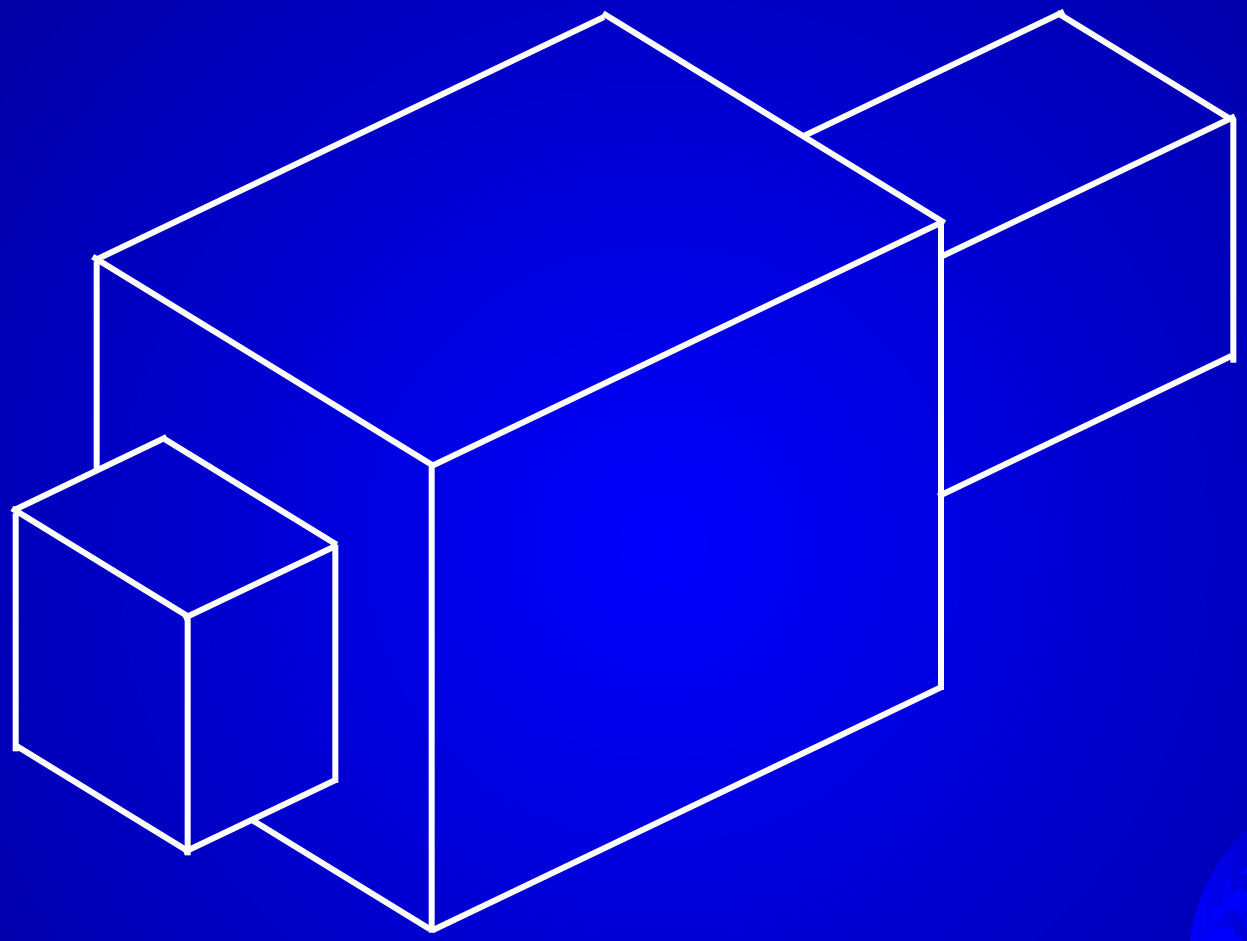
Эта мультипликация сделана студентом специаль-ности ЭПОПТ и ТТ Куликом Евгением в 2000 году.



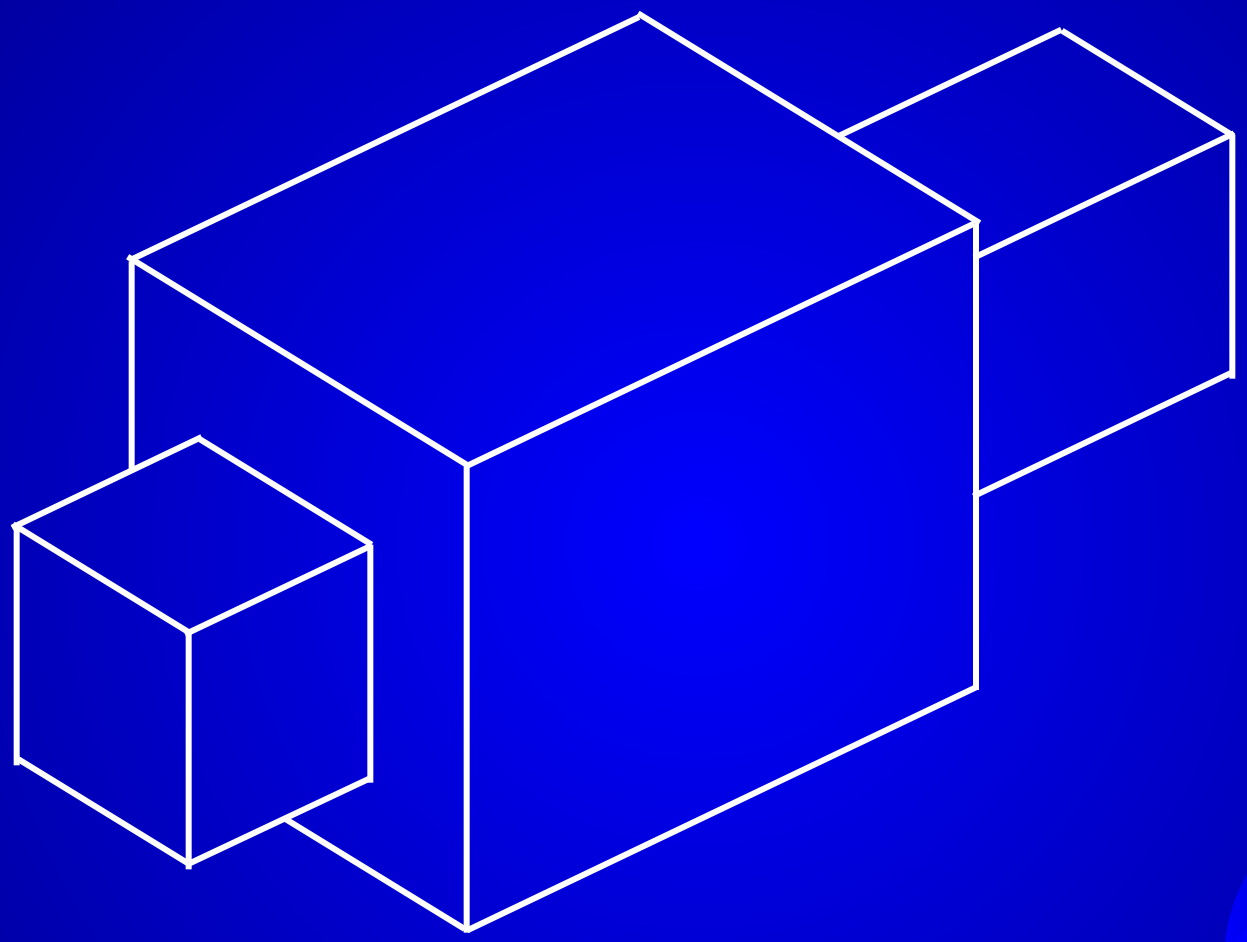
Эта мультипликация сделана студентом специаль-ности ЭПОПТ и ТТ Куликом Евгением в 2000 году.



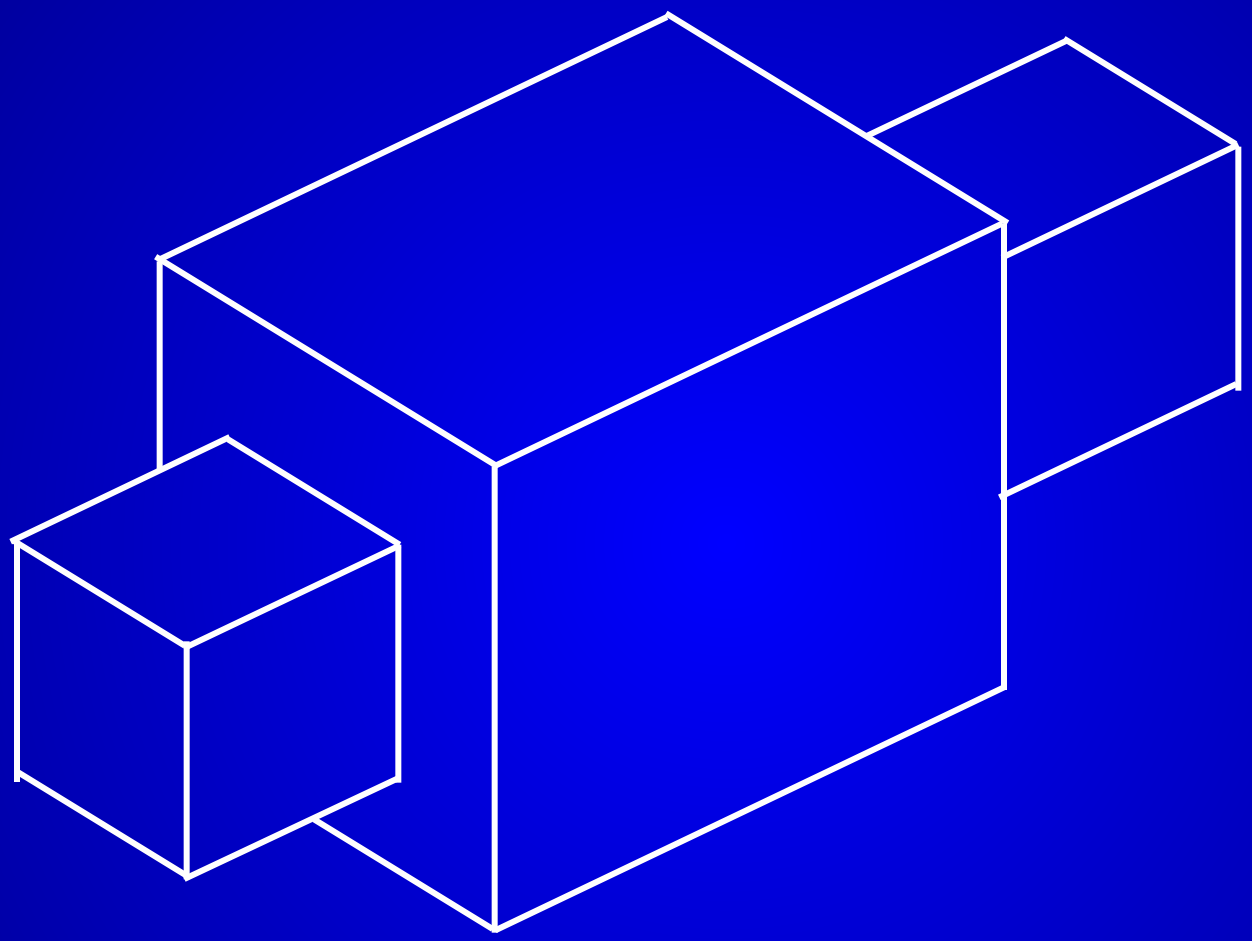
Эта мультипликация сделана студентом специаль-ности ЭПОПТ и ТТ Куликом Евгением в 2000 году.



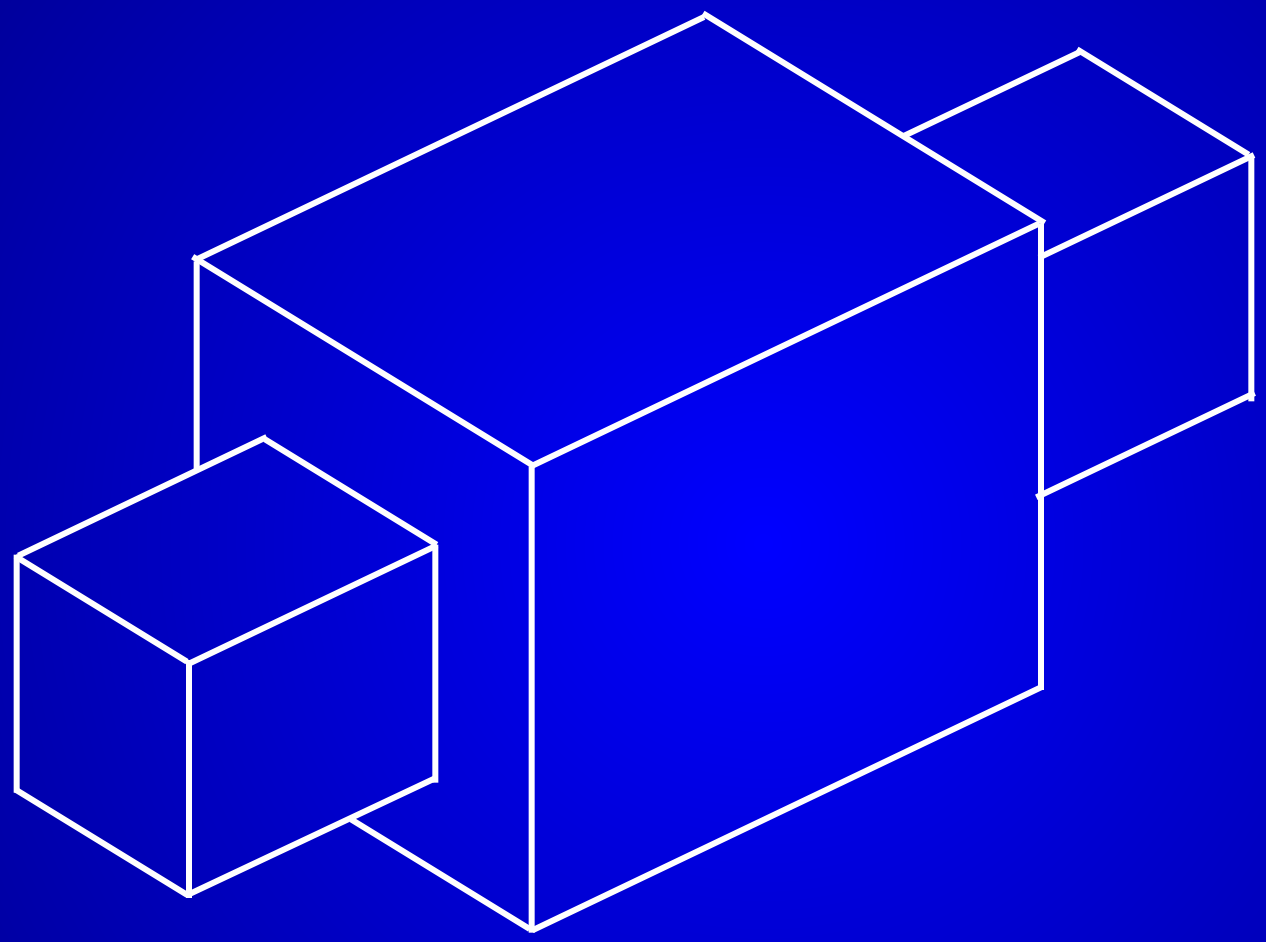
Эта мультипликация сделана студентом специаль-ности ЭПОПТ и ТТ Куликом Евгением в 2000 году.



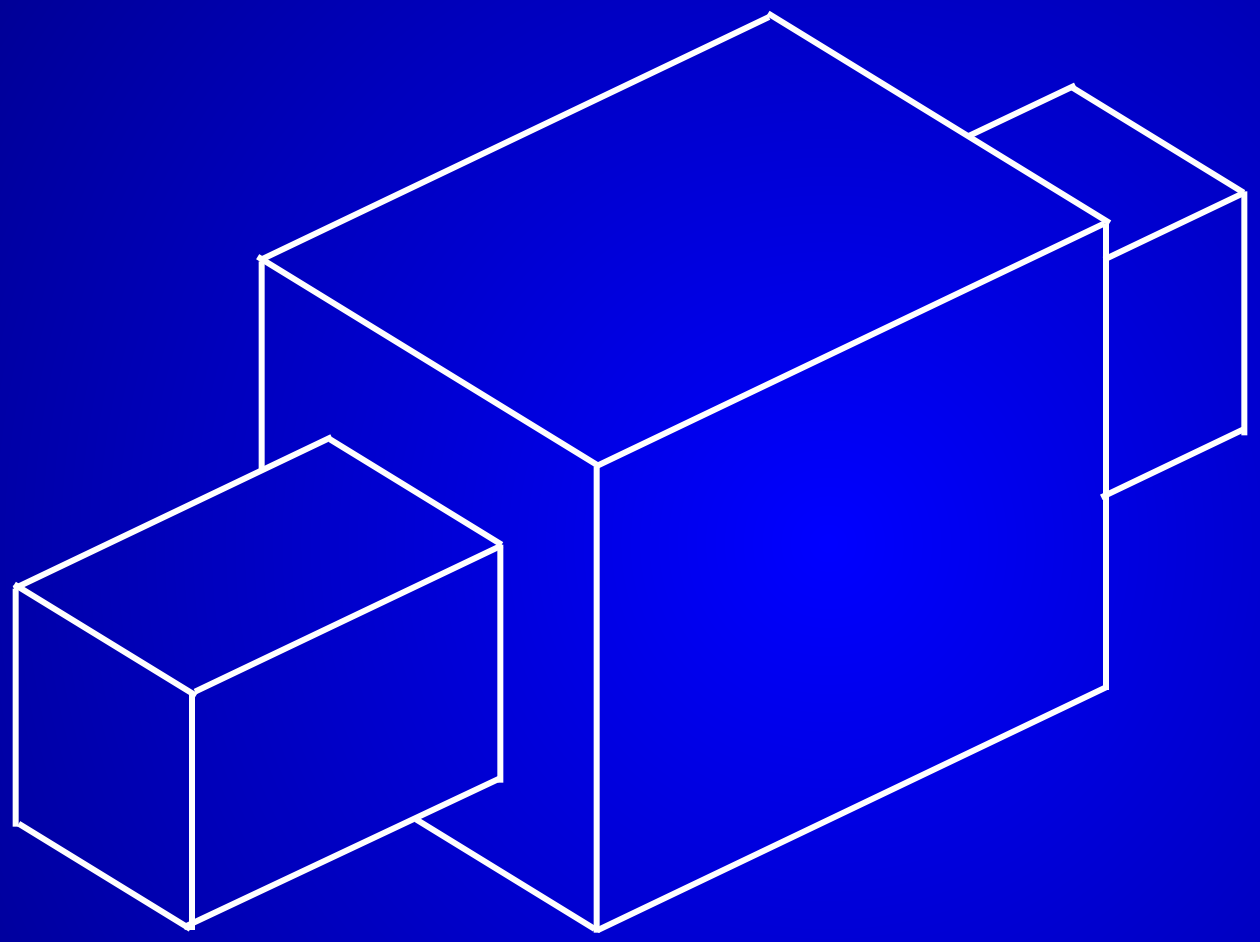
Эта мультипликация сделана студентом специаль-ности ЭПОПТ и ТТ Куликом Евгением в 2000 году.



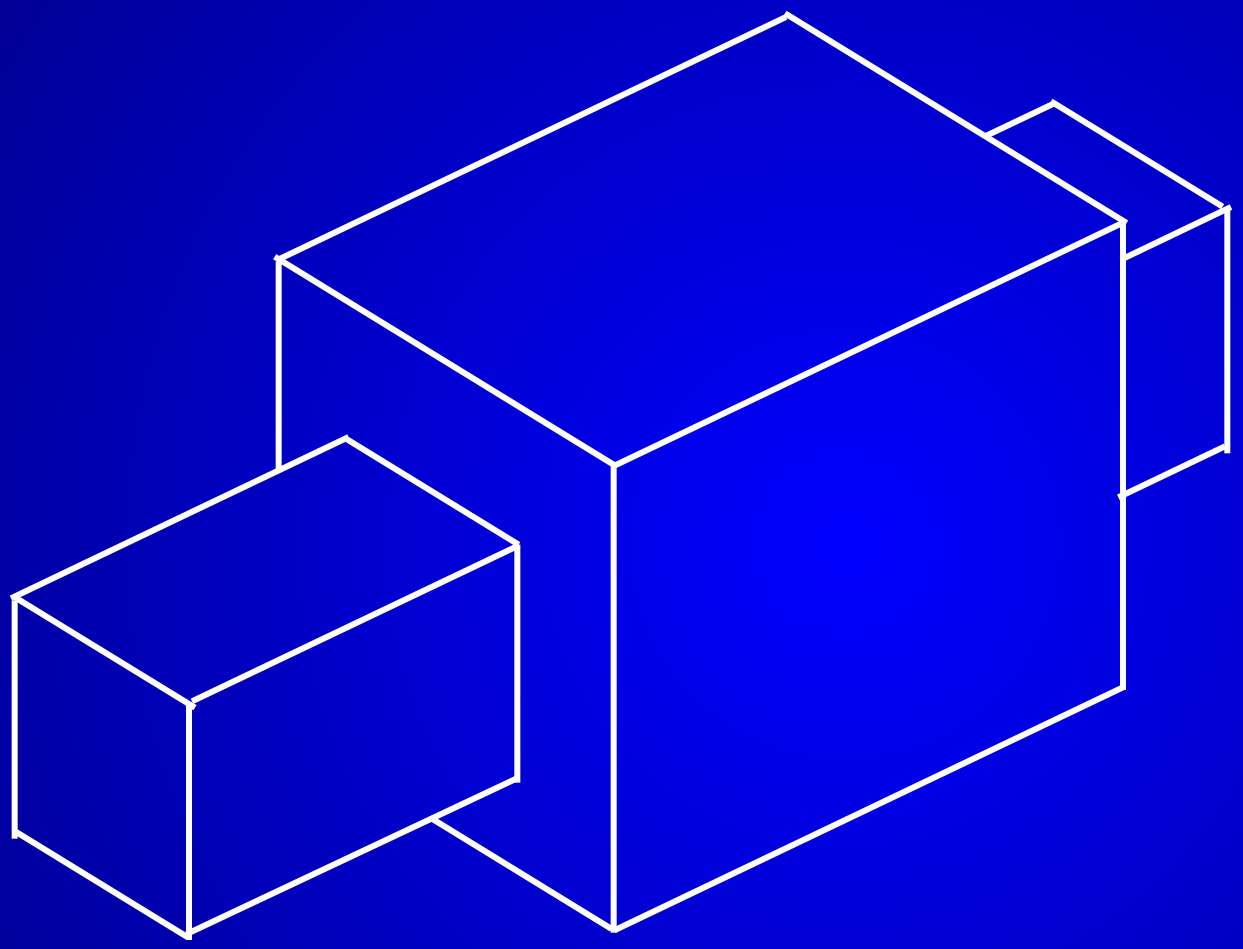
Эта мультипликация сделана студентом специаль-ности ЭПОПТ и ТТ Куликом Евгением в 2000 году.



