

**Владимир Петров**  
Израиль,  
E-mail: [AtrI@bigfoot.com](mailto:AtrI@bigfoot.com)

## **Законы диалектики в развитии технических систем<sup>1</sup>**

### **1. Структура законов диалектики**

Наиболее общие из законов диалектики следующие:

- **единство и борьба противоречий,**
- **переход количественных изменений,**
- **отрицание отрицания.**

Действие этих законов распространяется на все области бытия и мышления, по-разному развивались в каждой из них. Именно поэтому каждая вновь создаваемая наука должна опираться на эти законы.

### **2. Закон единства и борьбы противоположностей**

**Закон единства и борьбы противоположностей** - ядро диалектики. Он служит источником возникновения любых объектов, в том числе материального мира и, в частности, технических систем. Закон характеризует одно из основных понятий ТРИЗ - **противоречие<sup>2</sup>**.

Понятие **единства и борьбы противоположностей** было ведено более 5000 лет древними китайскими философами в описании картины Мира, включающую материальную и духовную стороны. Опишем эту картину Мира в очень упрощенном виде в применении только к понятиям противоположностей.

По мнению китайских философов, вселенная образована из энергии **Чи (Chi)**, которая является средством взаимодействия **мировых сил Инь (Yin) и Ян (Yang)**.

**Силы Инь** - символизируют **Тьму, Холод, Зло, Покой**, все отрицательное, плохое, женское начало.

**Силы Ян** - символизируют **Свет, Тепло, Добро, Деятельность**, все положительное, хорошее, мужское начало.

*Силы Инь и Ян взаимодействуют, взаимопреодолевают и превращаются друг в друга.*

---

<sup>1</sup> Эта статья заимствована с незначительными изменениями из работы: **Жуков Р.Ф., Петров В.М. Современные методы научно-технического творчества.** - Л.: ИПК СП, 1980.-88 с.

<sup>2</sup> Подробно о понятиях и видах противоречий и их взаимосвязях можно прочитать в: **Злотин Э., Петров В. Введение в теорию решения изобретательских задач.** Тель-Авив, 1992.

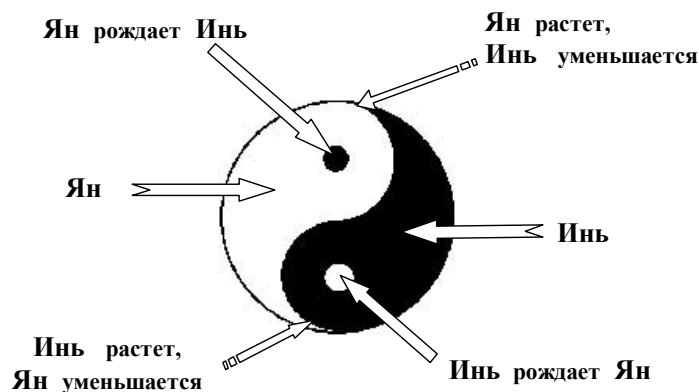


Рис. 1.

Постепенно нарастая одна в другой, они переходят стадию предела, когда преодоление одного начала сменяется преодолением другого. Затем начинается обратное движение. Этот процесс бесконечен, ибо движение во вселенной вечно.

Идею вечного движения и борьбы противоположных начал, воплощает известный графический образ **Инь-Ян** (*монада*) - темная и светлая доли круга.

Символически это показано на рис. 1, где **белая** часть круга - сила **Ян**, а **черная** - **Инь**.

**Черный** кружок на **белом** фоне означает, что **Ян рождает Инь**, а **белый** кружок на **черном** - **Инь рождает Ян**. Уменьшение **Ян** приводит к **увеличению Инь** (см. внизу круга) и, наоборот (верх круга).

Это изображение показывает взаимодействие и борьбу противоположностей. В изображенном на рис. 1 виде, борьба противоположностей и их взаимодействие в системе находятся в балансе – не происходит никаких катаклизмов. Имеется определенный баланс в природе – нет бурь, смерчей, пожаров, наводнений, экологических нарушений и т.п. Баланс в обществе – это, прежде всего, отсутствие войн, а в технике – отсутствие аварий, неполадок и сбоев и т.д. Во время баланса система не испытывает никаких неблагоприятных внутренних и внешних воздействий и функционирует в наиболее благоприятном режиме.

При изменении одной из сторон системы, изменяется и другая ее сторона - возникают противоречия (что-то ухудшается). Такие изменения, например, могут быть связаны с попыткой улучшить какие-то параметры системы. Противоположное свойство или действие может зародиться в глубине другого, которое представляет собой структурное изменение.

Этот же рисунок показывает возможность разделения противоречивых свойств в пространстве (Ян слева и Инь справа), в структуре (маленькая частичка Ян находится в Инь и обратное). Кроме того, пространственное разделение может осуществляться с помощью самых разнообразных кривых или поверхностей.

### 3. Закон перехода количественных изменений в качественные

**Закон перехода количественных изменений в качественные** вскрывает общий механизм развития. В процессе развития количественные изменения в системе происходят непрерывно. При достижении определенного предела совершаются качественные изменения. Новое качество ускоряет темпы роста. Количественные изменения при этом совершаются постепенно (эволюционно),

а качественные - скачком. Характер и продолжительность скачка могут быть разнообразными - длительными и кратковременными, бурными и относительно спокойными, с взрывом и без них и так далее.

Любая техническая система (в том числе и техническая) проходит несколько этапов своего развития (см. рис. 2).

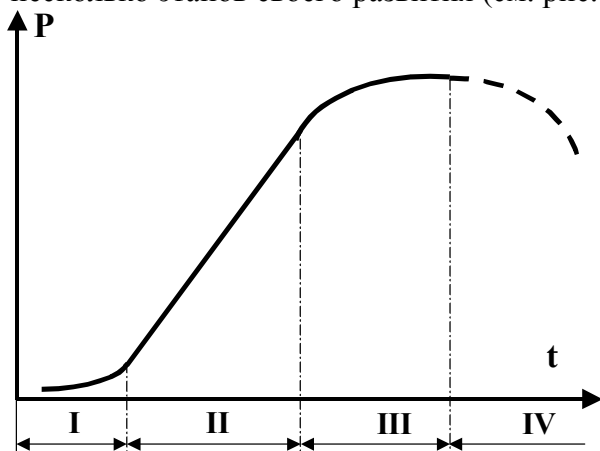


Рис. 2. S-образная кривая роста

Где: P - параметр системы, t - время.

Вначале система развивается медленно (участок I), при достижении некоторого уровня развитие ускоряется (участок II) и после достижения некоторого более высокого уровня скорость роста уменьшается и в конечном итоге рост параметра системы прекращается (участок III), что означает появление в системе некоторых противоречий. Иногда параметры начинают уменьшаться (участок IV) - система "умирает".

Подобные кривые часто называют **S-образными**.

Для технических систем:

- участок I - "зарождение" системы (появление идеи и опытных образцов),
- участок II - промышленное изготовление системы и доработка системы в соответствии с требованиями рынка,
- участок III - незначительное "дожимание" системы, как правило, основные параметры системы уже не изменяются, происходят "косметические" изменения, чаще всего не существенные изменения внешнего вида или упаковки,
- участок IV - ухудшение определенных параметров системы, которое может вызываться несколькими фактами:
  - следование моде, влияние экономической, социальной или политической ситуации, религиозные ограничения и т.п.;
  - физическое и моральное старение системы.

Как правило, на участке IV система прекращает свое существование или утилизируется.

Прекращение роста данной системы не означает прекращение прогресса в этой области. Появляются новые более совершенные системы - происходит скачок в развитии. Это типичный пример проявления закона перехода количественных изменений в качественные. Такой процесс изображен на рис. 3. На смену системе 1 приходит 2. Скачкообразное развитие продолжается - появляются системы 3, 4 и т.д. (рис. 3). Общий прогресс в отрасли можно показать при помощи касательной к данным кривым (показанная на рис. 4 пунктирной линией) - так называемой **огибающей кривой**<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> Эйрес Р. Научно-техническое прогнозирование и долгосрочное планирование, - М.: Мир, 1971.