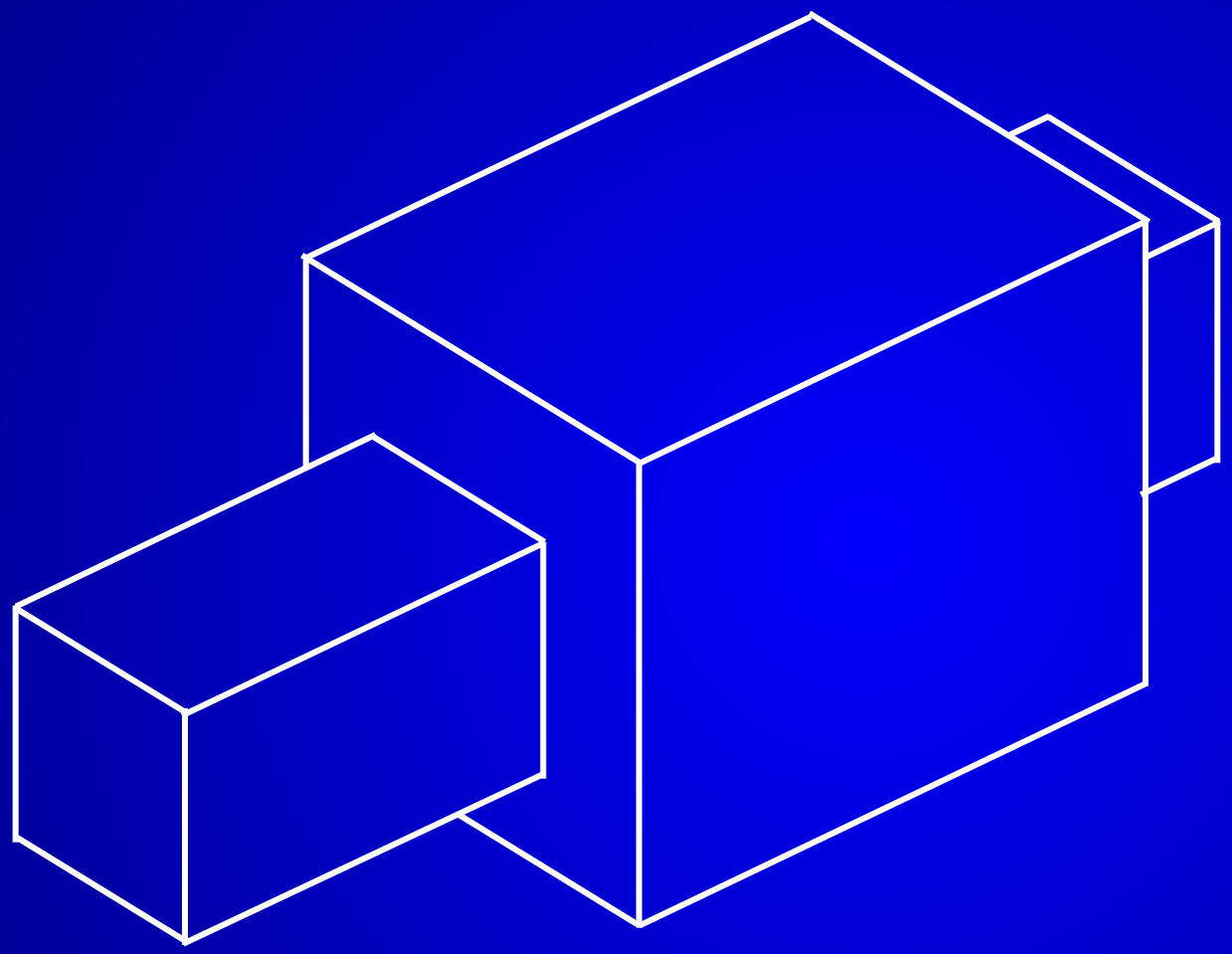
Эта мультипликация сделана студентом специаль-ности ЭПОПТ и ТТ Куликом Евгением в 2000 году.



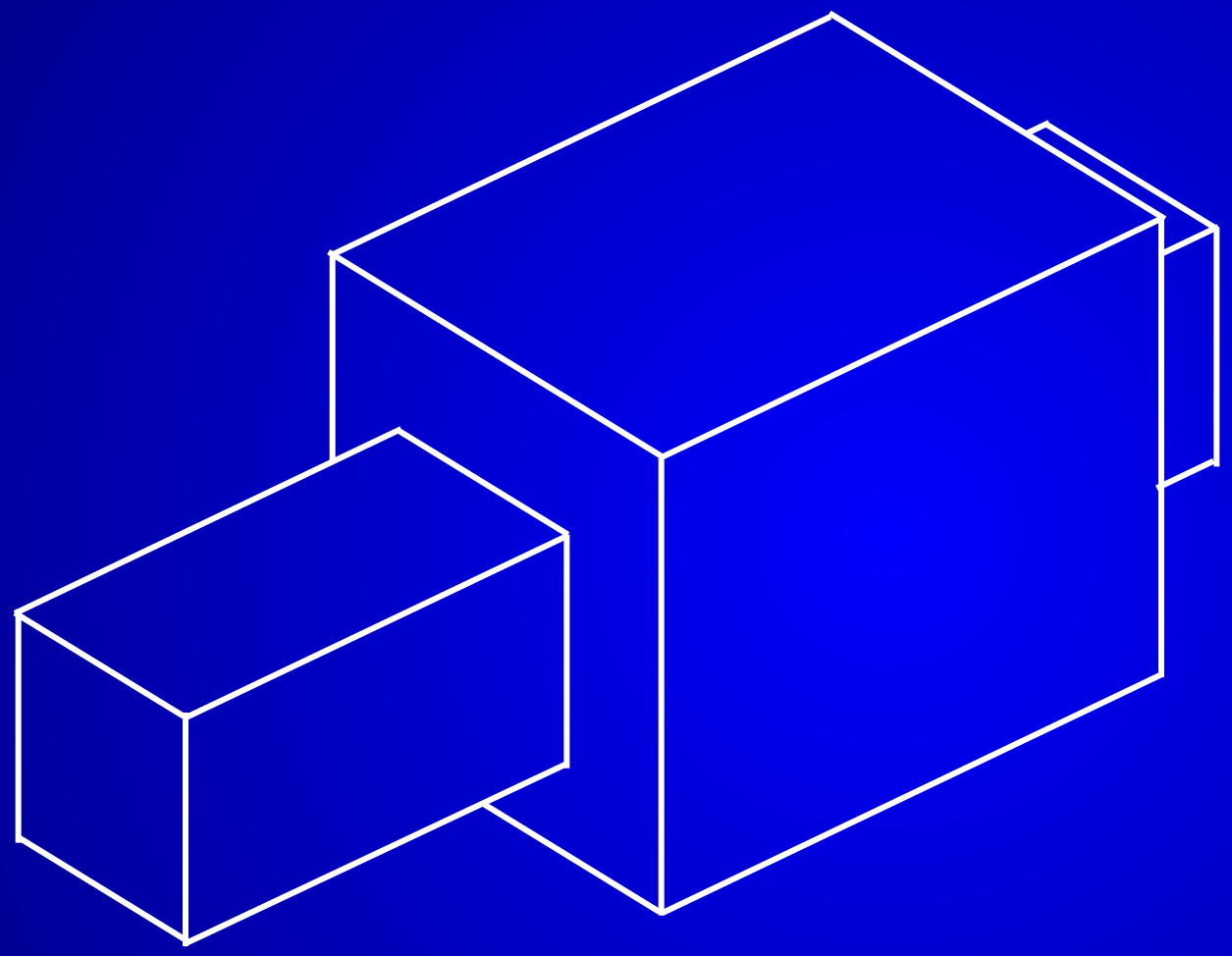
Эта мультипликация сделана студентом специаль-ности ЭПОПТ и ТТ Куликом Евгением в 2000 году.



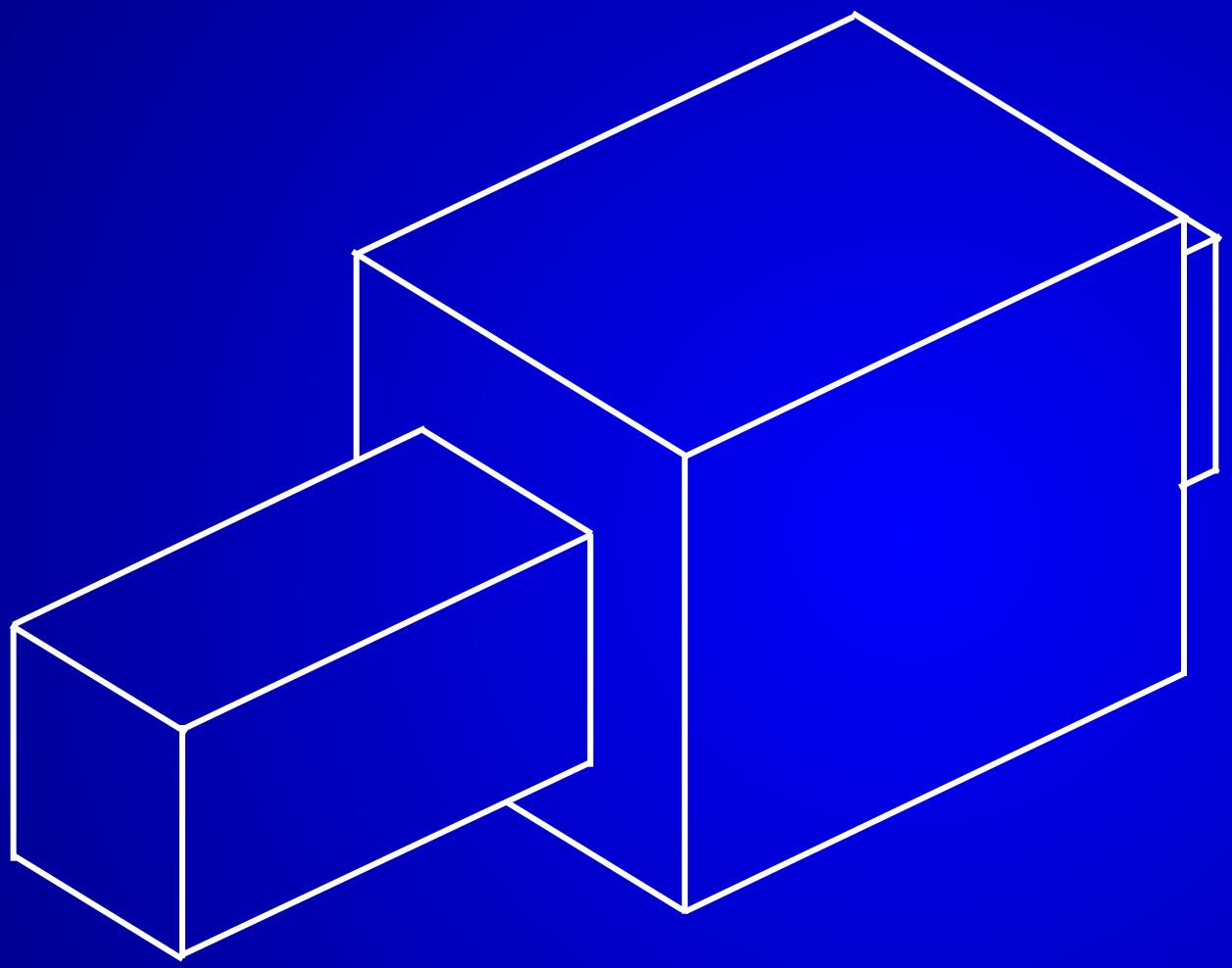
Эта мультипликация сделана студентом специаль-ности ЭПОПТ и ТТ Куликом Евгением в 2000 году.



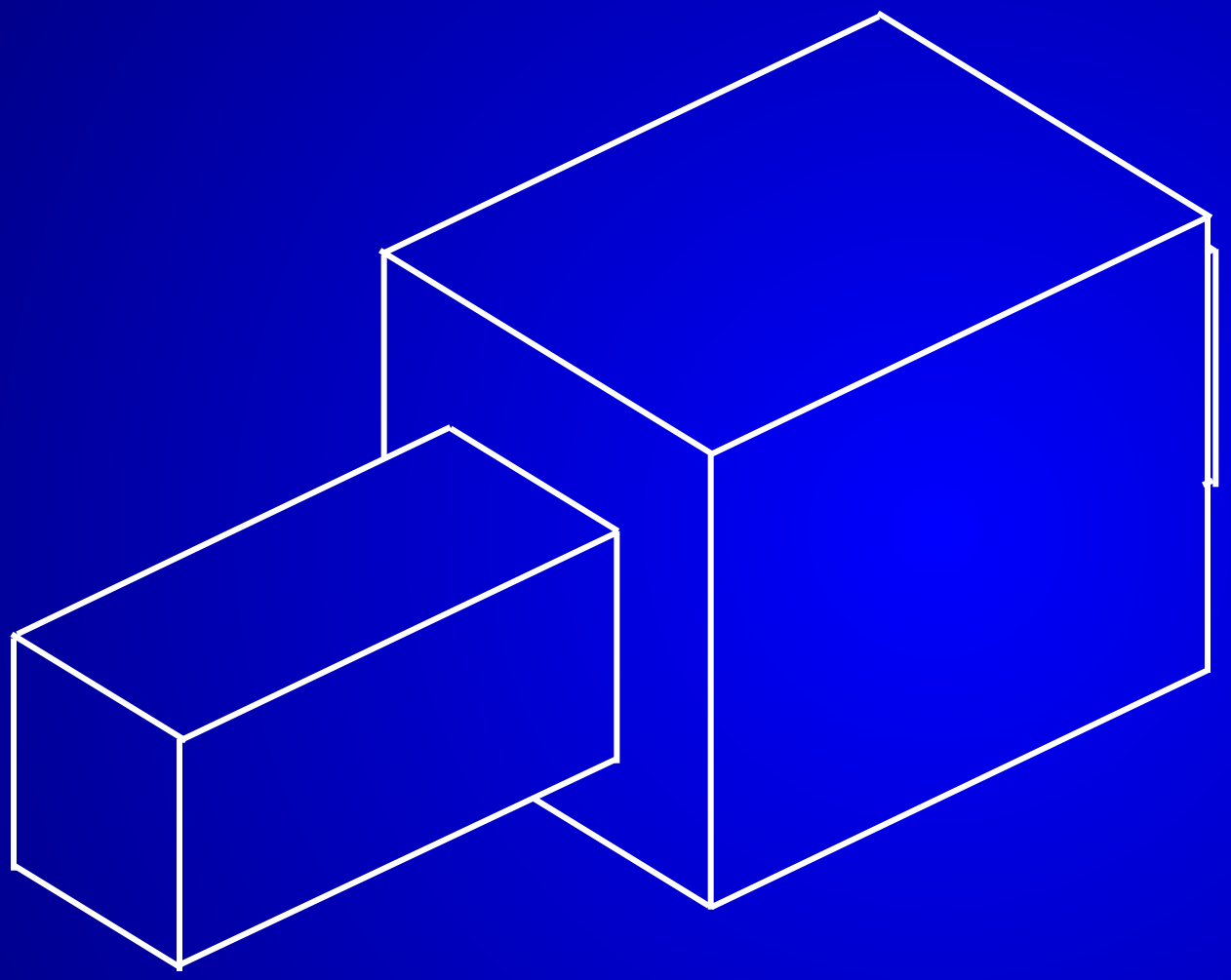
Эта мультипликация сделана студентом специаль-ности ЭПОПТ и ТТ Куликом Евгением в 2000 году.



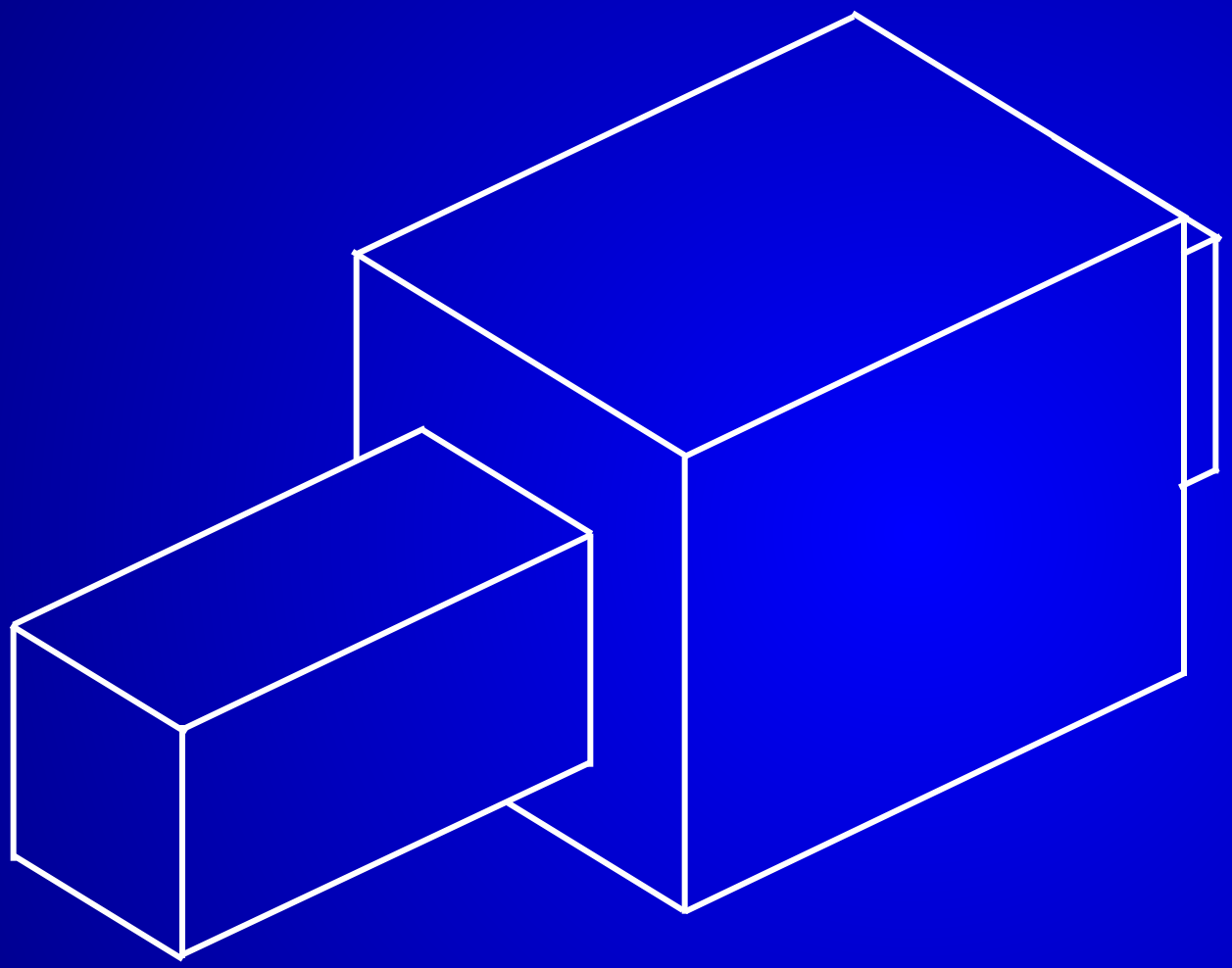
Эта мультипликация сделана студентом специаль-ности ЭПОПТ и ТТ Куликом Евгением в 2000 году.



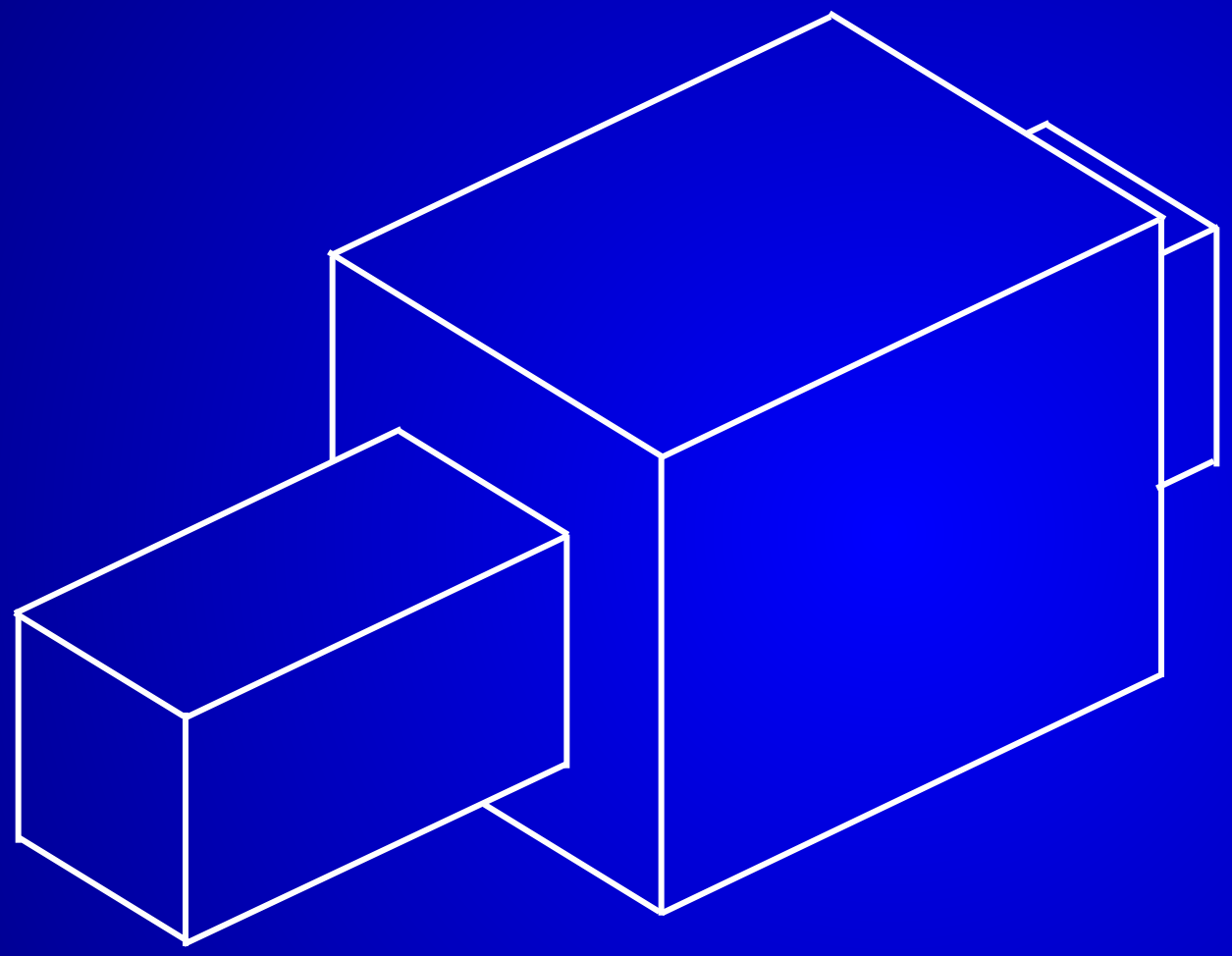
Эта мультипликация сделана студентом специаль-ности ЭПОПТ и ТТ Куликом Евгением в 2000 году.