Янч Э. Прогнозирование научно-технического прогресса. Пер. с англ. (Общ. ред. и предисл. Д.М.Гвилиани), Изд.2-е, доп. - М.: Прогресс, 1974, 586 с.

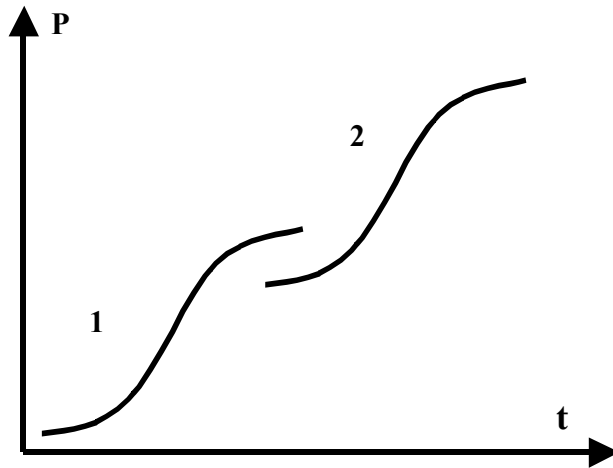


Рис. 3. Скачкообразное развитие систем



Рис. 4. Огибающая кривая

Развитие любого вида техники может быть примером, подтверждающим этот закон. Обратимся к судостроению.

Пример 1. В качестве параметра **Р** выберем скорость передвижения судна. У **гребных судов** скорость передвижения постепенно повышалась за счет увеличения **числа весел**, но не превышало 7-8 узлов<sup>4</sup>.

Скачек в развитии - появление **парусных судов**. Рост скорости здесь осуществлялся путем увеличения общей площади парусов. Однако самые быстроходные парусные корабли не показывали более 12-13 уз. В тоже время коммерческие клиперы середины XIX в. развивали до 20 уз<sup>5</sup>.

Дальнейшее повышения скорости передвижения и независимость его от скорости и направления ветра привело к очередному скачку - появились **суда с двигателями**. Увеличение скорости хода в этом типе судна происходило путем совершенствования двигателей и замены их на другие типы с большей удельной мощностью.

Следующим скачком в развитии судостроения было вынесение водоизмещающей части корпуса судна из воды. Появились **суда на подводных крыльях**. В дальнейшем еще уменьшили сопротивление воды о корпус (о стойки крыльев) - придумали **суда на воздушной подушке**. И, наконец, дальнейшее уменьшение сопротивление движению корпуса - судно вынесли еще дальше от воды - появились **экранопланы**.

Пример 2. **Гребные суда.**

Общая тенденция развития гребных судов показана на рис. 5.

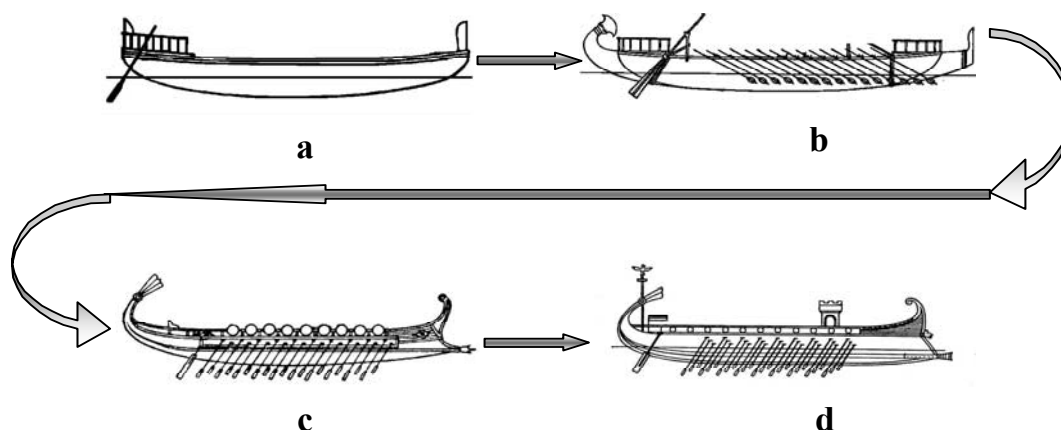
Сначала лодкой управляли с помощью одного весла (рис. 5а). До нас дошли каноэ<sup>6</sup> (рис. 6а) и гондола<sup>7</sup> (рис. 6б).

<sup>4</sup> Шерохов А.П. К истории военного кораблестроения. - М.: Воениздат, 1952, с 25, 55.

<sup>5</sup> Шапиро Л.С. Самые быстрые корабли. - Л.: Судостроение, 1981, с. 9.

<sup>6</sup>Каноэ - лодка у индейских племен Северной Америки. Каноэ изготовлялось либо из целого ствола дерева (путем выжигания и выдалбливания), либо сначала строится каркас, который затем обтягивали корой. Современное каноэ - безуклюжое гребное судно, для которого характерны челночнообразная форма корпуса и способ гребли одним однолопастным веслом.

<sup>7</sup>Гондола (итал. gondola), одновесельная плоскодонная лодка с поднятыми фигурными оконечностями, распространенная главным образом в Венеции (упоминается в источниках с конца XI в.)



**Рис. 5. Тенденция развития гребных судов**

Далее число весел в лодке увеличивалось.

Гребные суда первоначально располагали весла в один ярус (рис. 5 б).

Увеличение числа весел привело к необходимости располагать их в два яруса, например, греческая боевая галера приблизительно V в. до н. э., так называемая бриема (рис. 5 в).

Она, естественно, обладала большей скоростью, чем корабль той же величины с половинным числом весел. Далее в этом же столетии получили распространение и триеры - боевые корабли с тремя "этажами" гребцов (рис. 5 г).



**Рис. 6 а**



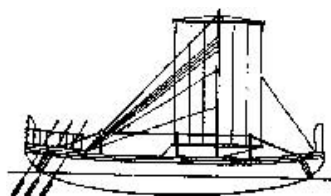
**Рис. 6 б**

Были и корабли с пятью ярусами весел - кинкеремы. Древнегреческие судостроители умели строить еще большие суда, достигавшие 100 м в длину и более 10 м в ширину, имевшие более 400 гребцов<sup>8</sup>. При Птолемее IV Филопаторе (221-205 гг. до н.э.) был построен корабль длиной около 125 м и шириной 22 м<sup>9</sup>.

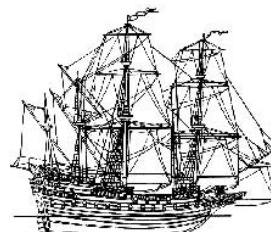
**Пример 3. Парусные суда.**

Общая тенденция развития парусных судов показана на рис. 7.

Первоначально появился один парус на одной мачте (рис. 7 а).



**Рис. 7 а.** Нильское судно, применяемое в Египте около 2000 г. до н.э.



**Рис. 7 б.** Западноевропейский военный галион XVI столетия

<sup>8</sup> Павел Фирст , инж. Вацлав Паточка. Паруса над океанами. (Модели старинных парусников). Пер. С чешского Е.С. Тетельбаума. Л., Судостроение, 1977. с. 20.

<sup>9</sup> Болдырев А.В., Боровский Л.М. Эллинистическая техника, Изд. АН СССР, М.-Л.. 1948, с 328.

В дальнейшем количество парусов и мачт увеличивалось. Были суда с тремя и более мачтами (рис. 7 б)<sup>10</sup>. и многочисленными парусами.

Пример 4. Дальнейшее повышение скорости передвижения и не зависимость его от скорости и направления ветра привело к очередному скачку - появились **суда с двигателями** (рис. 8)

Увеличение скорости хода в этом типе судна происходило путем **совершенствования двигателей и замены их на другие типы** с большей удельной мощностью. Первоначально появился паровой двигатель, затем дизель, паровая или газовая турбина, атомная установка.