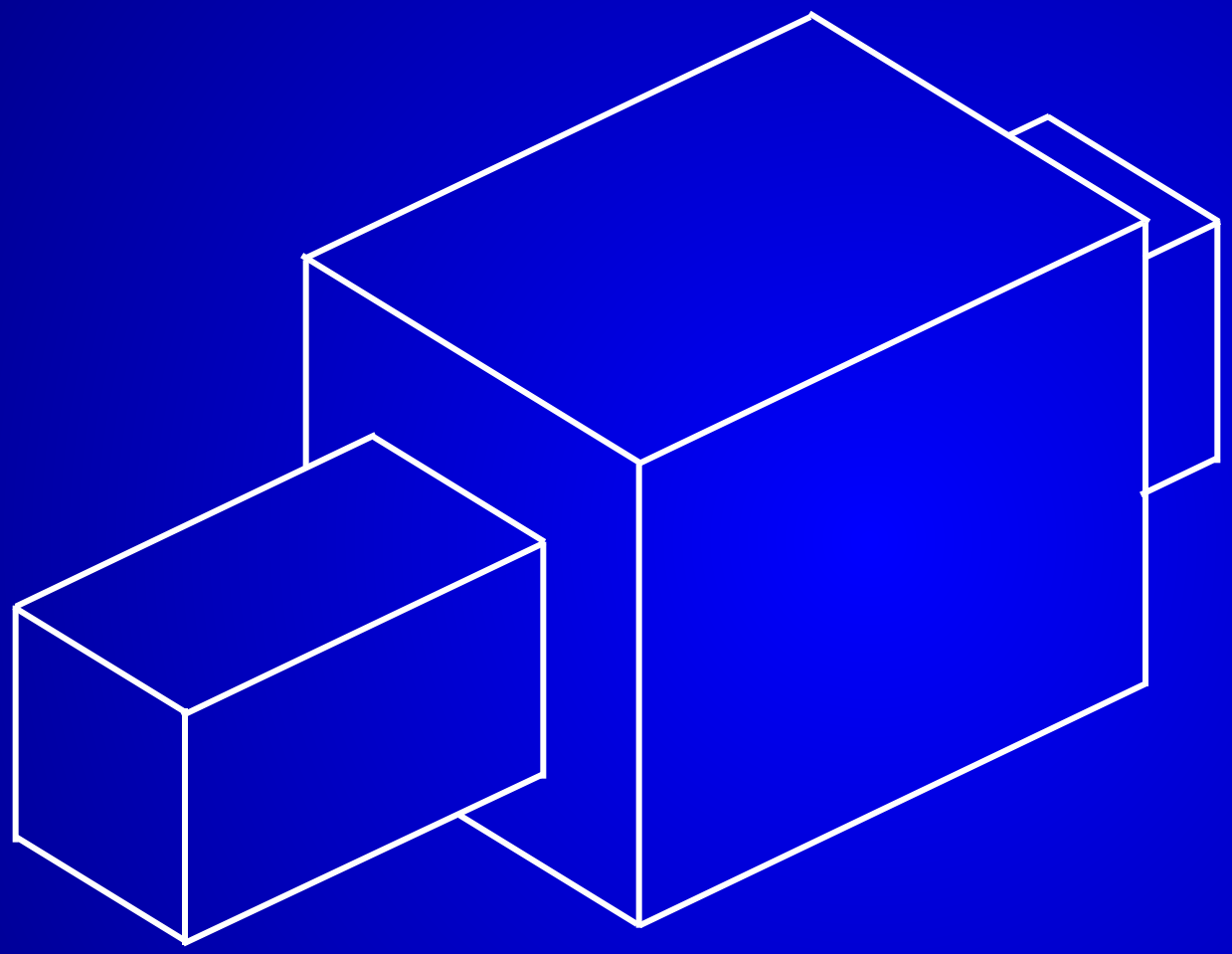
Эта мультипликация сделана студентом специаль-ности ЭПОПТ и ТТ Куликом Евгением в 2000 году.



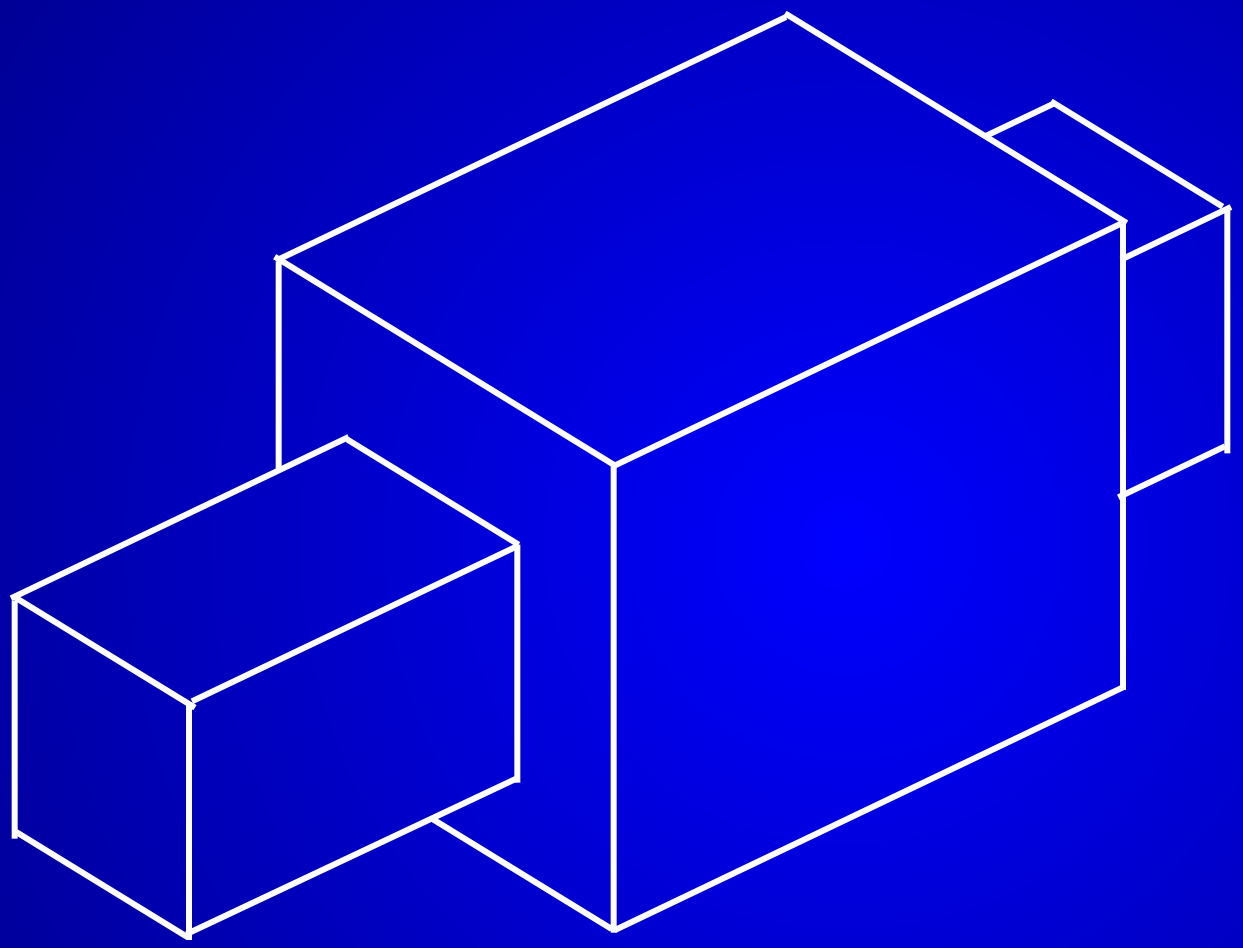
Эта мультипликация сделана студентом специаль-ности ЭПОПТ и ТТ Куликом Евгением в 2000 году.



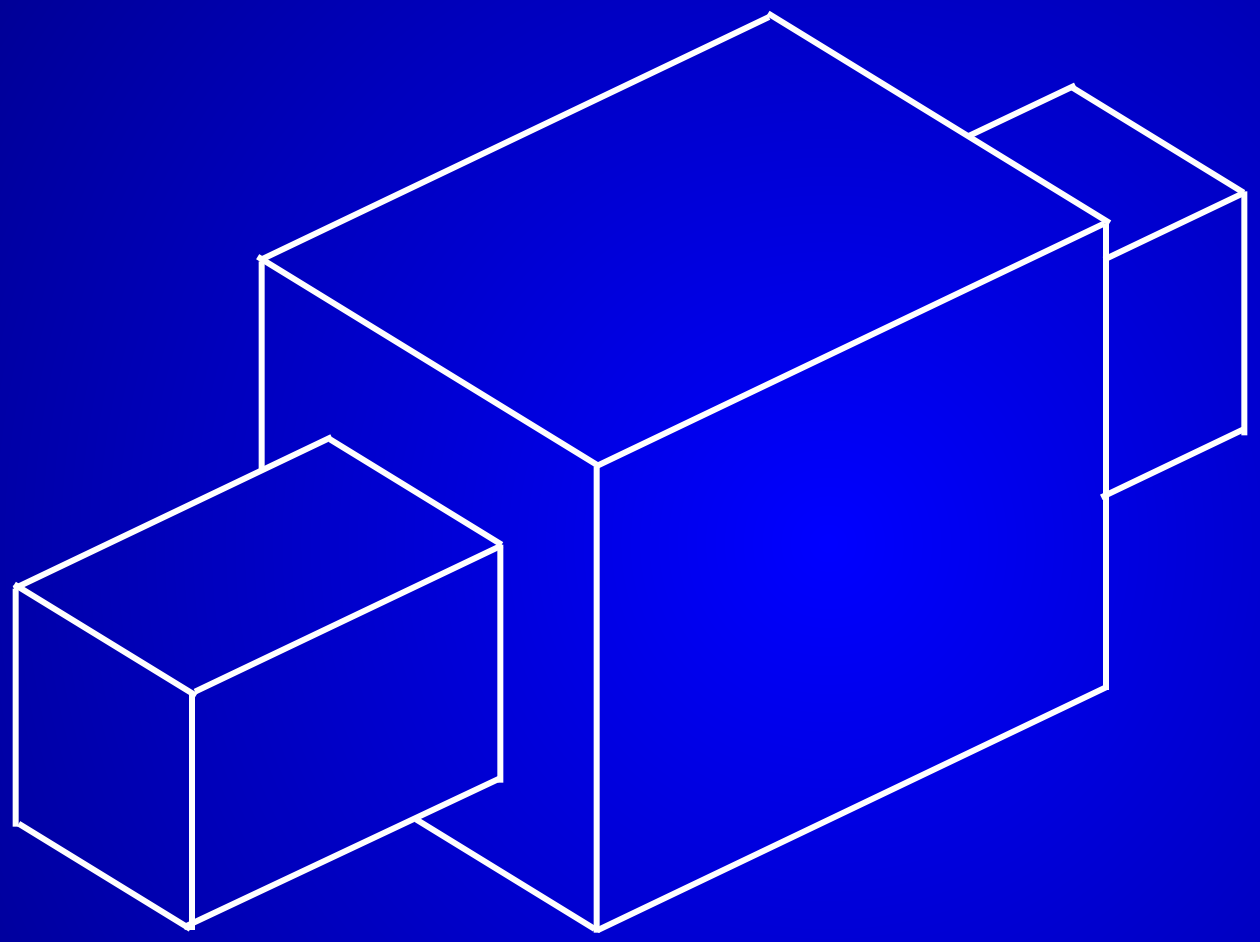
Эта мультипликация сделана студентом специаль-ности ЭПОПТ и ТТ Куликом Евгением в 2000 году.



Эта мультипликация сделана студентом специаль-ности ЭПОПТ и ТТ Куликом Евгением в 2000 году.



Эта мультипликация сделана студентом специаль-ности ЭПОПТ и ТТ Куликом Евгением в 2000 году.



Эта мультипликация сделана студентом специаль-ности ЭПОПТ и ТТ Куликом Евгением в 2000 году.

Поверхности, линии, точки звеньев, по которым могут соприкасаться звенья, образуя кинематическую пару, называются ***элементами кинематических пар***.

Если соприкосновение звеньев осуществляется по ***поверхности***, то такие пары называются ***низшими***. На рис. 2.4 - 2.7 приведены низшие пары.

При соприкосновении звеньев ***по линии или в точке*** кинематические пары называются ***высшими*** (рис. 2.2, 2.3, 2.9, 2.10).

Рис. 2.9 Высшая пара в кулачковых механизмах

Рис. 2.10 Высшая пара в зубчатых механизмах

Кинематические пары могут быть замкнутыми и разомкнутыми. Например, цилиндрическая пара (рис. 2.5), поступательная (рис. 2.6), винтовая (рис. 2.7) - пары замкнутые. Способ замыкания - геометрический.

Шар на плоскости (рис. 2.2), цилиндр на плоскости (рис. 2.3), плоскостная (рис. 2.4) - пары разомкнутые.

Для замыкания в высших кинематических парах чаще всего используют пружину (рис. 2.11), иногда геометрическое усложнение конструкции (рис. 2.12).

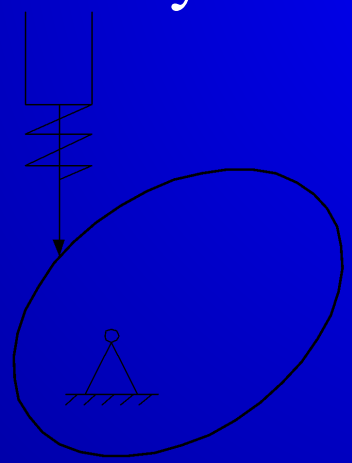


Рис. 2.11 Силовое замыкание высшей пары

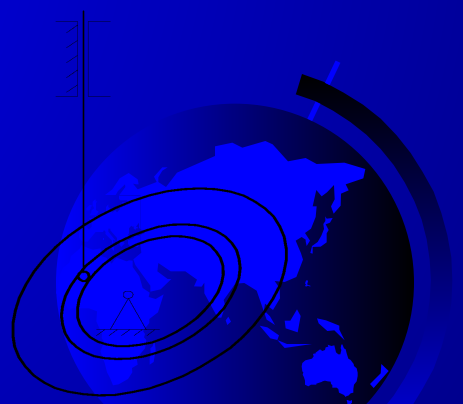


Рис. 2.12 Геометрическое замыкание высшей пар

1. 2.3. Степень подвижности механизма

Шесть степеней свободы несвязанного твёрдого тела соответствует шести независимым координатам, определяющим его положение в пространстве . Их называют обобщёнными координатами (три линейных координаты ***x, y, z*** и три угловых - углы Эйлера).

Аналогично для механизма обобщёнными координатами называют независимые между собой координаты, определяющие положения звеньев механизма относительно стойки. Механизму свойственны признаки:

1. Это совокупность нескольких звеньев (***k >1***).
2. Положение звеньев меняется в процессе движения.
3. Движение звеньев определенное по отношению к выбранной системе координат, которая связана с одним из этих звеньев (чаще всего со стойкой).

В основе любого механизма лежит ***кинематическая цепь***. Это совокупность звеньев, соединённых кинематическими парами.

Сложные цепи - в составе есть хотя бы одно звено, которое входит более чем в две кинематические пары.

Разомкнутая кинематическая цепь - в составе есть хотя бы одно звено, образующее только одну пару.

Замкнутая - все звенья входят не менее чем в две кинематические пары.

Простая кинематическая цепь – в составе каждое звено входит не более чем в две кинематические пары.

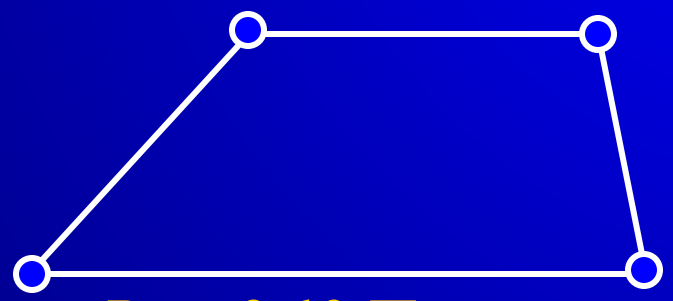


Рис. 2.13 Простая, замкнутая цепь

Рис. 2.14 Сложная, разомкнутая цепь

Степень свободы кинематической цепи зависит от количества звеньев, количества и вида кинематических пар, связывающих звенья в этой цепи. Суммарная степень свободы ***k*** звеньев, несоединённых между собой :

$$H_{\Sigma} = 6k.$$

Сумма всех условий связи, наложенных всеми кинематическими парами в общем случае:

$$\boldsymbol{S_{\Sigma} = p_1 + 2p_2 + 3p_3 + 4p_4 + 5p_5}. \qquad (2.3)$$

Тогда степень свободы кинематической цепи:

$$\boldsymbol{H = H_{\Sigma} - S_{\Sigma} = 6k - 5p_5 - 4p_4 - 3p_3 - 2p_2 - p_1}$$

или

$$\boldsymbol{H = 6k - \sum_{l=1}^{5} l \cdot p_l}. \qquad (2.4)$$

l - класс кинематической пары.

В механизмах движение рассматривается относительно какого-то звена (стойки), поэтому сразу исключается 6 степеней свободы стойки.

Степень свободы кинематической цепи, определённая относительно стойки, называется степенью подвижности механизма.

$$W = H - 6;$$

$$W = 6(k-1) - S_{\Sigma} = 6n - \sum_{l=1}^{5} l \cdot p_l; \qquad (2.5)$$

n - число подвижных звеньев.

Формула (2. 5) предложена В. И. Сомовым в 1887 г., дополнена в 1923 г. А. П. Малышевым и носит имя Сомова - Малышева.

Эта формула справедлива, если не наложено никаких других общих дополнительных условий.

Условия могут быть самыми разными.

Если учесть общие дополнительные условия связи, то степень подвижности механизмов будет определяться:

$$W = (6 - m)n - \sum_{l=1}^{5} (l - m) p_l; \qquad (2.6)$$

m - количество общих связей, наложенных на все звенья механизма.

Эта формула предложена Добровольским В. В

В плоских механизмах все звенья должны двигаться в одной плоскости или в параллельных плоскостях, т. е. на все звенья наложено три общих условий связи:

$$W = (6-3)n - \sum_{l=4}^{5}(l-3)p_l\,,$$ т. е.

$$W = 3n - 2p_5 - p_4. \qquad (2.7)$$

Это структурная формула для плоских механизмов.

Выведена П. Л. Чебышевым в 1869 г.

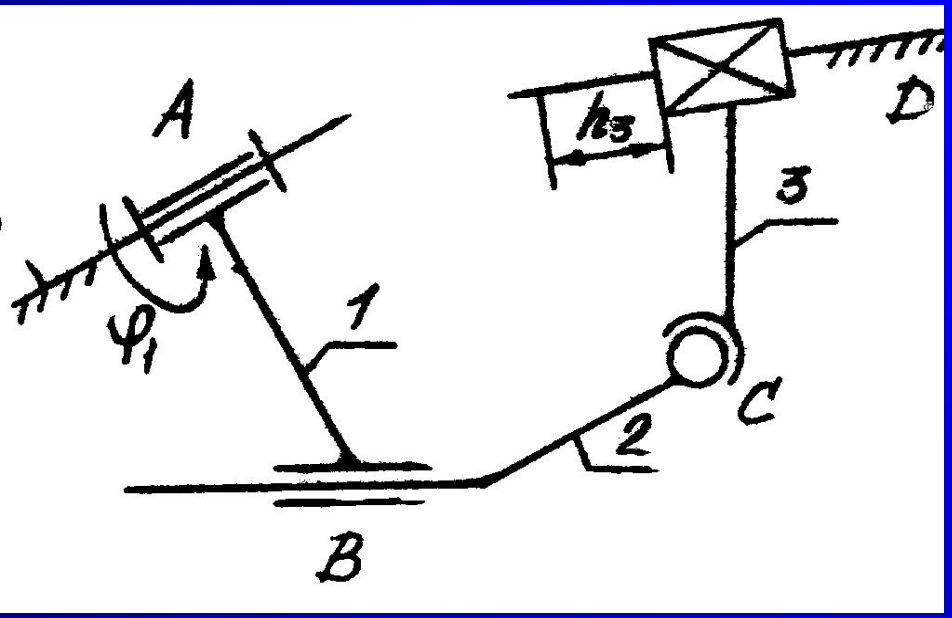
Рассмотрим примеры:

Пример 1. Для механизма, изображённого на рис. 2.16.:

$$W = 6n - 5p_5 - 4p_4 - 3p_3 - 2p_2 - p_1;$$

$$n = 3;\ p_5 = 2(A, D);\ p_4 = 1(B);\ p_3 = 1(C);$$

$$W = 6 \cdot 3 - 5 \cdot 2 - 4 \cdot 1 - 3 \cdot 1 = 1, \qquad i = 1.$$



Это может быть:

$$q_1 = \varphi_1(t),$$

входное звено - кривошип 1;

или $q_1 = h_3(t)$,

входное звено - ползун 3.

Рис. 2.16 Пространственный кривошипно-ползунный механизм

Пример 2. Для механизма, изображённого на рис. 2. 17:

$$W = 3n - 2p_5 - p_4 = 3 \cdot 4 - 2 \cdot 5 = 2;$$

$$i = 2; \qquad q_1 = \varphi_1(t); \quad \text{и} \quad q_2 = h_4(t);$$

Входные звенья: кривошип и ползун.

Можно задать движение точки С.

В этом случае:

$$q_1 = x_c(t); \quad \text{и}$$

$$q_2 = y_c(t);$$

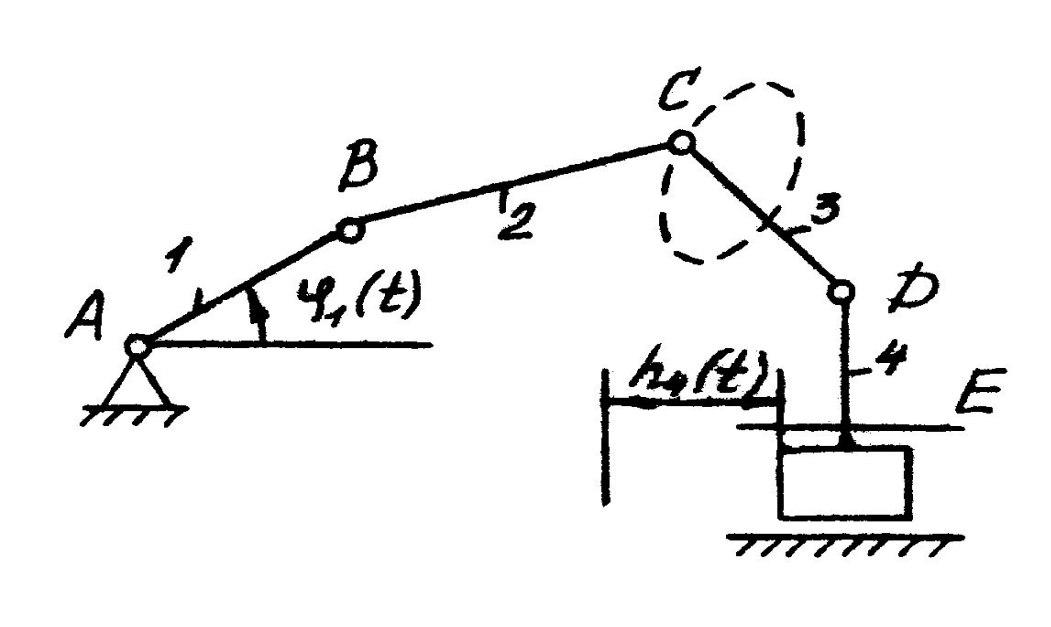


Рис. 2.17 Плоский кривошипно-ползунный механизм

1. 2.4. Структурный синтез и анализ механизмов.