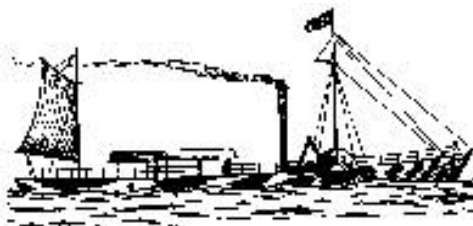


Рис. 8.

Пример 5. Следующий скачек произошел, когда водоизмещающую часть корпуса судна вынесли из воды - **суда на подводных крыльях**

На рис. 9 изображены суда на подводных крыльях<sup>11</sup>.

а) Первое в мире пассажирское СПК РЕ10 Итальянской фирмы "Супрамар", открывшее 16 мая 1953 г. первую в мире паромную линию СПК между Локарно и Ароно озере Маджиоре

б) 82-тонное СПК RHS 160 со скоростью 36 уз. и салоном на 160 - 200 пассажиров.



Рис. 9 а



Рис. 9 б

Пример 6. В дальнейшем еще уменьшали сопротивление воды о корпус (о стойки крыльев) - суда на **воздушной подушке** (рис. 10).



Рис. 10

<sup>10</sup> Павел Фирст, инж. Вацлав Паточка. Паруса над океанами. (Модели старинных парусников). Пер. С чешского Е.С. Тетельбаума. Л., Судостроение, 1977. 176 с.

<sup>11</sup> Макливи Рой. Суда на подводных крыльях и воздушной подушке: пер. С англ. - Л.: Судостроение, 1981, 208 с.

Пример 7. И, наконец, появились экранопланы. Основные варианты экранопланов показаны на рис. 11.<sup>12</sup>



Рис. 11. Экраноплан. Основные варианты:  
I - "летающее крыло"; II - самолетного типа.

Пример 8. Имеется и промежуточный (весьма забавный) вариант. Между водоизмещающими судами и судами на подводных крыльях. Запатентовано судно, снабженное надувными или полыми валиками, используемыми в качестве колес.

На рисунке 12 приведен вид с боку этого судна. К корпусу 1 судна посредством конструкции 2 и 3 крепится валик 4. При движении судна корпус остается приподнятым над водой. Судно может передвигаться с меньшей затратой энергии, чем обычное судно, кроме того, такие суда смогут передвигаться по мелководью<sup>13</sup>.

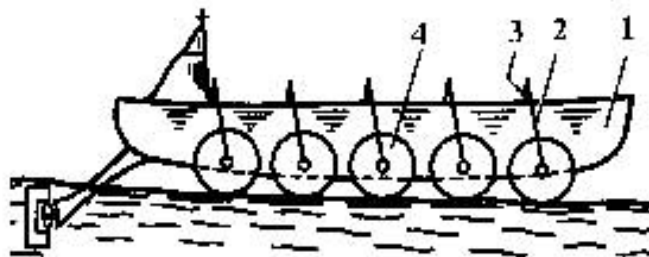


Рис. 12.

Учет закона перехода количественных изменений в качественные происходит на этапе выбора задачи и прогнозирования развития систем. Чтобы представить себе полную картину развития технических систем, необходим учет закономерности, которую разработал Генрих Альтшуллер<sup>14</sup>. И назвал «Линии жизни» технических систем.

<sup>12</sup>Суда и судоходство будущего: Пер. С нем./Шенкнехт Р., Люш Ю., Шельцель М. И др. - Л.: - Судостроение, 1981. - 208 с. (с. 120).

<sup>13</sup>Суда с надувными валиками. - Морской флот, № 12, 1974, с 53.

<sup>14</sup>Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. - М.: Сов. Радио, 1979. - с. 113-119. Картинки-схемы приводятся из этой книги.

#### 4. Закон отрицания отрицания

Суть закона отрицания отрицания заключается в том, что процесс поступательного развития происходит в относительной повторяемости, как бы по пройденным ступеням. Но повторение каждый раз происходит на более высоком уровне с применением новых элементов, материалов, технологий и т.д. Можно сказать, что процесс развития происходит по спирали. Наиболее ярко это заметно в моде.