При структурном синтезе , как правило, известно число степеней свободы механизма. Пример № 1. Плоский механизм $W = 1$. Звенья соединены парами только вращательными пятого класса. При условии, что

$$W = 3n - 2p_5$$

минимальное число звеньев в механизме должно быть 3. Такой механизм называется шарнирным 4-х звенником. На ***экране*** показаны разные варианты этого механизма.(4-х звенник)

Входное (начальное) звено со стойкой прини-мается за некоторый условный механизм, который называют исходным механизмом. В плоских меха-низмах это может быть: звено, вращающееся вок-руг неподвижной точки (***рис. 3. 18.***) или поступа-тельно движущееся звено (***рис. 3. 19.***).

$$W = 3n - 2p_5 = 3 \cdot 1 - 2 \cdot 1 = 1;$$

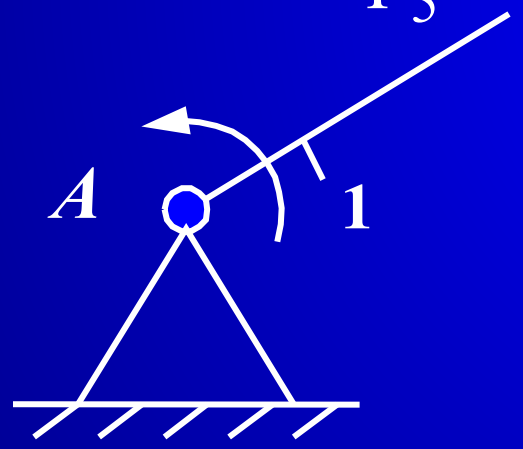


Рис. 3. 18. Вращательно движущееся звено.

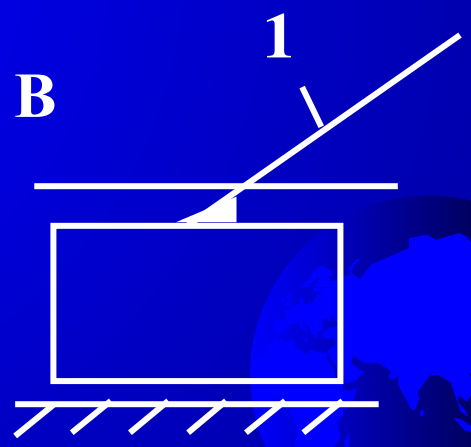


Рис. 3. 19. Поступательно движущееся звено.

Если к исходному механизму присоединить некоторые структурные группы с $W = 0$, то мож-но получить различные структурные схемы с

$W = 1$. Если необходимо получить механизм с

$W > 1$ надо взять i число исходных механизмов $(W = i)$ и к ним присоединять структурные груп-пы с $W = 0$. Такие структурные группы получили название групп Ассура. Признак групп Ассура:

$$3n^{Г} - 2p_5^{Г} = 0;\ n^{Г} = \frac{2}{3}p_5^{Г};\ p_5^{Г} = \frac{3}{2}n^{Г}. \quad (3.\ 3)$$

Возможные сочетания чисел звеньев и кине-матических пар представлены в ***таблице 3. 2***.

Таблица 3. 1.

Сочетание чисел звеньев и пар в группах Ассура

$n^г$	2	4	6	8	…..
$p^г$	3	6	9	12	…..

Особенности группы Ассура:

1. Число звеньев в группе четное.
2. Стойка не входит в состав группы Ассура.
3. Кинематическая цепь в группе Ассура не должна делиться на более простые группы.

Табл. 3. 2. Классы групп Ассура

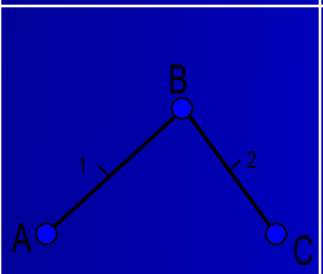
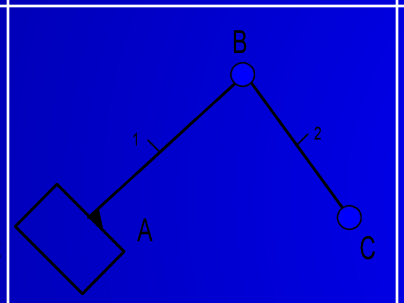
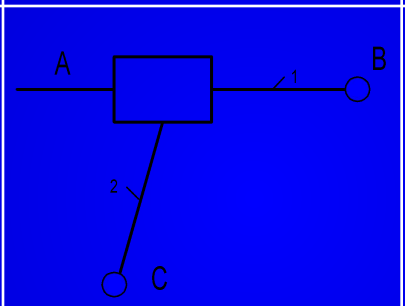
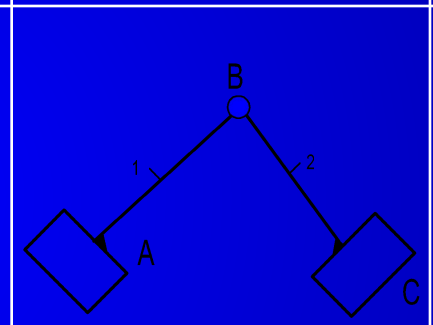
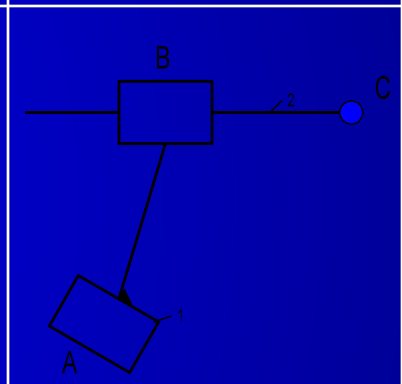
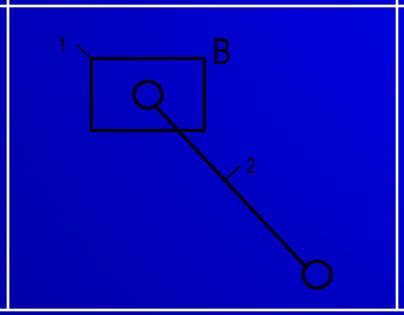
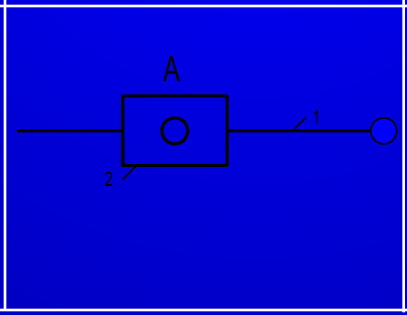
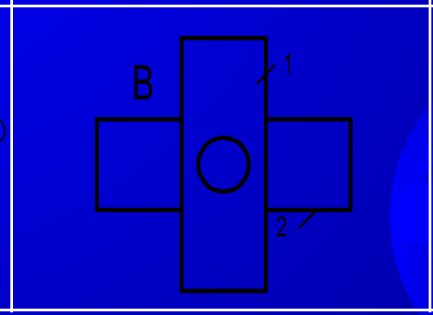
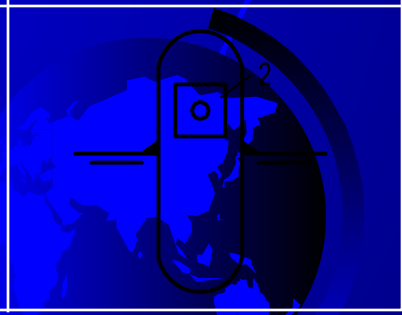
n	*p*	схемы	класс группы
2	*3*		*2*
4	*6*		*3*
4	*6*		*4*

Класс группы Ассура определяется числом кинематических пар, входящих в замкнутый контур, образованный внутренними кинематическими парами (см. ***табл. 3. 2***.).

Такая классификация была предложена И.И. Артоболевским. Чаще всего используются группы Ассура II класса (их называют иногда диадами). Они представлены в ***таблице 3.3***.

Эти группы подразделяются на V видов в зависимости от сочетания и расположения вращательных и поступательных пар V класса.

Табл. 3. 3. Виды групп Ассура второго класса

I вид	*II вид*	*III вид*	*IV вид*	*V вид*
				
				

Такие же группы Ассура применяются и при структурном анализе механизмов.

Первый вид - все три пары вращательные.

Второй вид - две пары вращательные, одна (внешняя) поступательная.

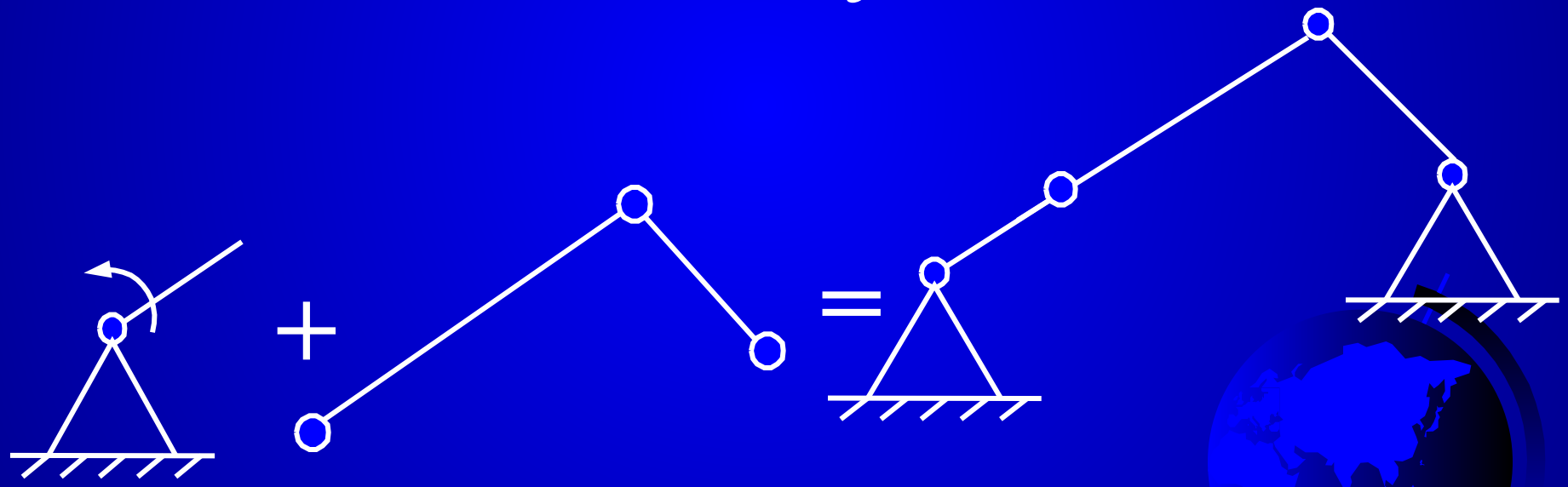
Третий вид - две пары вращательные, одна (внутренняя) поступательная.

Четвёртый вид - две пары поступательные, одна (внутренняя) вращательная.

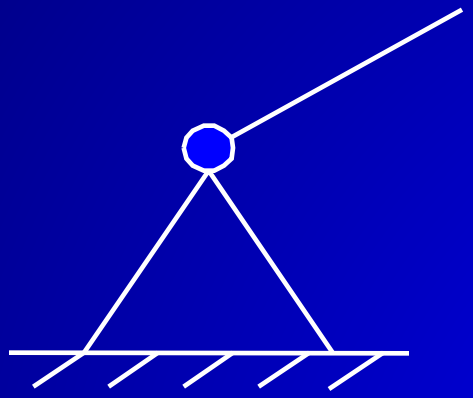
Пятый вид - две пары поступательные, одна (внешняя) вращательная.

Как построить схему механизма? Пример № 1 структурного синтеза плоских механизмов:

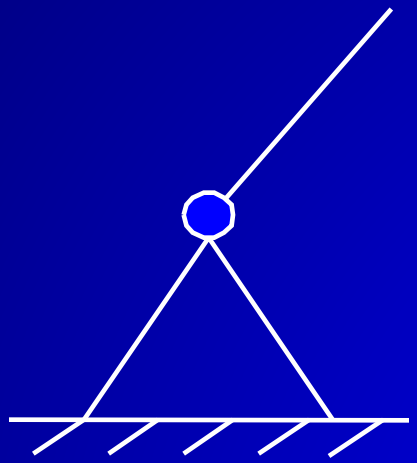
$W = 1; \quad n = 3; \quad p_5 = 4.$



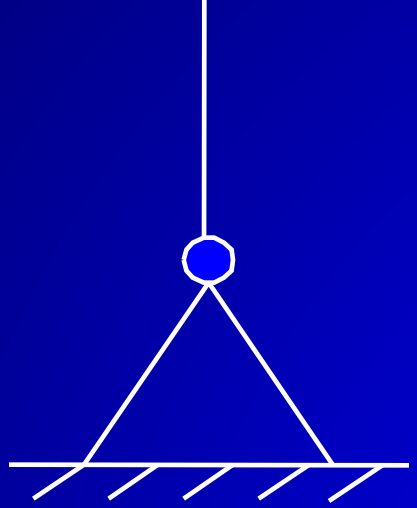
Мультипликация выполнена программистом Воронуха И. Г. в 2000 году.



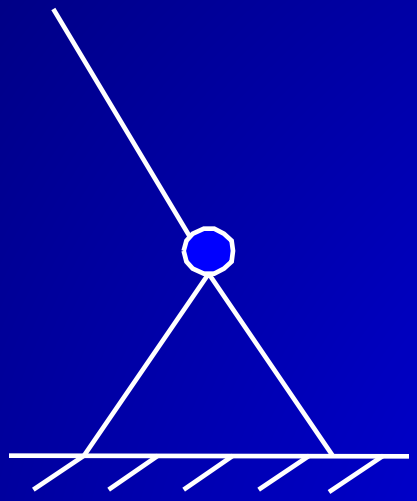
Мультипликация выполнена программистом Воронуха И. Г. в 2000 году.



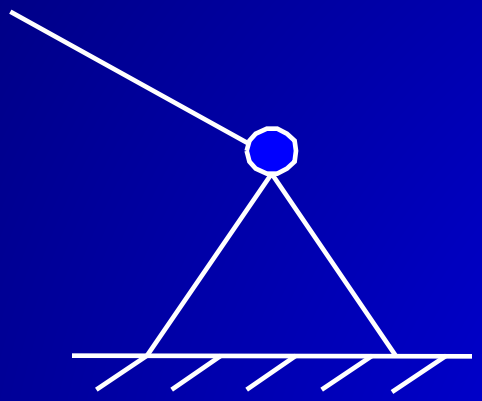
Мультипликация выполнена программистом Воронуха И. Г. в 2000 году.



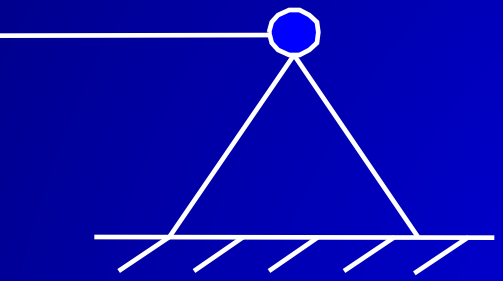
Мультипликация выполнена программистом Воронуха И. Г. в 2000 году.



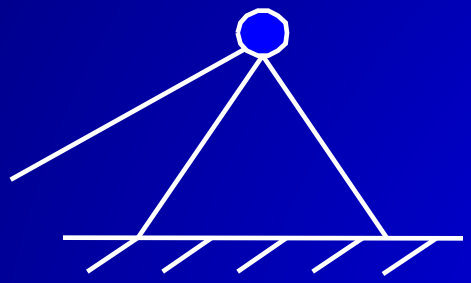
Мультипликация выполнена программистом Воронуха И. Г. в 2000 году.



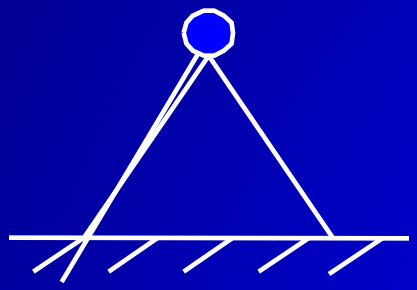
Мультипликация выполнена программистом Воронуха И. Г. в 2000 году.



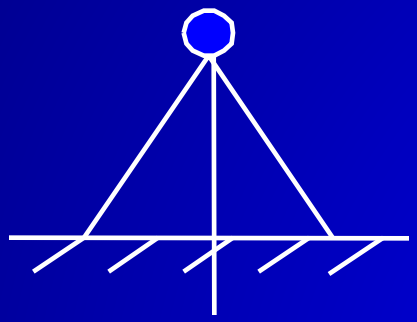
Мультипликация выполнена программистом Воронуха И. Г. в 2000 году.



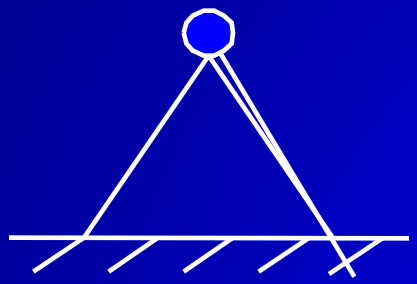
Мультипликация выполнена программистом Воронуха И. Г. в 2000 году.



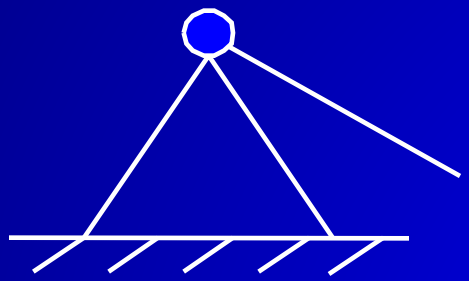
Мультипликация выполнена программистом Воронуха И. Г. в 2000 году.



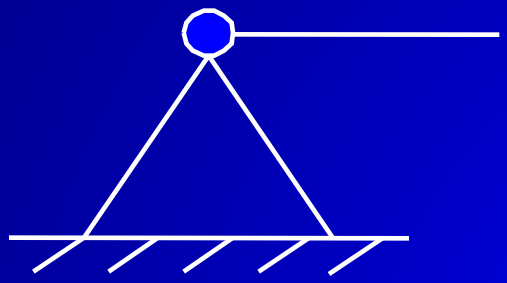
Мультипликация выполнена программистом Воронуха И. Г. в 2000 году.



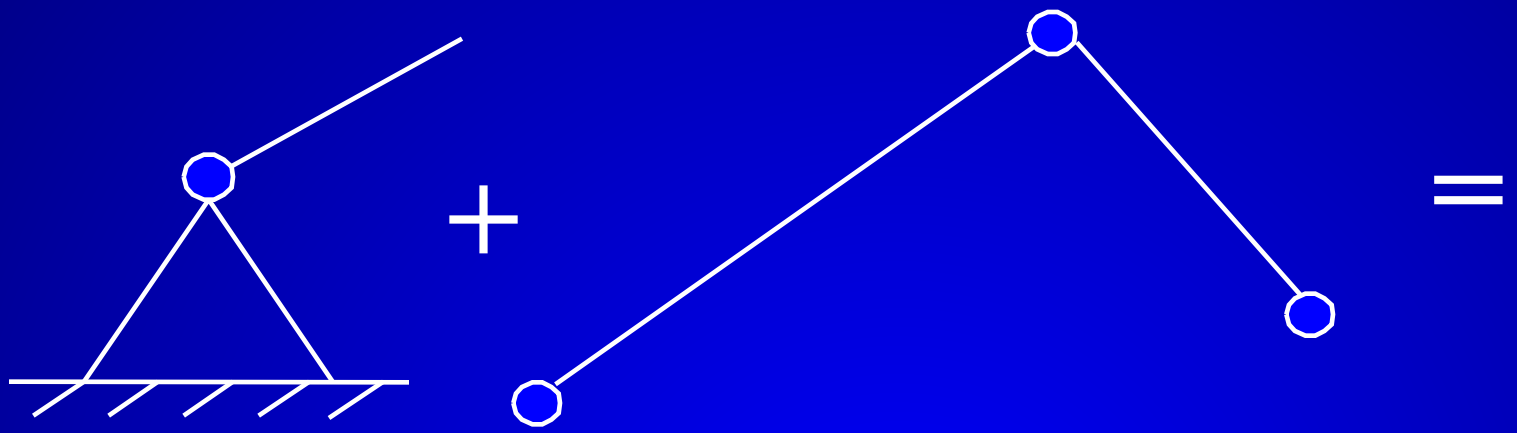
Мультипликация выполнена программистом Воронуха И. Г. в 2000 году.



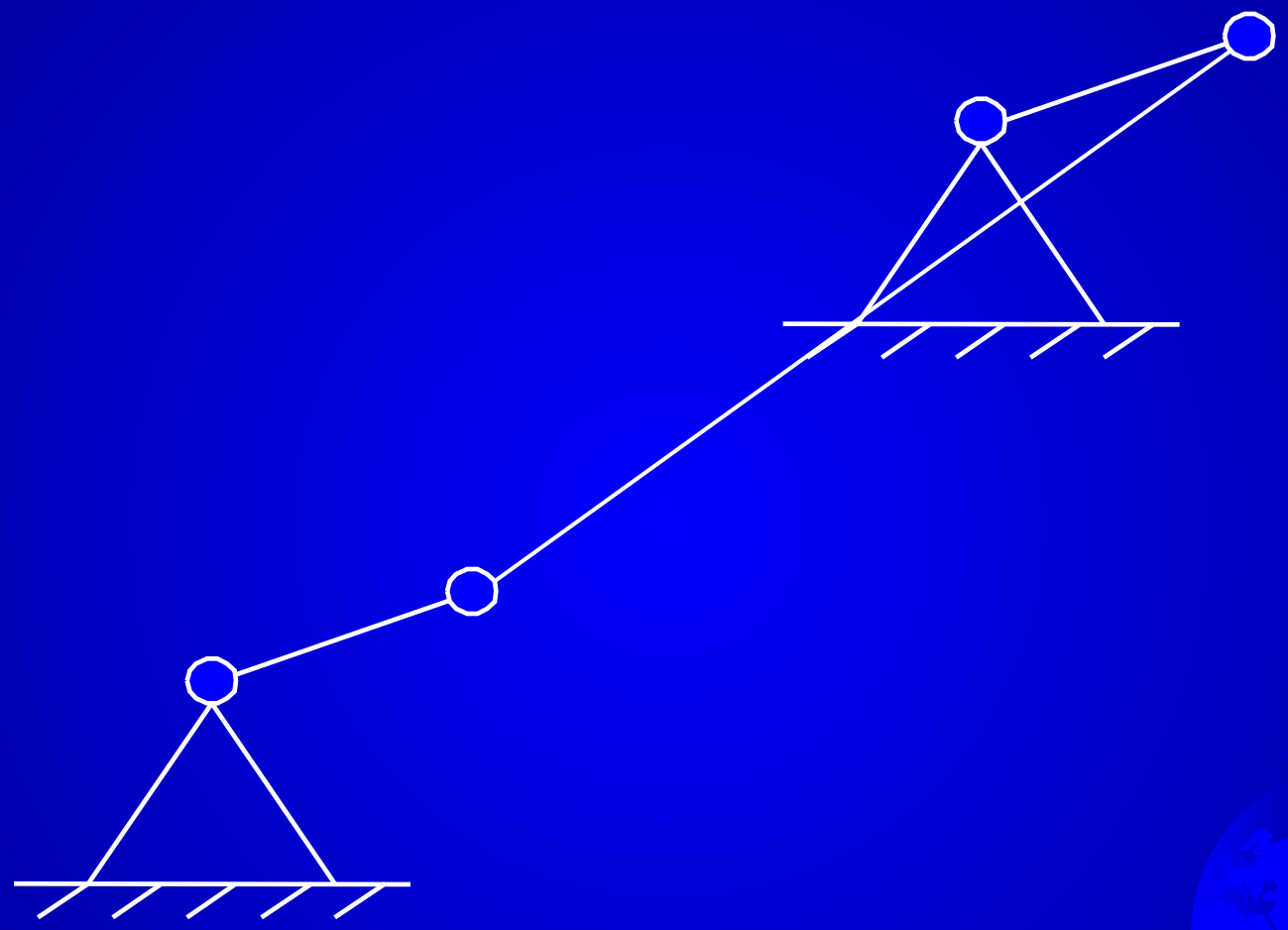
Мультипликация выполнена программистом Воронуха И. Г. в 2000 году.



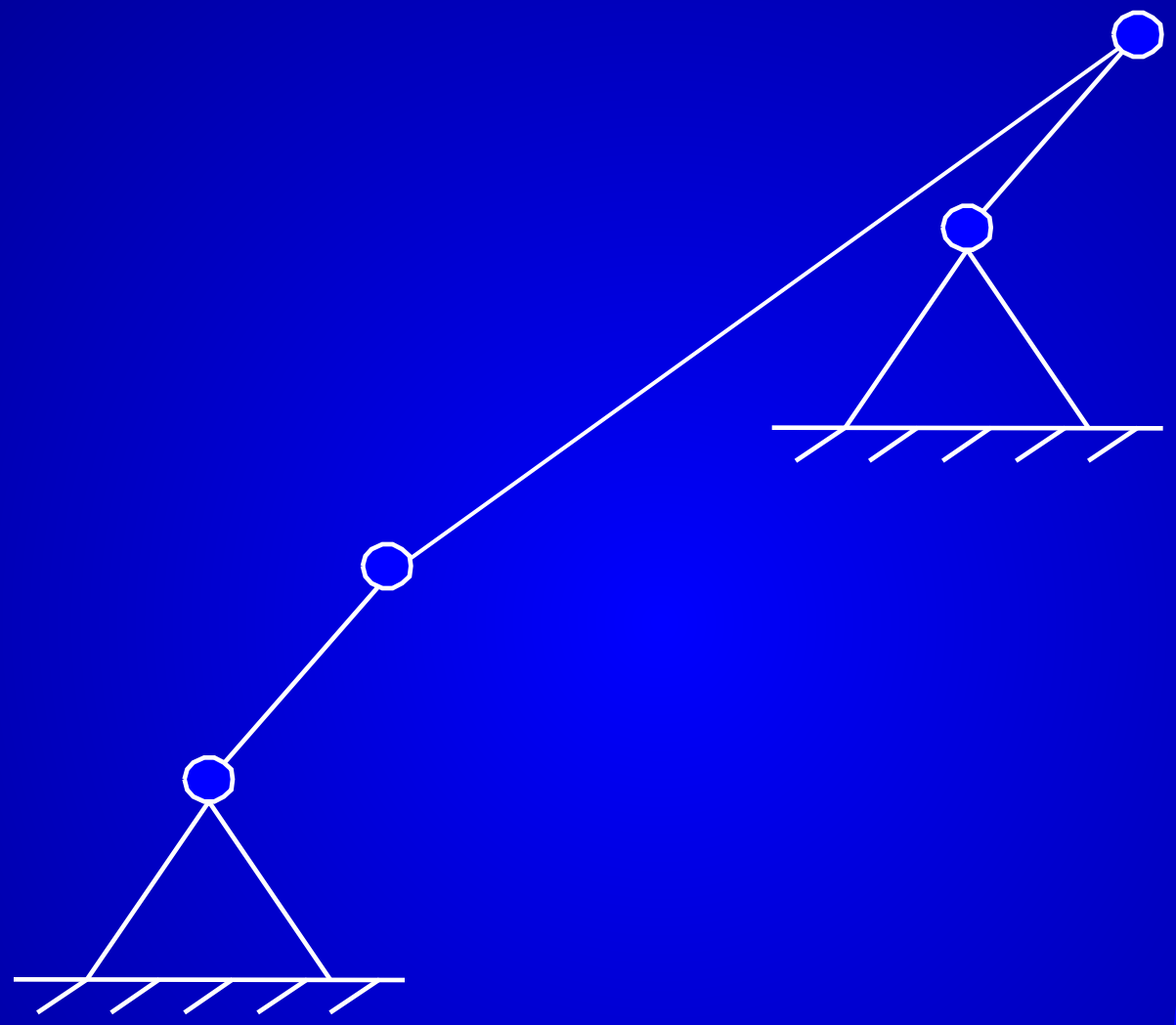
Мультипликация выполнена программистом Воронуха И. Г. в 2000 году.



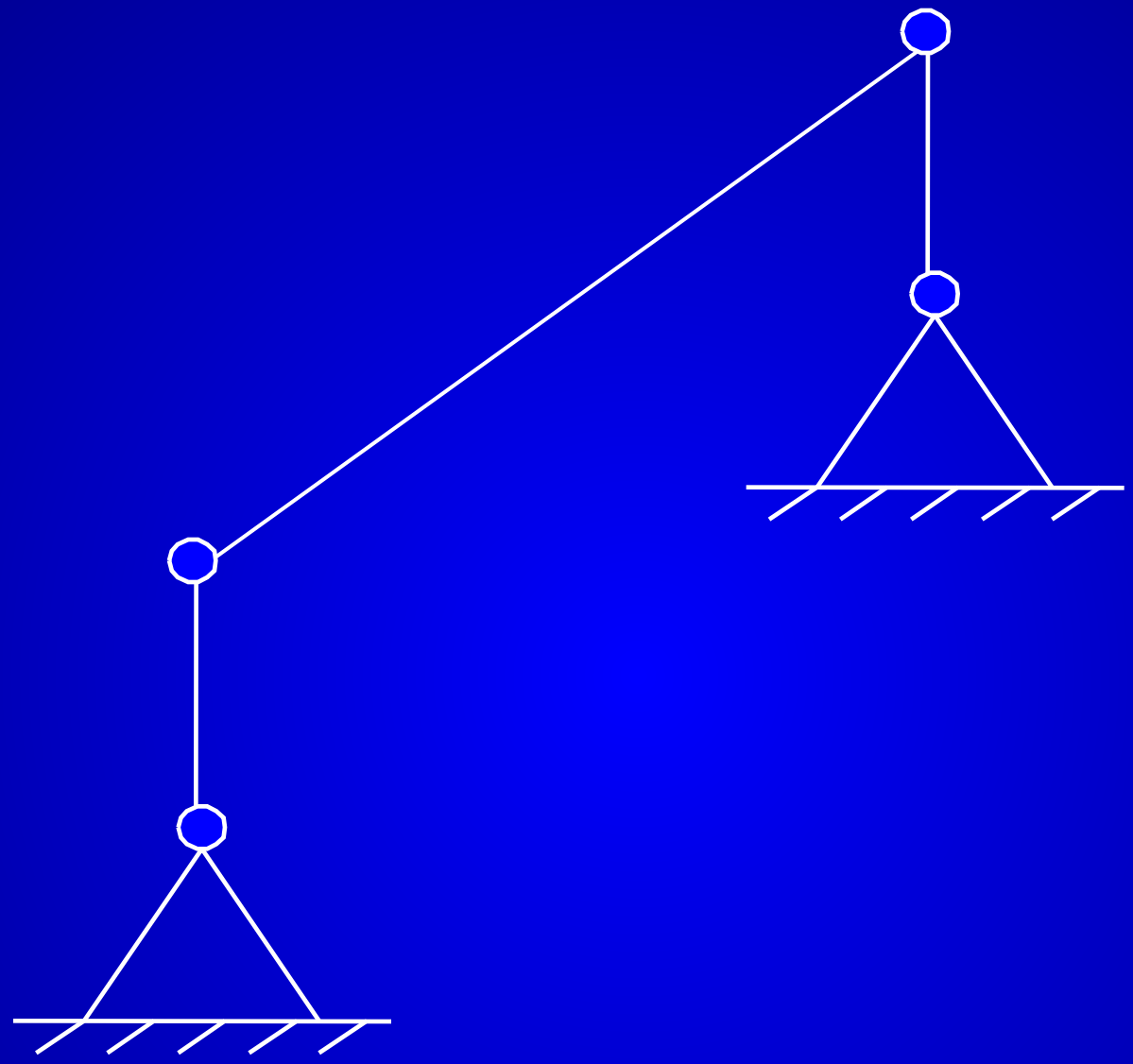
Мультипликация выполнена программистом Воронуха И. Г. в 2000 году.



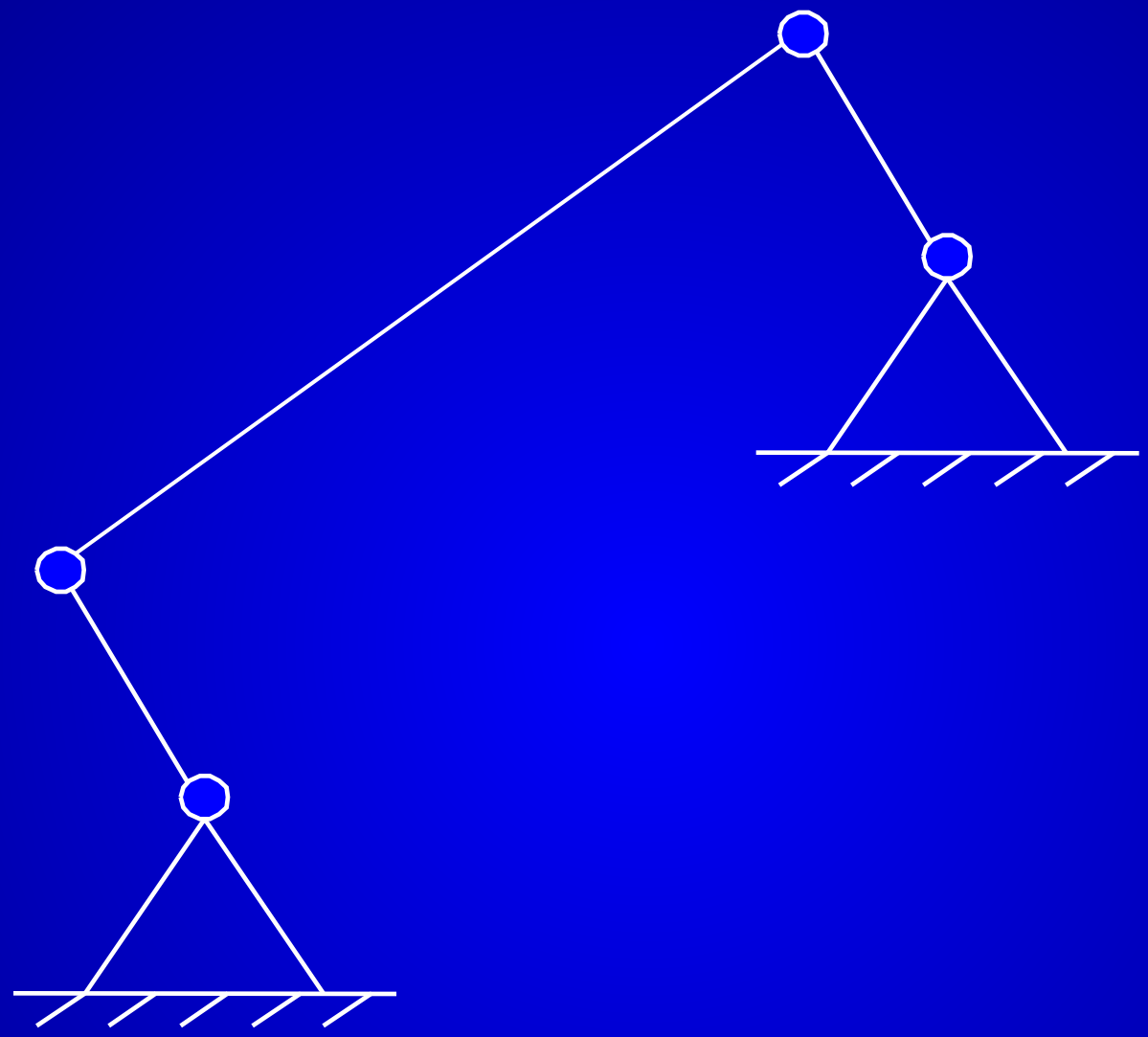
Мультипликация выполнена программистом Воронуха И. Г. в 2000 году.



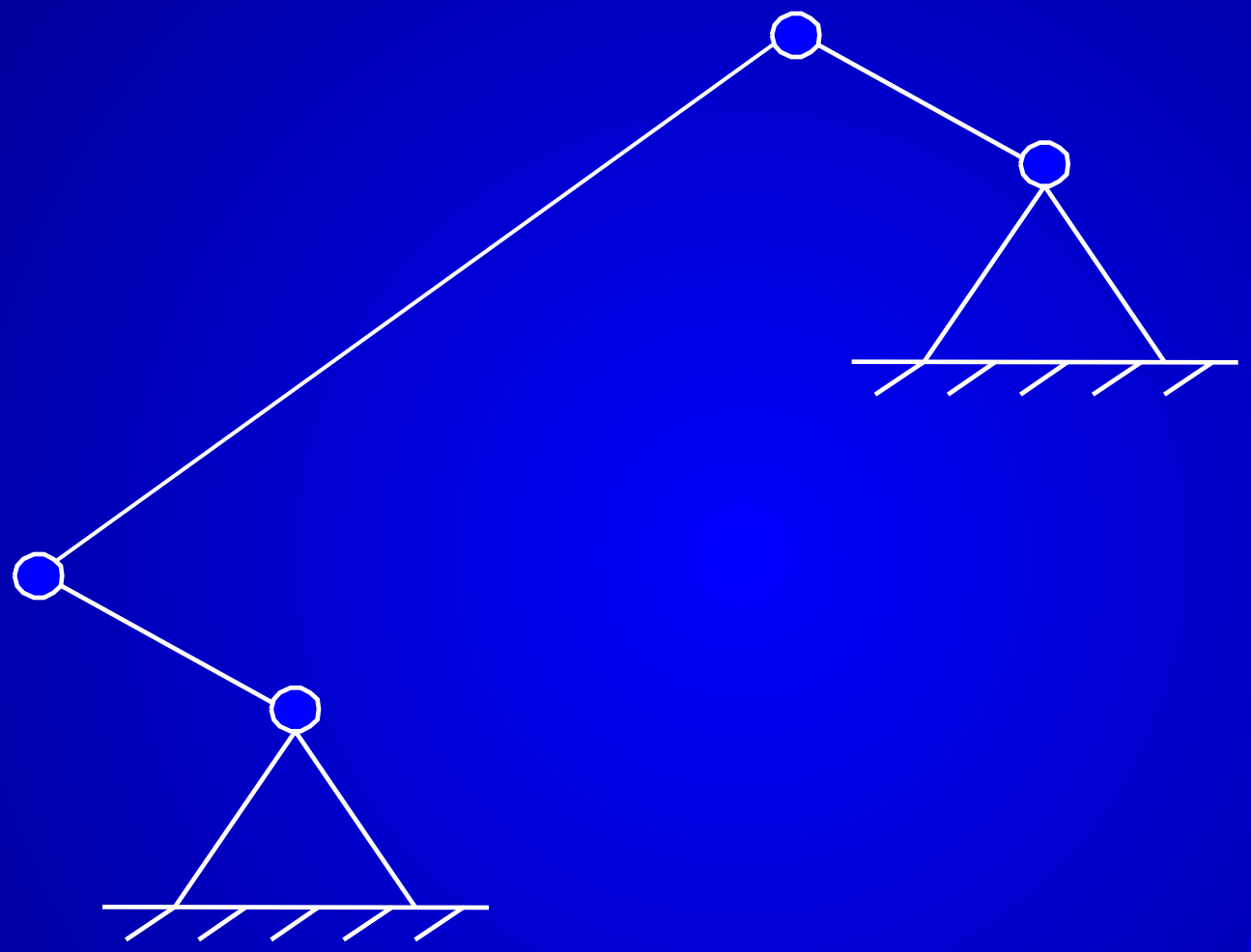
Мультипликация выполнена программистом Воронуха И. Г. в 2000 году.



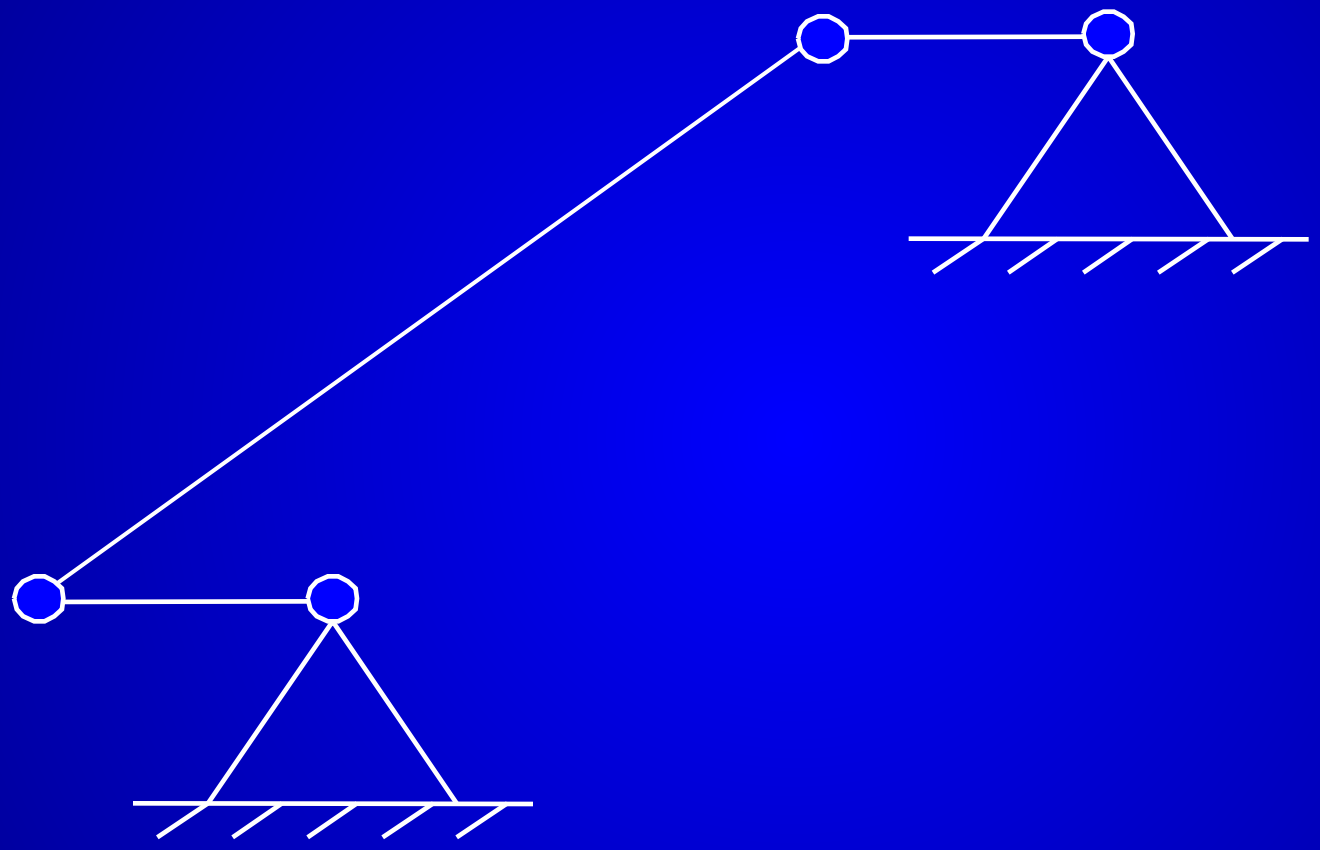
Мультипликация выполнена программистом Воронуха И. Г. в 2000 году.



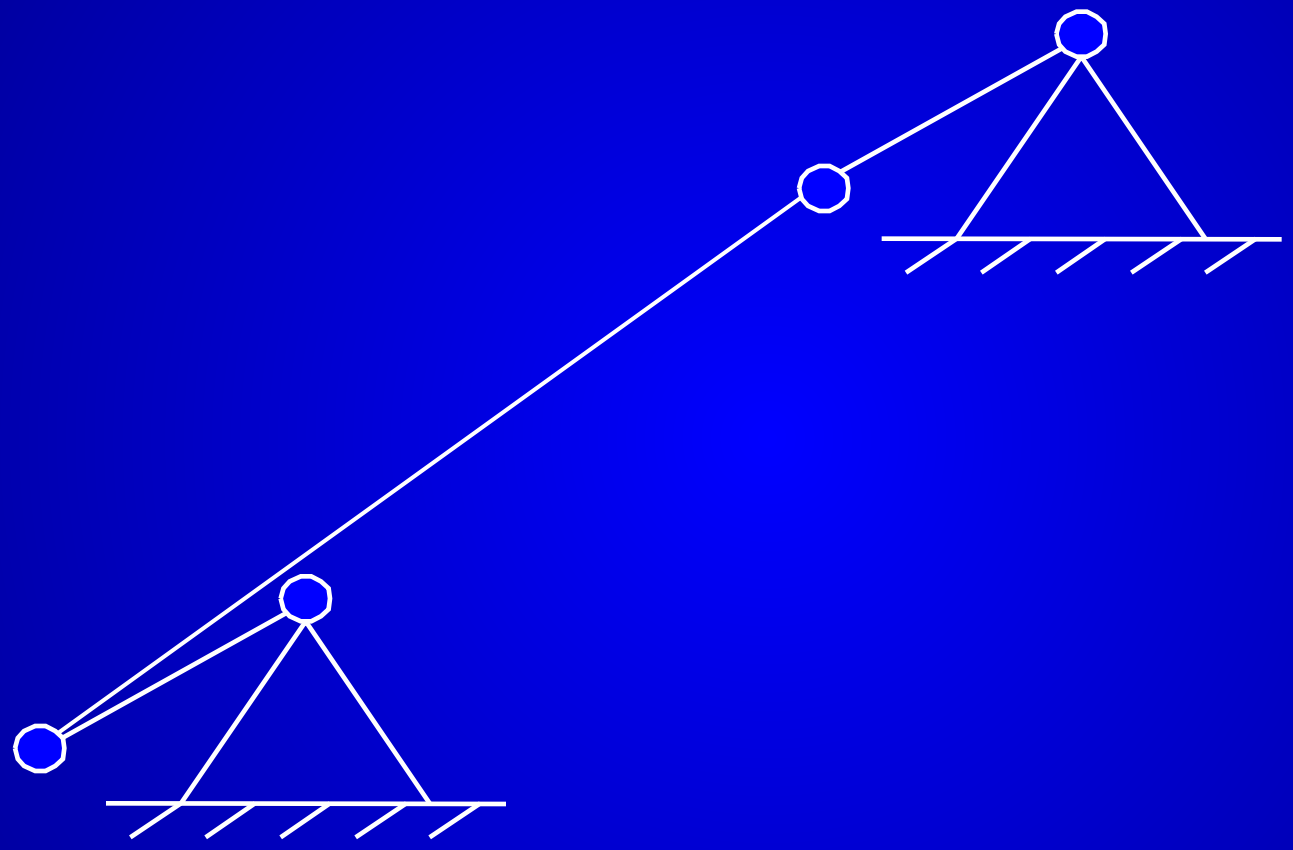
Мультипликация выполнена программистом Воронуха И. Г. в 2000 году.