Проиллюстрируем этот закон.

Пример 9. В XIX веке на парусно-винтовых судах двигатели использовались только при штиле. Чтобы гребной винт не создавал сопротивления при плавании под парусами, его делали съемным и поднимали через шахту в корме (рис.13) на палубу<sup>15</sup>.

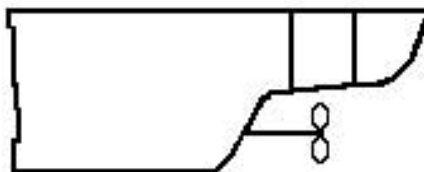


Рис. 13

Совершенствование силовой установки позволило избавиться от парусов. Потребность в съеме винта отпала. Шахту в корме над винтом делать перестали. В XX веке большие гребные винты стали делать со съемными лопастями. Судно оснастили оборудованием для замены лопастей гребного винта на плаву. И снова появилась необходимость делать в корме шахты. В изобретении Великобритании, сделанном в 1968 году и запатентованном и в СССР<sup>16</sup> предложено для улучшения условий ремонтпригодности, в навесной корме, расположенной над гребным винтом, сделать шахту, через которую поднимают и опускают ремонтируемую лопасть.

Вот еще одно решение этой проблемы для транспортных и рыболовных судов прибрежного плавания, оснащенных и двигателем и парусами. Датские инженеры создали необычный винт. Когда судно движется под парусами, винт автоматически складывается и практически не создает сопротивления. Но стоит упасть скорости судна, как лопасти винта тотчас занимают рабочее положение. Одновременно включается и двигатель. Суда с таким винтом развивают скорость на 10% выше обычных<sup>17</sup>.

Приведем еще один пример.

Пример 10. С появлением пароходов роль парусного флота стала уменьшаться, и сейчас паруса используются лишь на небольших рыболовецких, спортивных или учебных судах. Однако в Гамбургском институте кораблестроения разработан проект коммерческого парусного судна (рис. 14).

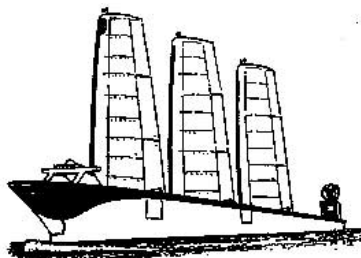


Рис. 14

<sup>15</sup> Лучанский И.А. Яновский А.А. От весла до водомета. - Л.: Судостроение, 1964, с. 84.

<sup>16</sup> Патент СССР № 358 824.

<sup>17</sup> Маслов В.В. Современная энергетика морского флота. - М.: Знание, 1979, с. 63-64.



Паруса напоминают поставленные вертикально самолетные крылья, Мачты судов поворачиваются вокруг своей оси, ставя паруса под наиболее благоприятным углом к ветру. КПД новых парусов в 1,5 раза больше традиционных. Паруса ставятся и убираются по такому же принципу, как раздвижной занавес в театре.

Судно автоматизировано, и им можно было бы даже управлять на расстоянии. При среднем ветре под парусами судно может идти со скоростью 12-15 узлов, как и современные морские транспортные суда; при попутном ветре до 20 узлов (у судов с двигателями скорость при свежем ветре падает). Система парусов позволяет использовать самый слабый порыв ветра. На случай полного безветрия, что случается крайне редко, придется установить на судне маломощный двигатель. В ветреную погоду он будет управлять парусами. На паруснике установлен компьютер, обрабатывающий метеорологическую информацию, постоянно поступающую со спутника земли или наземной станции, и рекомендует капитану оптимальный курс.

В условиях энергетического кризиса паруса с успехом могут соперничать с любым двигателем, работающем на жидком топливе. Конструкторы считают, что достаточно вместительные парусники могут быть экономичнее даже судов с ядерными установками<sup>18</sup>.