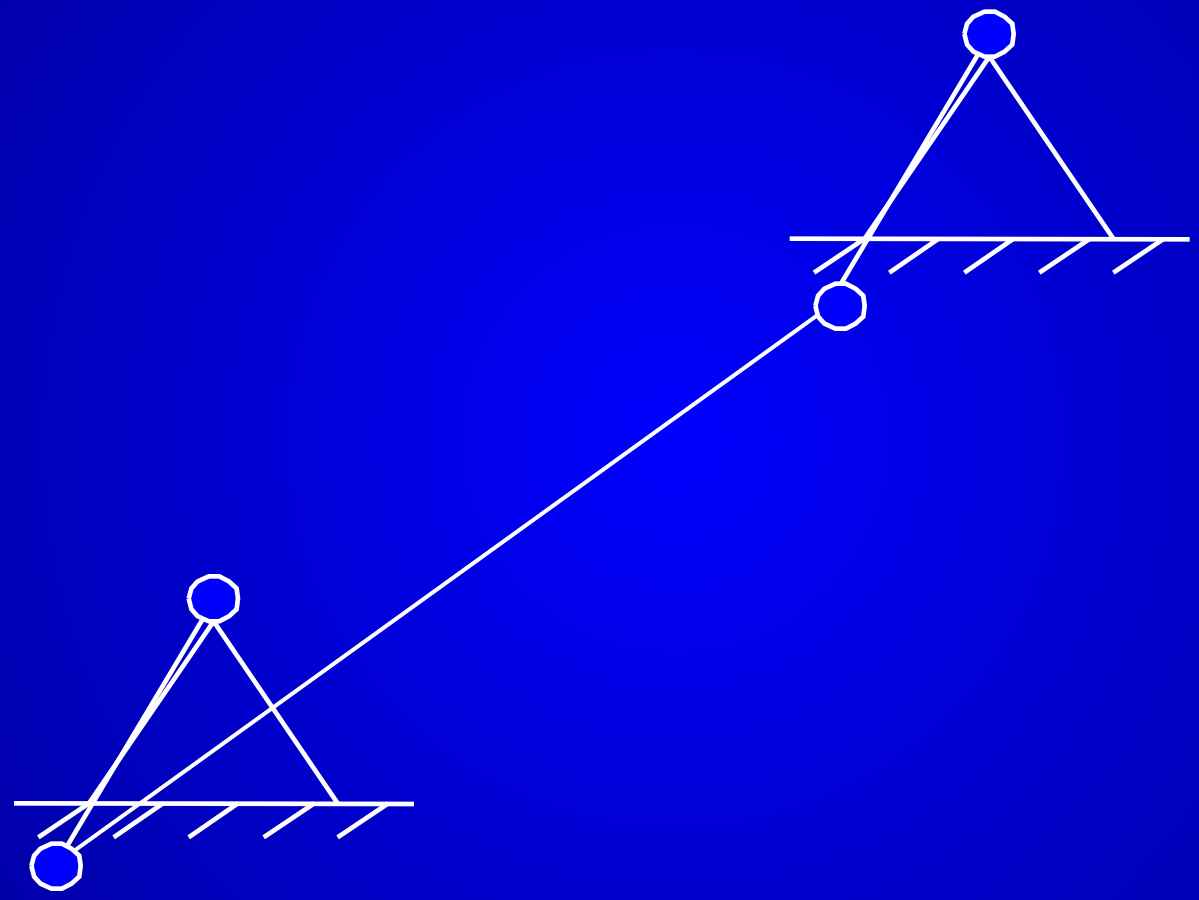
Мультипликация выполнена программистом Воронуха И. Г. в 2000 году.



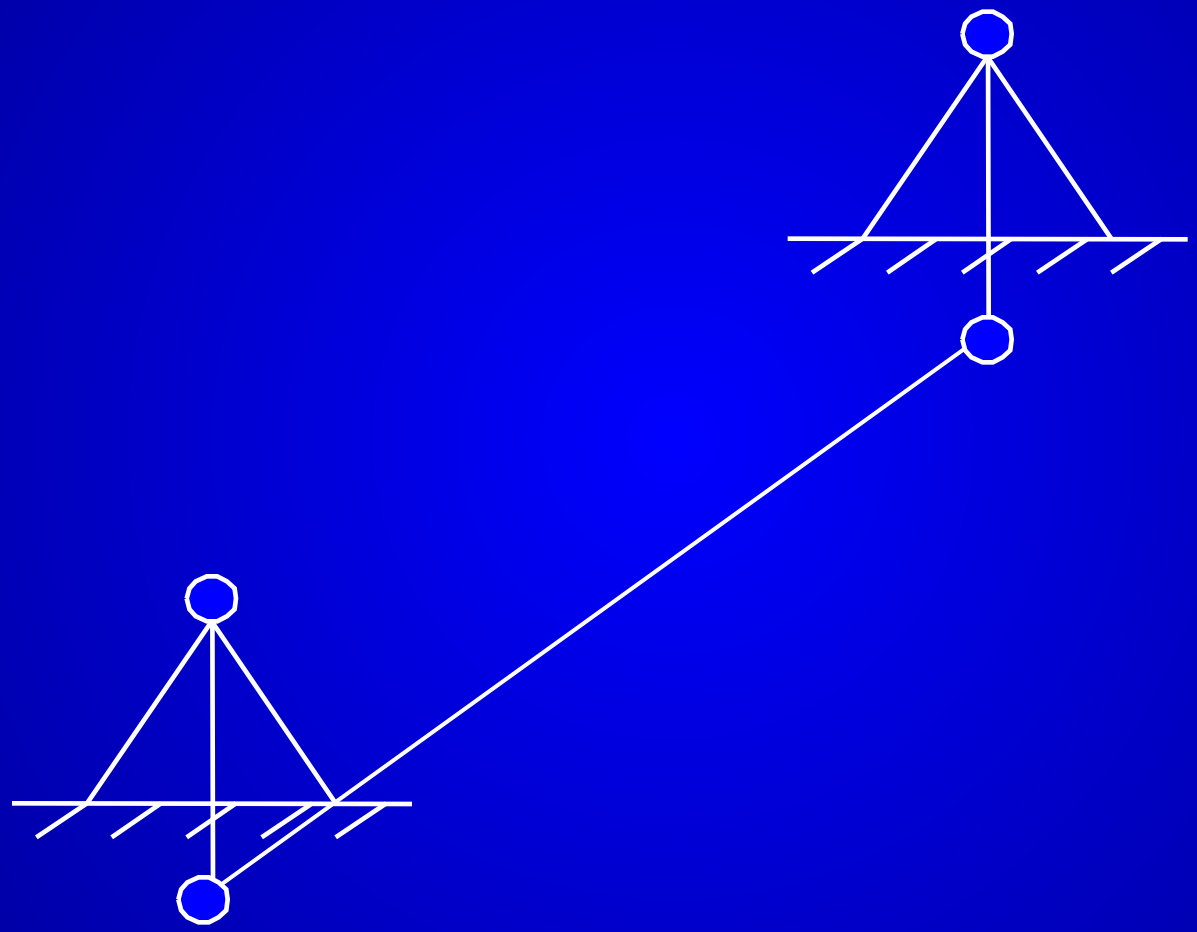
Мультипликация выполнена программистом Воронуха И. Г. в 2000 году.



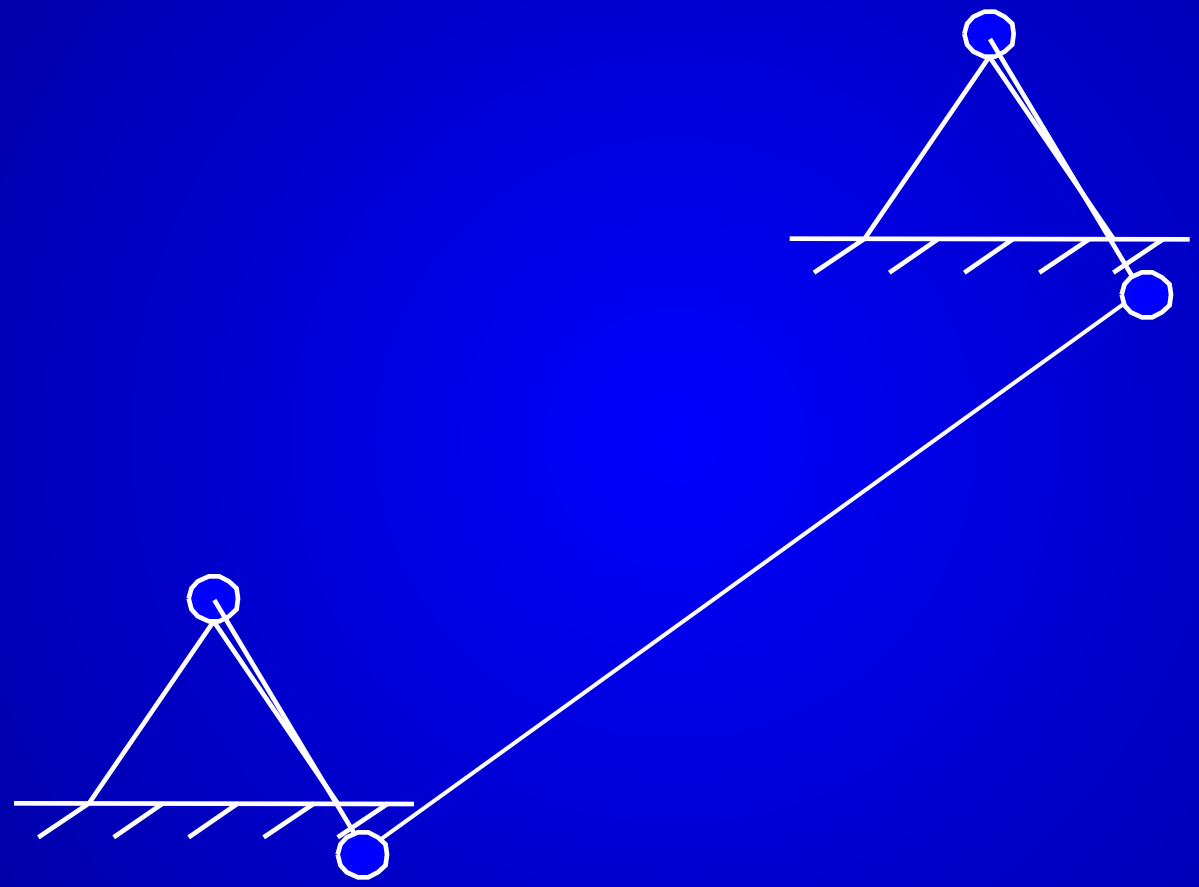
Мультипликация выполнена программистом Воронуха И. Г. в 2000 году.



Мультипликация выполнена программистом Воронуха И. Г. в 2000 году.



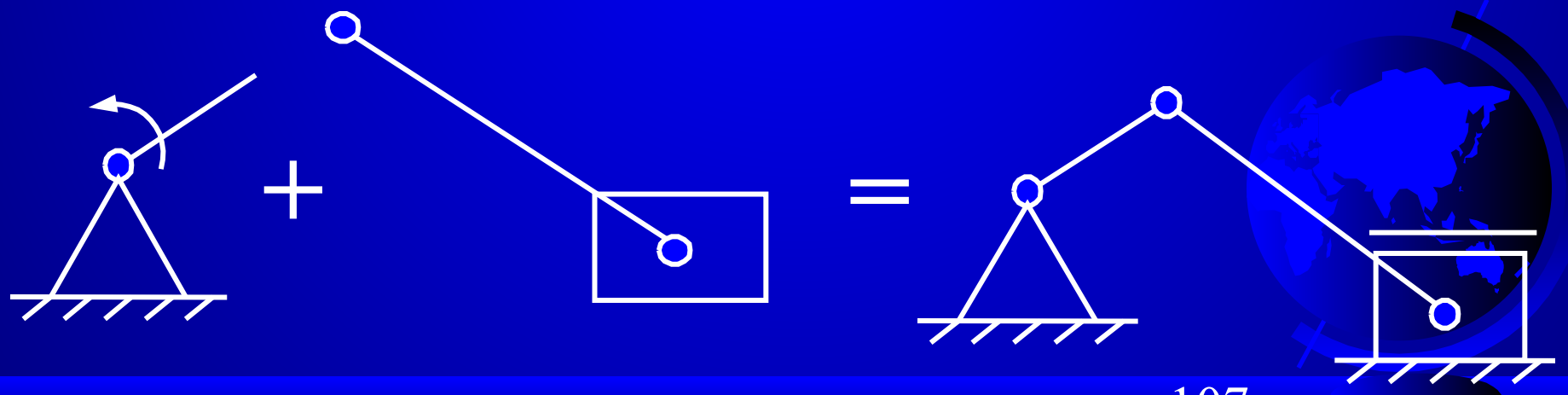
Мультипликация выполнена программистом Воронуха И. Г. в 2000 году.

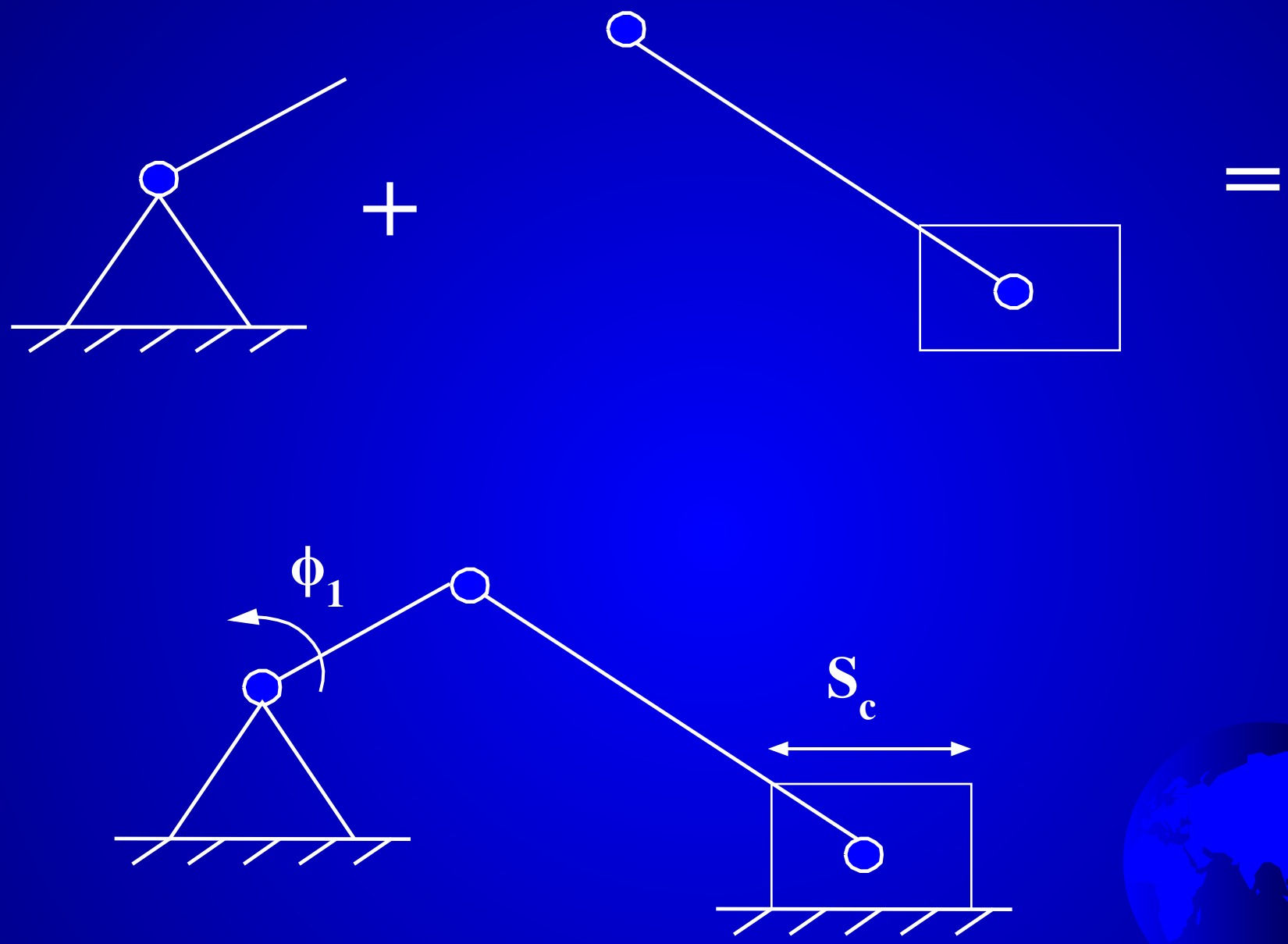


Мультипликация выполнена программистом Воронуха И. Г. в 2000 году.

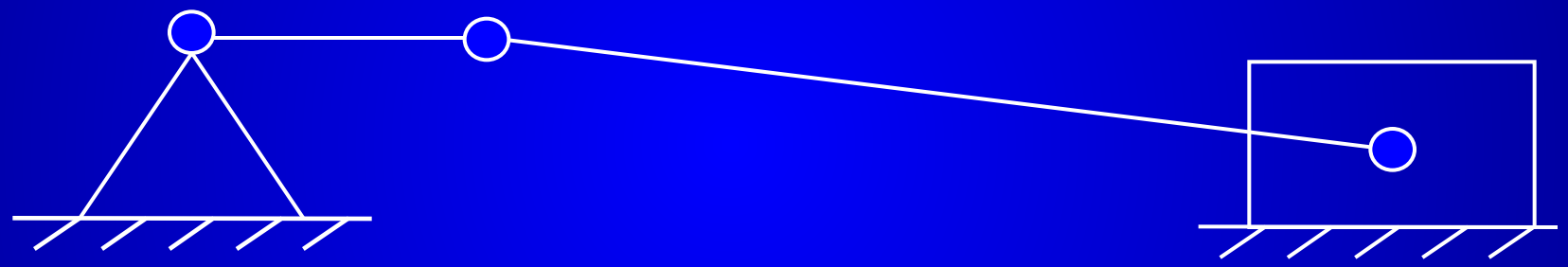
Пример № 2 структурного синтеза плоских механизмов:

$$W = 1;\ n = 3;\ p_5 = 4.$$

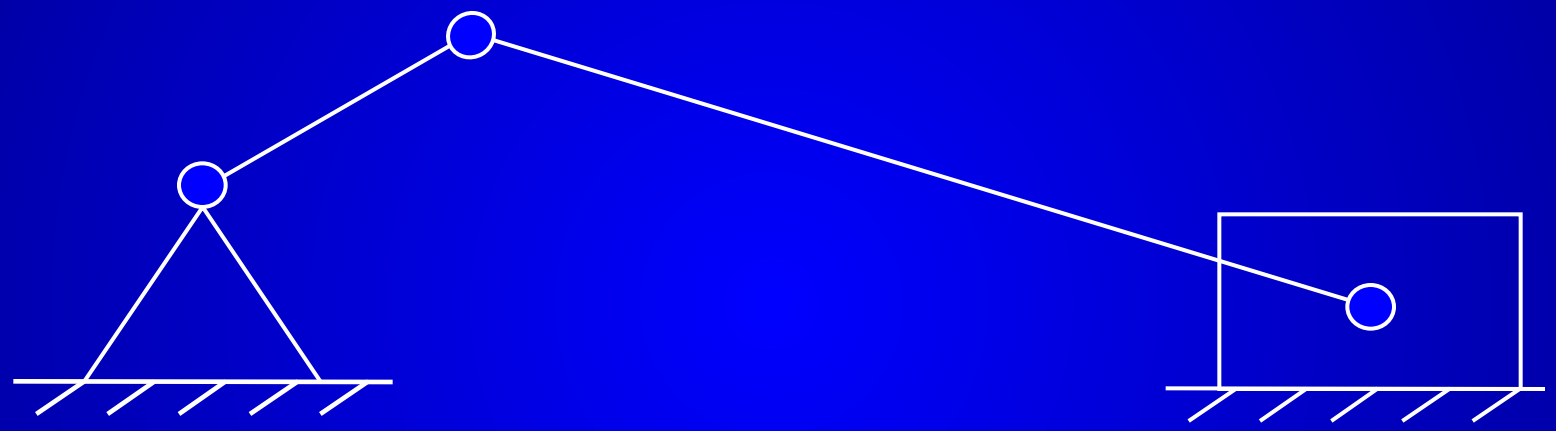




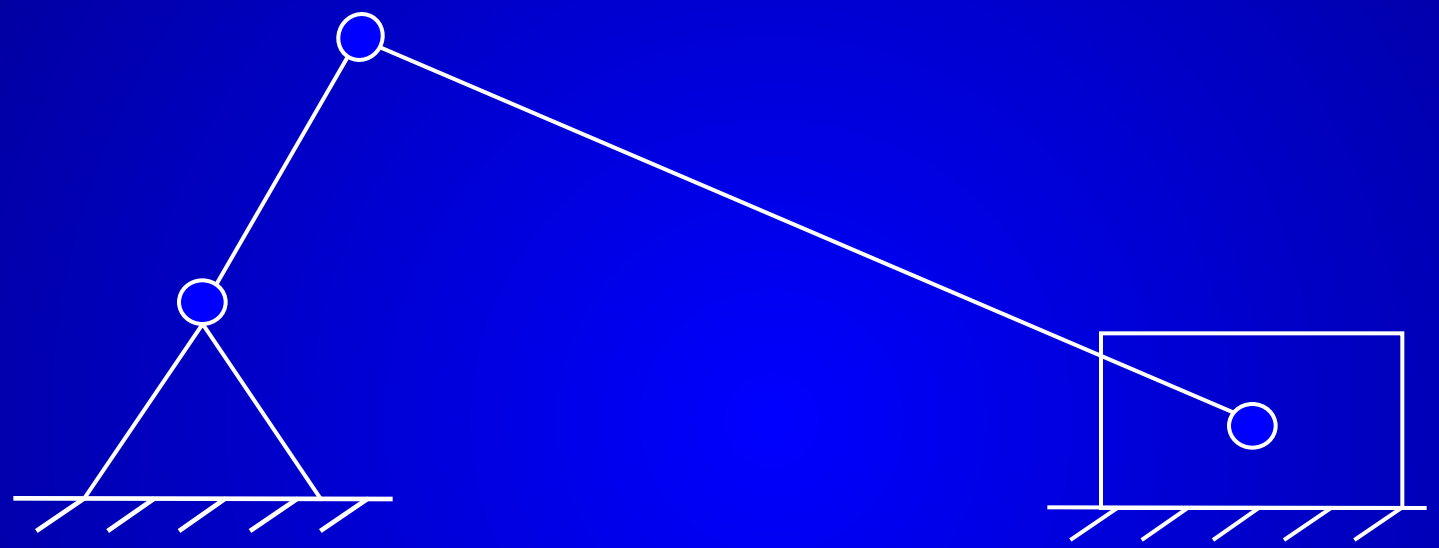
Мультипликация выполнена программистом Воронуха И. Г. в 2000 году.



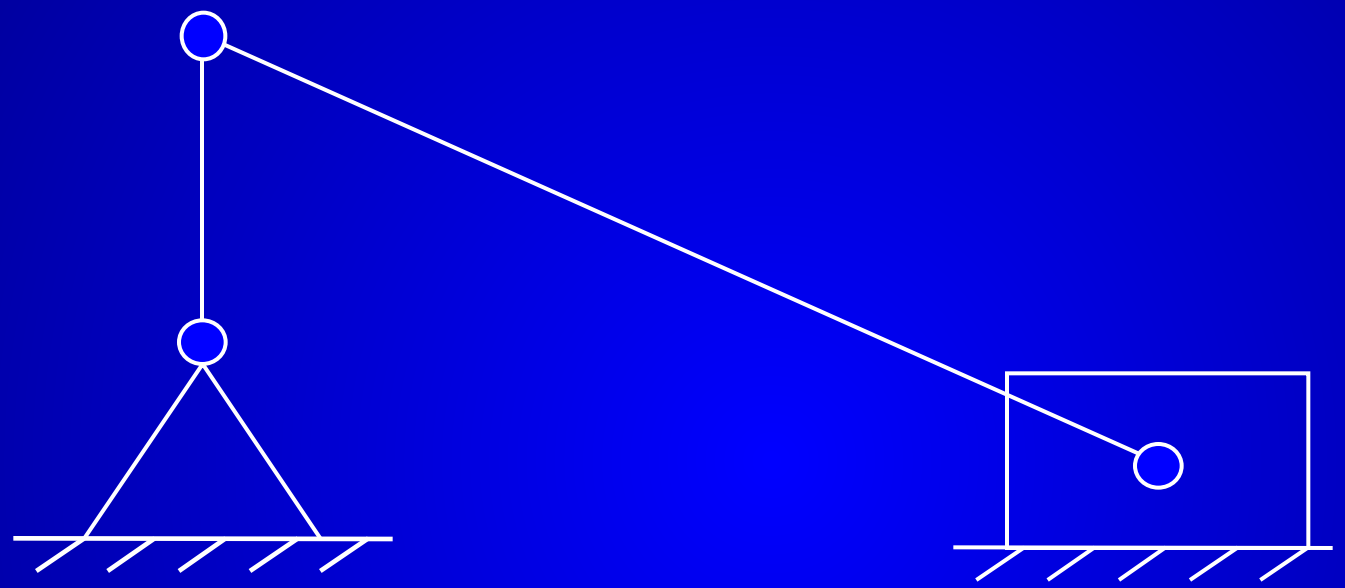
Мультипликация выполнена программистом Воронуха И. Г. в 2000 году.



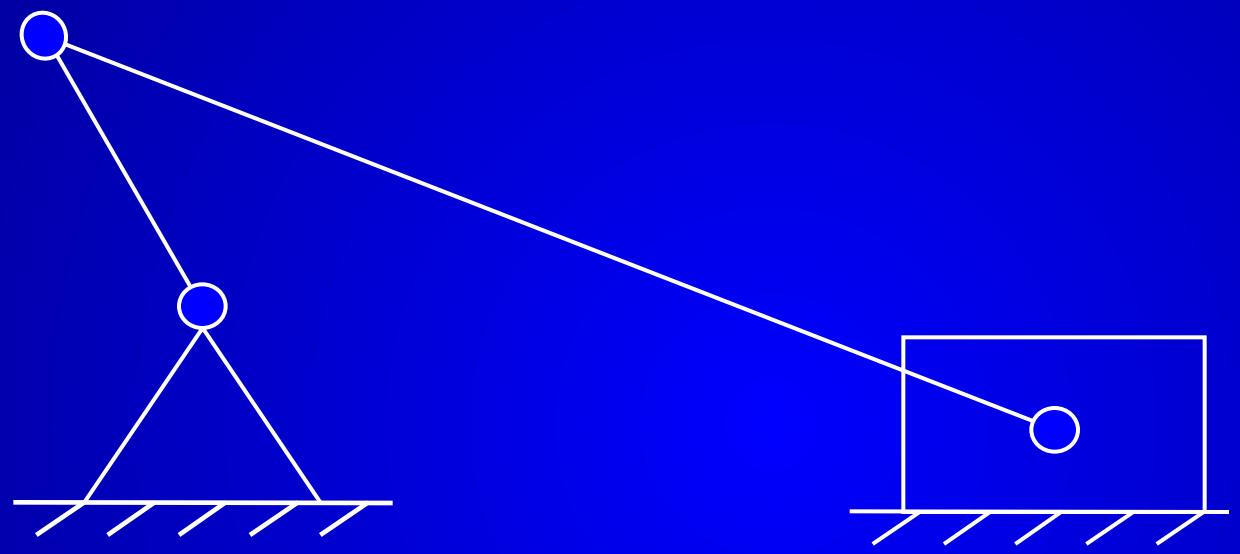
Мультипликация выполнена программистом Воронуха И. Г. в 2000 году.



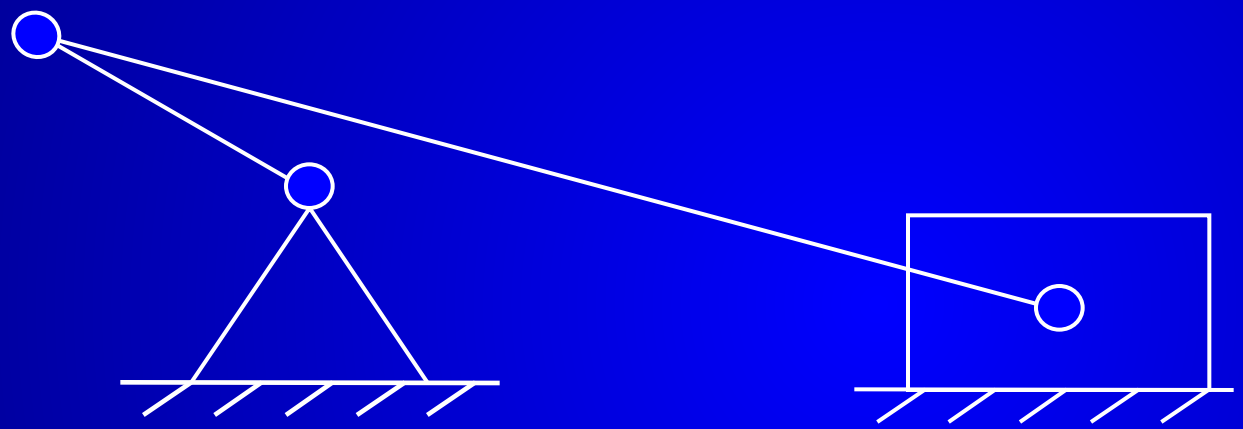
Мультипликация выполнена программистом Воронуха И. Г. в 2000 году.



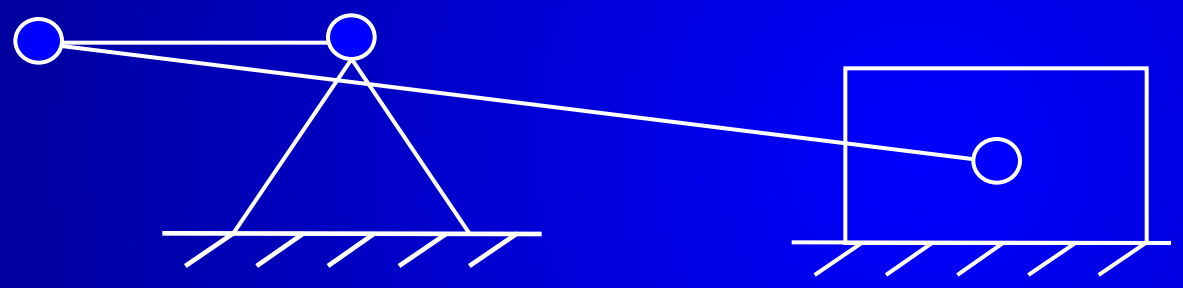
Мультипликация выполнена программистом Воронуха И. Г. в 2000 году.



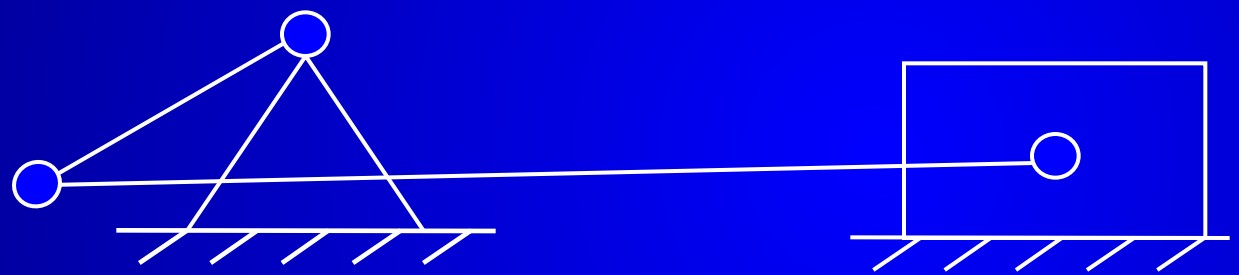
Мультипликация выполнена программистом Воронуха И. Г. в 2000 году.



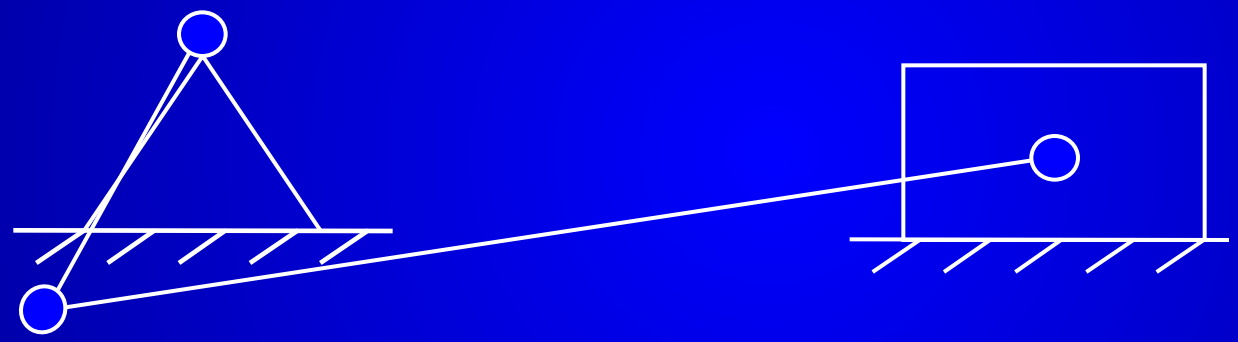
Мультипликация выполнена программистом Воронуха И. Г. в 2000 году.



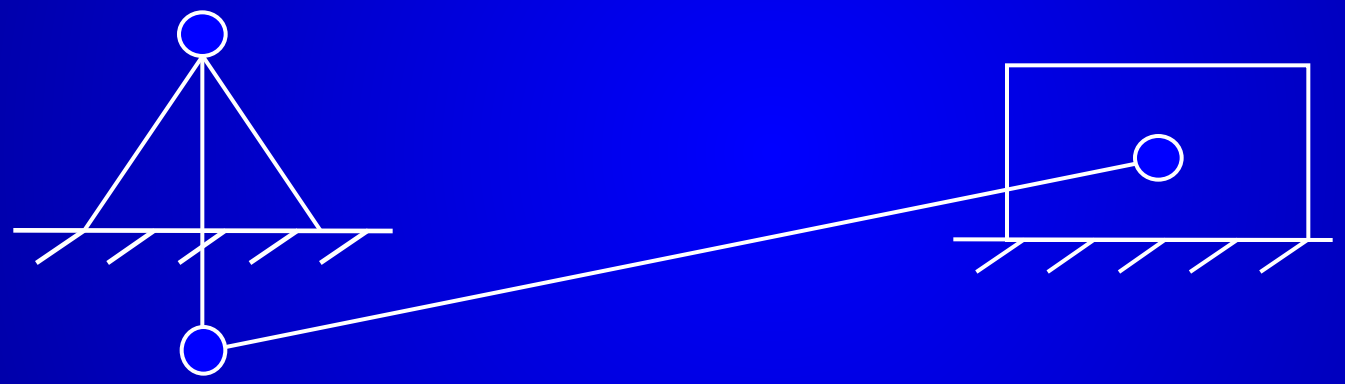
Мультипликация выполнена программистом Воронуха И. Г. в 2000 году.



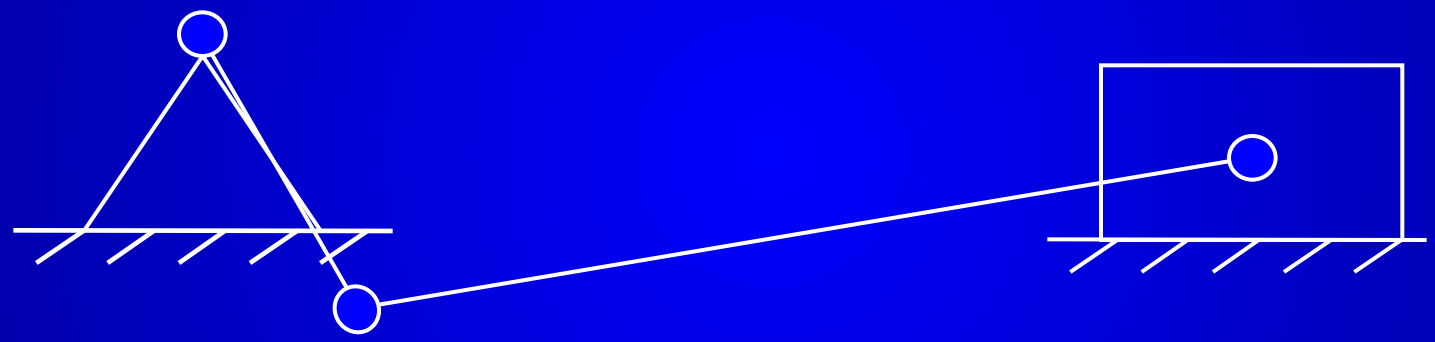
Мультипликация выполнена программистом Воронуха И. Г. в 2000 году.



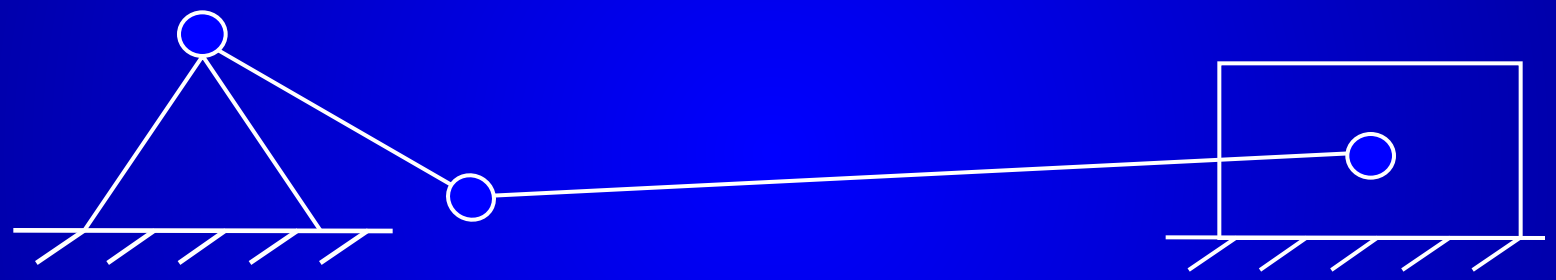
Мультипликация выполнена программистом Воронуха И. Г. в 2000 году.



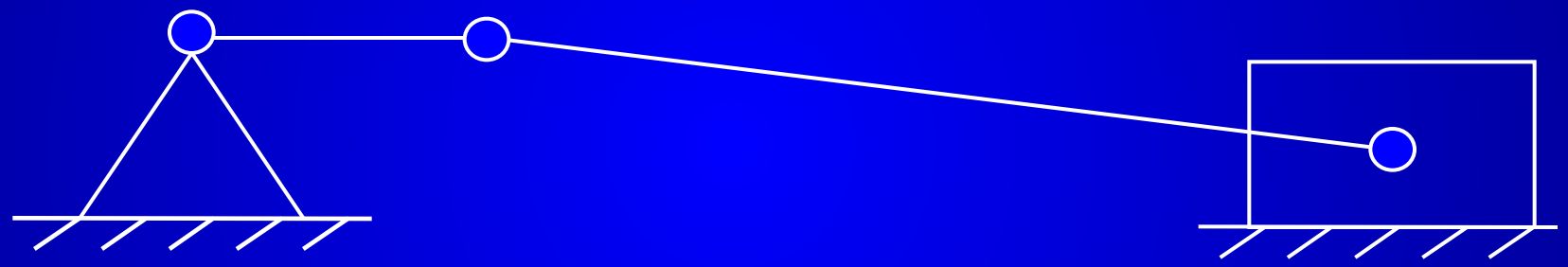
Мультипликация выполнена программистом Воронуха И. Г. в 2000 году.



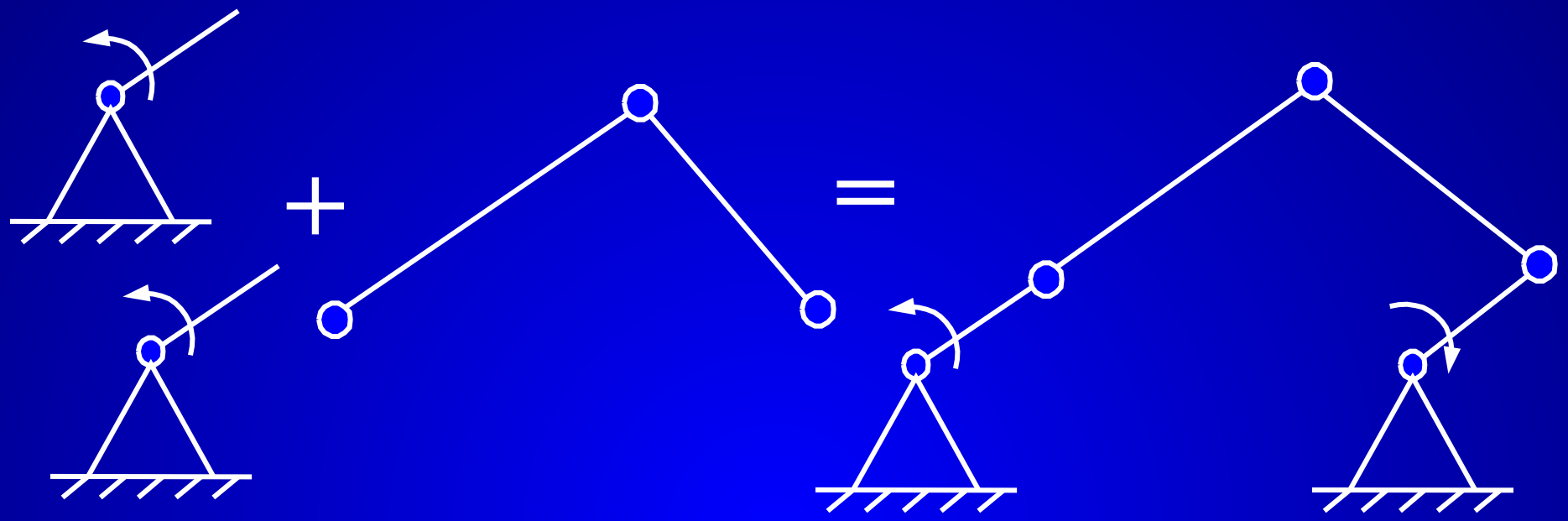
Мультипликация выполнена программистом Воронуха И. Г. в 2000 году.



Мультипликация выполнена программистом Воронуха И. Г. в 2000 году.

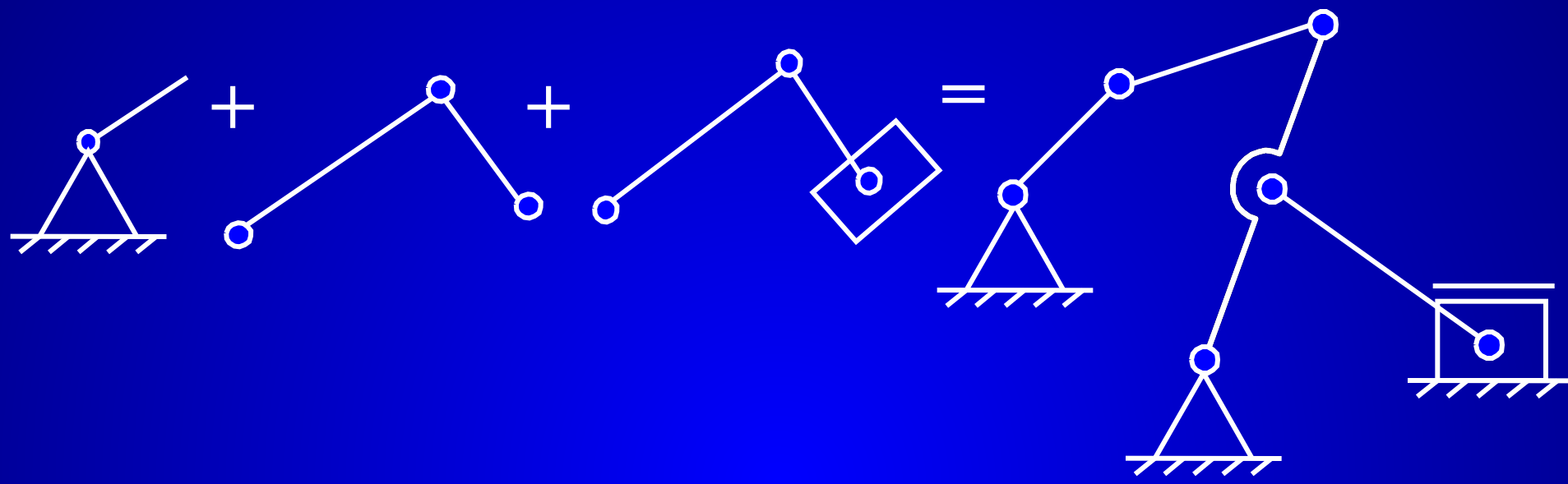


Мультипликация выполнена программистом Воронуха И. Г. в 2000 году.



Пример № 3 структурного синтеза плоских механизмов:

$$W = 2;\ \ n = 4;\ \ p_5 = 5.$$



Пример № 4 структурного синтеза плоских механизмов:

$$W = 1; \quad n = 5; \quad p_5 = 7.$$

Таким образом выполняется структурный синтез механизмов. В системе ДИНАМО используются обобщённые структурные модули, позволяющие структурировать схемы рычажных механизмов второго класса любой степени сложности. Подробнее мы познакомимся с ними в разделе «Кинематическое исследование»

Посмотрите демонстрационные модели таких механизмов. На рабочем столе ярлыки:

1 _ 2, Slog, Razn.

Структурный анализ механизма - это процедура, обратная структурному синтезу. Выполняется путем расчленения его на структурные группы и начальные механизмы в порядке, обратном образованию механизма.

На ***рис. 4.1*** приведен пример структурного анализа шестизвенного механизма поршневого насоса, для которого W=1. Последовательно отсоединены две структурные группы второго класса, второго порядка.

Звенья 5 и 4 составляют группу второго вида, звенья 3 и 2 структурную группу первого вида. После их отделения остаётся начальный механизм (звенья 1 и 0).

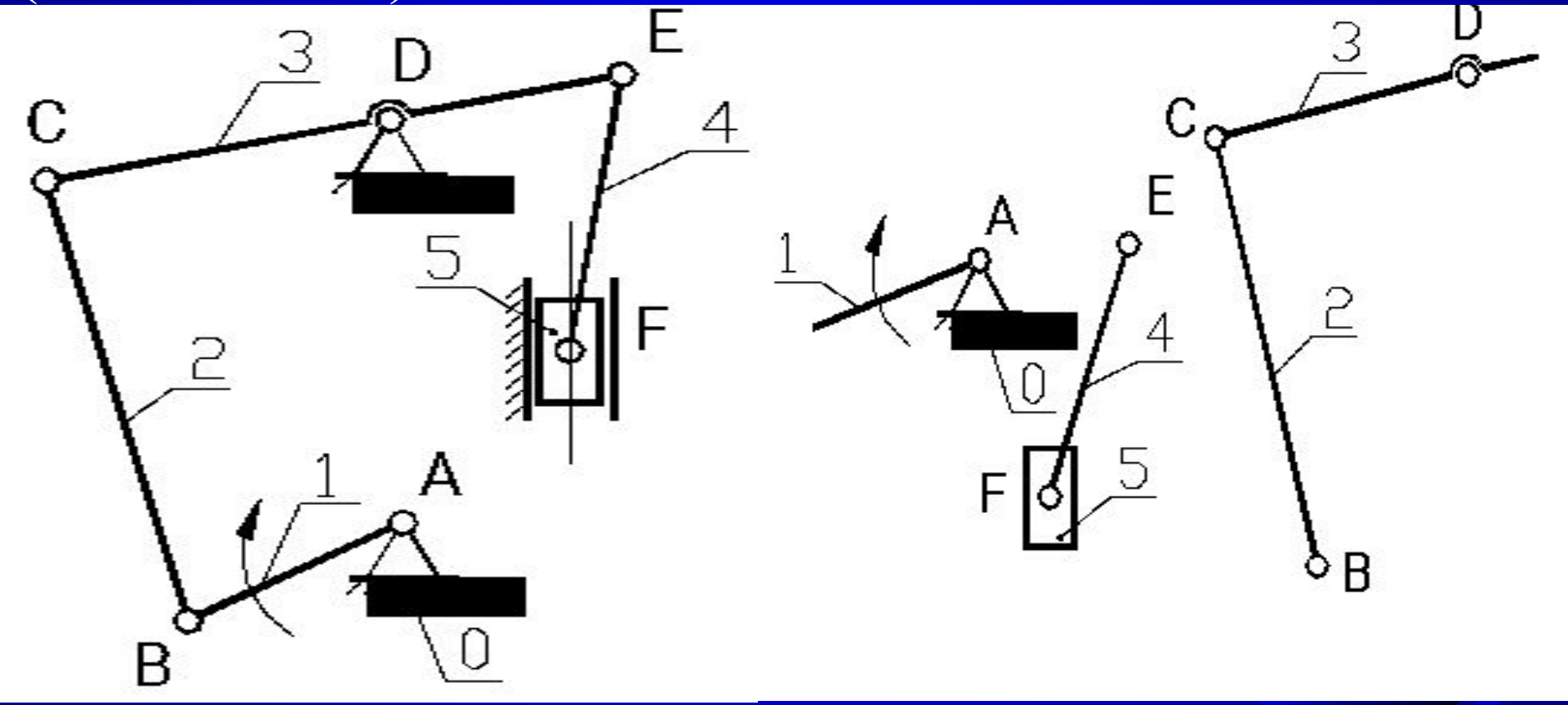


Рис. 4.1 Пример структурного анализа механизма поршневого насоса

При выделении групп из механизма условно считается, что кинематические пары, соединяющие звенья с начальным механизмом, отходят вместе с отсоединяемой группой. Каждое звено и каждая кинематическая пара может входить только в одну структурную группу или в один начальный механизм.

Класс механизма в целом определяется высшим классом входящей в него структурной группы.

Механизм, изображенный на ***рис. 4.1***, относится к механизмам второго класса.

Механизм, показанный на ***рис. 4.2***, относит-ся к механизмам третьего класса.

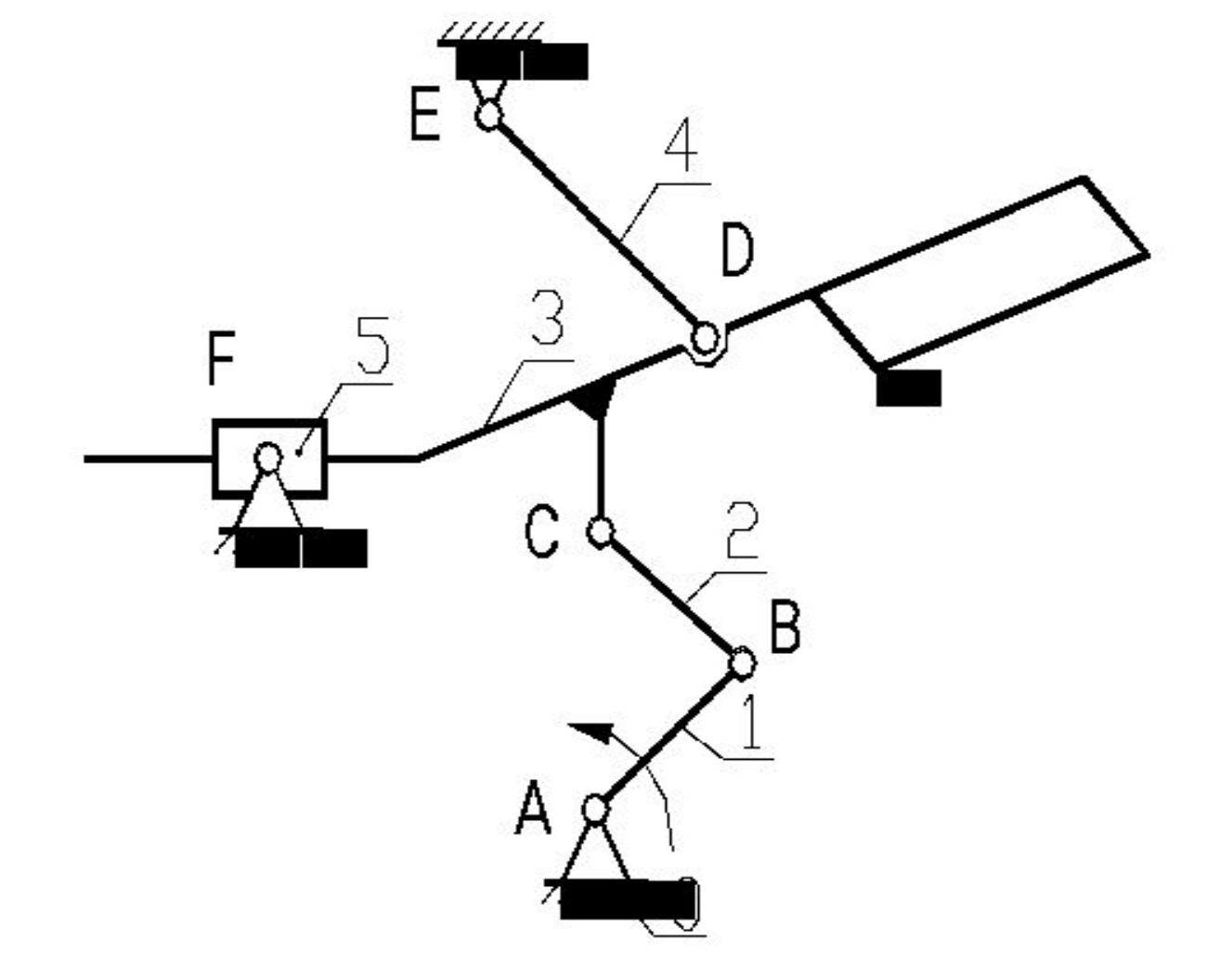


Рис. 4.2 Схема рычажного механизма третьего класса

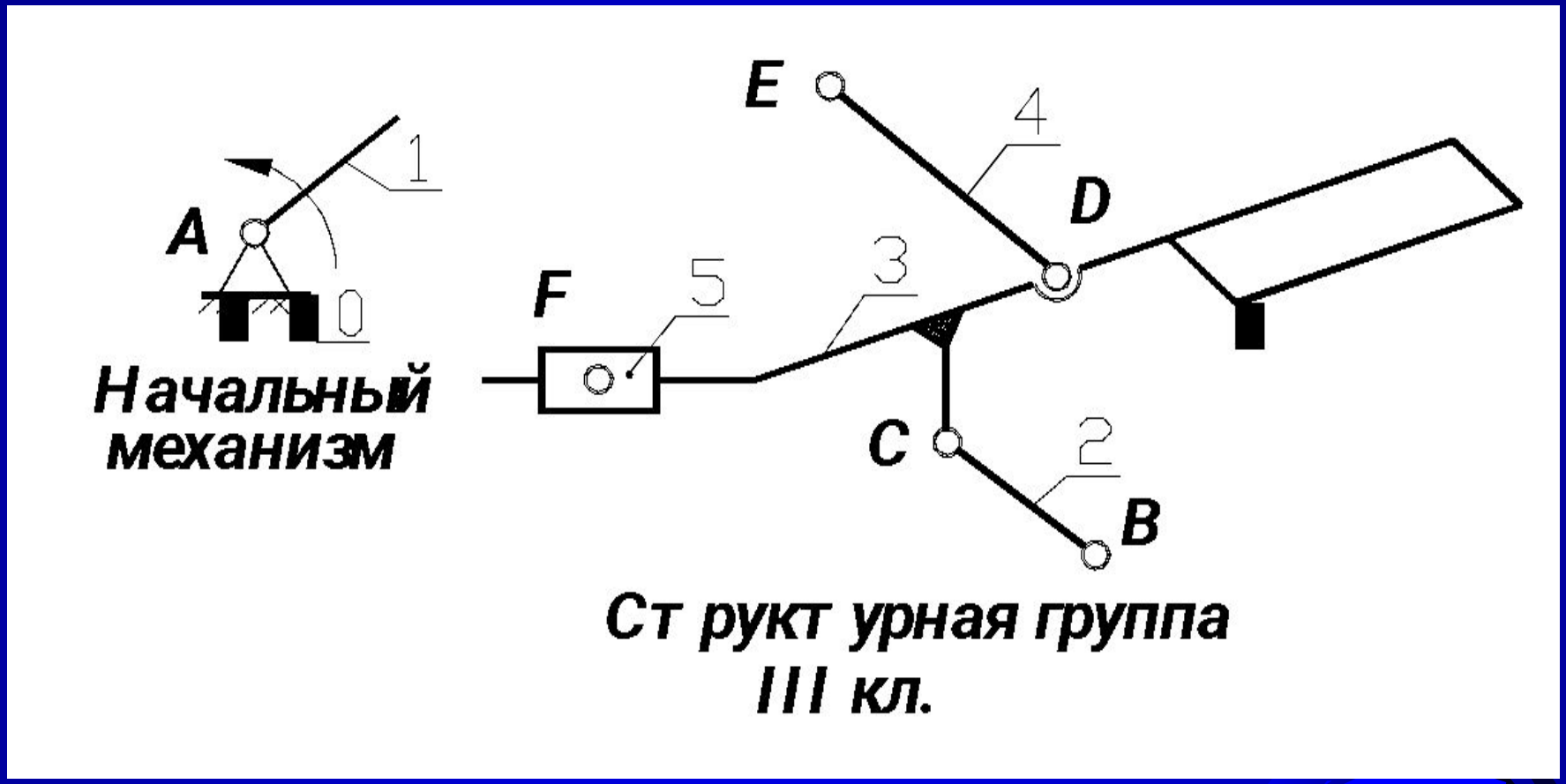


Рис. 4.3 Структурный анализ рычажного механизма третьего класса

Тот же механизм, но с другим входным звеном, является механизмом второго класса.

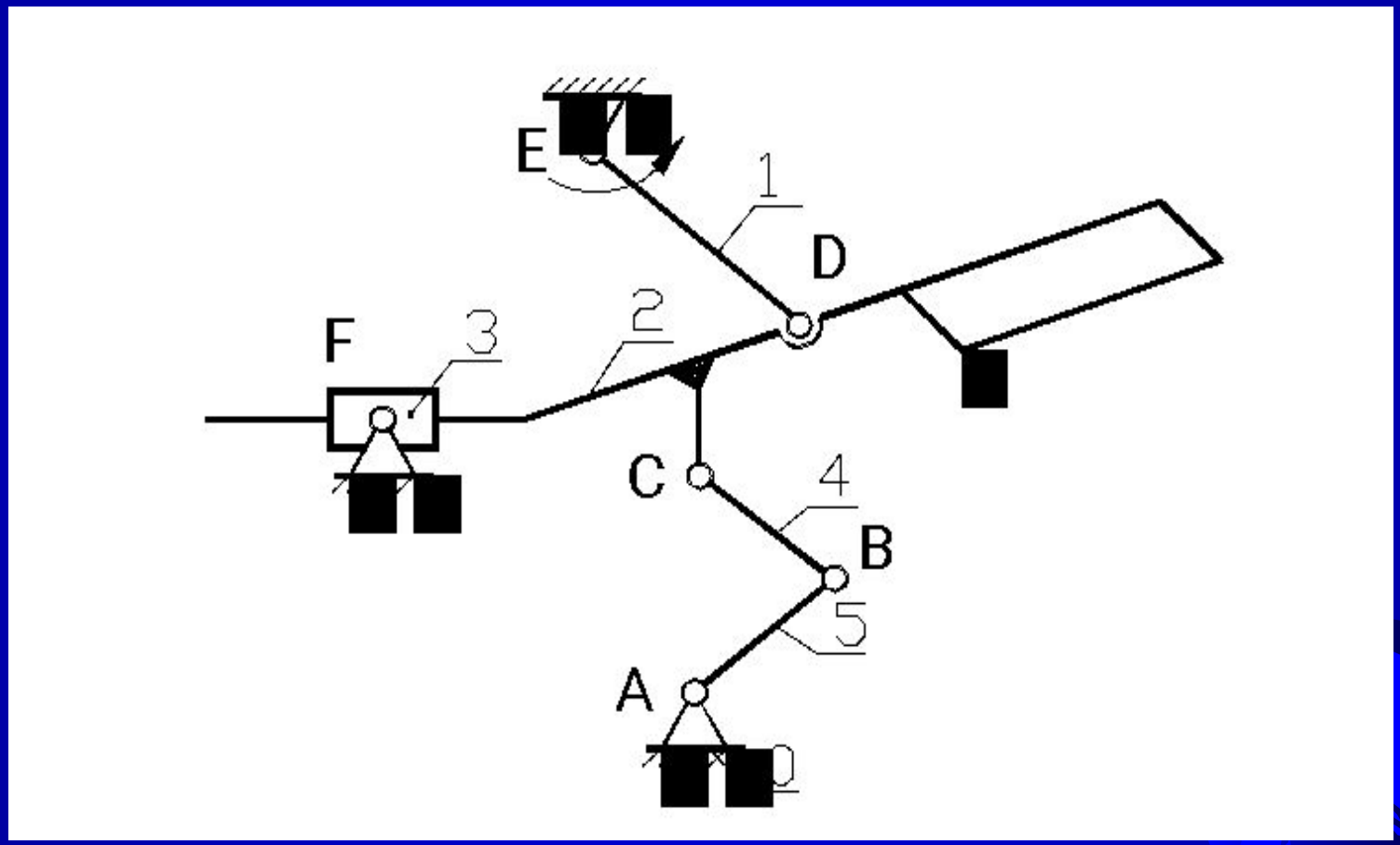


Рис. 4.4 Схема рычажного механизма второго класса

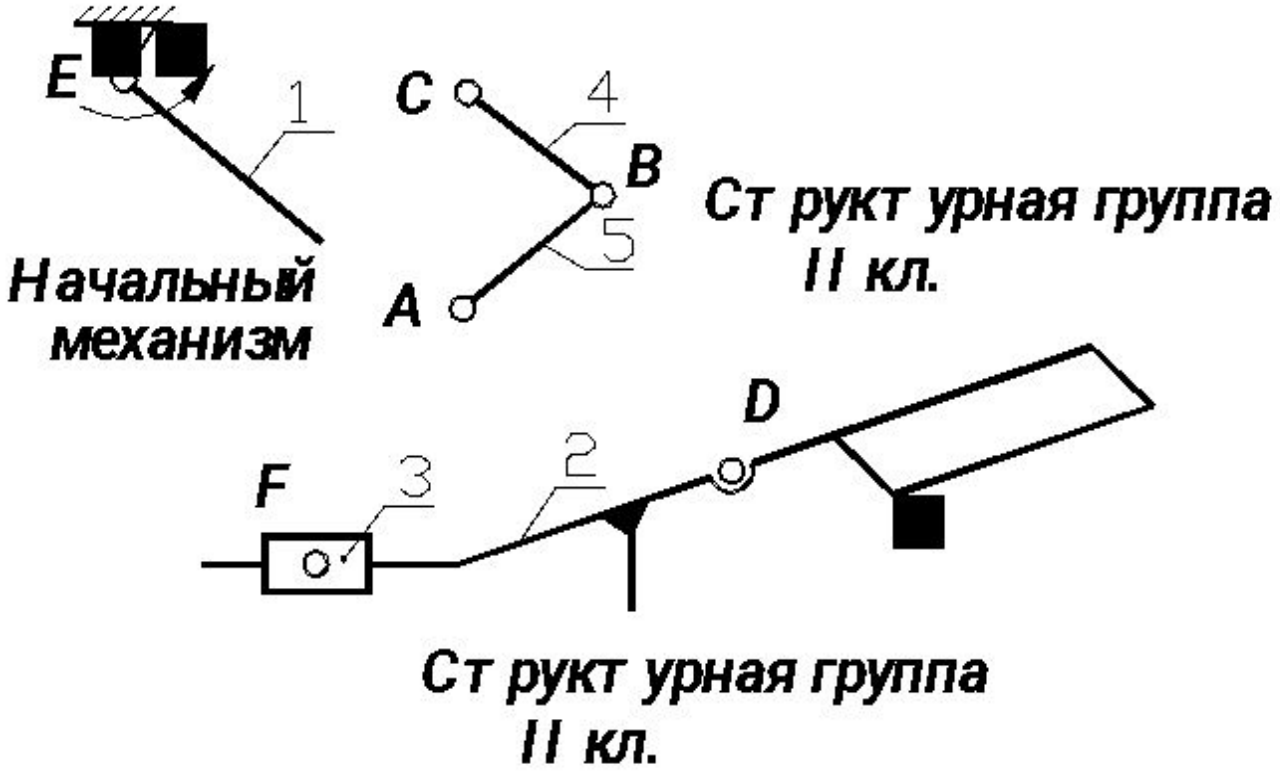


Рис. 4.5 Структурный анализ рычажного механизма второго класса

Строение механизма можно записать условной формулой. Для механизма изображенного на ***рис. 4.1*** формула строения имеет вид:

$$I(0,1) \rightarrow II_1(2,3) \rightarrow II_2(4,5).$$

Для механизма, показанного на ***рис. 4.2***, формула строения имеет вид: $I(0,1) \rightarrow III(2,3,4,5)$.

Для механизма, показанного на ***рис. 4.4***, формула строения имеет вид:

$$I(0,1) \rightarrow II_3(2,3) \rightarrow II_1(4,5).$$

В этих формулах римская цифра *I* обозначает начальный механизм, цифры *II, III* – классы присоединяемых групп, индексы при цифрах, стоящие вне скобок, показывают виды групп второго класса, индексы в скобках — номера звеньев.

Порядок структурного анализа

1. Пронумеровать звенья арабскими цифрами, входное звено обозначив цифрой *1*, стойку - цифрой *0*.
2. Кинематические пары обозначить прописными буквами латинского алфавита.
3. Определить классы кинематических пар.
4. По формуле П. Л. Чебышева подсчитать степень подвижности механизма.
5. Высшие пары заменить низшими.
6. Исключить лишние степени свободы и пассивные связи.

7. Выделить начальные механизмы.

8. Оставшуюся кинематическую цепь разложить на структурные группы.

9. Определить класс, порядок и вид структурных групп.

10. Записать формулу строения механизма и указать его класс.

Дальнейшее исследование механизма (кинематическое и динамическое) выполняется по структурным группам. Обычно структурный синтез и кинематический анализ выполняется одновременно. Позднее Вы познакомитесь с автоматизированными системами ДИНАМО и АРМ.

Детали машин — основы расчета и конструирования деталей машин

По условиям производства и монтажа части механизмов не изготавливают как монолит, а собирают из отдельных соединенных деталей, которые ради ускорения процесса сборки предварительно соединяют в *сборочные единицы* (узлы), которые образуют (вместе с деталями) машину.

Т.о. машины в зависимости от сложности и габаритов разделяются на некоторое число сборочных единиц (узлов) и деталей.

Деталь — изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала, без применения сборочных операций;

Сборочная единица (узел) — изделие, составные части которого подлежат соединению между собой сборочными операциями на предприятии изготовителя.

В дальнейшем для краткости собственно детали, элементы их соединений, а также, сборочные единицы, выполняющие в машине простейшие функции, будем называть *деталями машин*.

Различают детали машин общего и специального назначения к деталям машин общего назначения относятся:

1. *детали и узлы для соединения частей машин между собой* – соединения: заклепочные, сварные, прессовые, паяные, клеевые, резьбовые, шпоночные, зубчатые, профильные и др;

2. *детали и узлы – для преобразования и передачи движения от одной части машин к другой* – передачи: фрикционные, ременные, зубчатые различных видов, червячные, цепные и др.;

3. *Детали и узлы для осуществления вращательного и поступательного движения частей машин*: оси и валы, подшипник и подпятники, муфты для соединения валов;

4. *Опорные детали машин и сосуды, работающие под давлением*.

Детали специального назначения (поршни, коленчатые валы, клапаны, барабаны, крюки и т. п.) встречаются только в отдельных машинах (поршневые двигатели, грузоподъемные машины и др.).

Являясь частями самых различных машин, детали машин общего назначения выполняют в них одинаковые функции. Поэтому, весьма различные машины часто содержат большое число одинаковых деталей и простейших механизмов. Это позволяет выделить их изучение в отдельную научную динамику — *детали машин*.

В деталях машин освещаются нормы, методы и правила расчета и конструирования деталей машин общего назначения, исходя из заданных условий их работы в машине.

Предмет ТММ тесно связан с основными теоретическими дисциплинами: математикой, физикой, теоретической механикой. Вместе с курсами сопротивления материалов и деталей машин ТММ образует цикл прикладных обще профессиональных дисциплин, обеспечивающих инженерную подготовку курсантов и студентов.

ЛЕКЦИЯ № 1

Введение в дисциплину Элементы структуры механизмов

Лекция окончена.

Спасибо за внимание!