- Пример 11. 18 августа 1896 года в небольшом городе Сен-Дени, входившим тогда в пригород Парижа, состоялось пышное торжество. В присутствии знаменитых французских адмиралов Куломбо, Дюрре и Мио состоялся спуск, а точнее сказать - скат парохода конструкции инженера Эрнеста Базена. Многочисленная публика, собравшаяся на обоих берегах Сены, была немного изумлена, увидев пароход невиданных прежде очертаний. Вместо корпуса с привычными гладкими обводами ее взору предстало подобие огромной телеги - металлическая платформа, поставленная на несколько пар чечевицеобразных колес величиной с трехэтажный дом (рис.15).

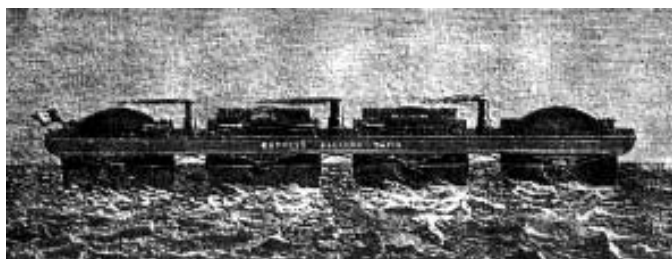


Рис. 15.

Парижские газеты вышли с сенсационным сообщением, они уверяли читателей, сто при движении новое судно почти не будет испытывать сопротивления воды. Ссылаясь на научные исследования, адмирал Куломбо авторитетно утверждал, что при одинаковой скорости хода с обычным судном судно Базена требуется двигатель в 27 раз меньшей мощности. Сам изобретатель решительно высказывал мысль, что за первым опытным катящимся пароходом последуют другие. Они будут ходить с такой скоростью, которая никому даже не снилась.

Известно, что сопротивление воды движущемуся судну возрастает пропорционально квадрату скорости. Чтобы его преодолеть, в таком же отношении должна увеличиться мощность двигателя. Инженеру Базену на первый взгляд пришла блестящая идея - заменить трение скольжение трением качения. Он предложил корпус судна заменить полыми чечевицеобразными колесами, которые будут поддерживать судно на плаву. Если их вращать со скоростью движения судна, то трение скольжения исчезнет. Но здесь инженер Базен допустил ошибку. Ведь линейная скорость точек, расположенных на колесе, различна. Чем дальше удалены они от центра, тем выше их скорость. Отсюда, ясно, что в каждое мгновение только по одной точке с обеих сторон колеса будет иметь такую же

<sup>18</sup> Прекрасная новость: парусники лучше винтовых судов! Патенты всего мира. - Изобретатель и рационализатор, 1978, № 9, с. 25.

На всех парусах. - Социалистическая индустрия, 27.03.75, с. 4.

скорость. Как и судно. В них трение скольжения действительно исчезнет. На остальной поверхности колеса, погруженной в воду, силы трения останутся. Поэтому сенсации не состоялось.

Эта же идея в несколько измененном виде была снова предложена в наше время. Она описана в примере 8 (рис. 12).

Пример 12. В первой половине XIX века использовались пароходы, у которых в качестве движителя использовались гребные колеса. В дальнейшем их заменили гребными винтами и водометными движителями. Эти суда прекрасно зарекомендовали себя, но для их нормальной работы необходимо гребной винт заглублять не менее чем на две трети диаметра гребного винта. В противном случае от поверхности к лопасти станет подсасываться воздух, что неизбежно приведет к снижению КПД движителя. Но заглубление винта связано с увеличением осадки судна. В таком случае мелководные реки становятся недоступны для речного транспорта.

Существуют суда на воздушной подушке, которым не страшно мелководье, но у них большая часть мощности силовой установки расходуется на то, чтобы удержать судно во "взвешенном состоянии". Суда на подводных крыльях - отличный скоростной вид транспорта, которым нипочем любое мелководье. К сожалению, вздымаемые ими волны весьма интенсивно размывают берега рек. Речники и судостроители вспомнили о колесных судах, которые подходили к любой пристани, а то и просто к берегу. Такие суда разработали на современном уровне знаний и техники. Первый теплоход вступил в строй в 1977 году. На рис. 16-18 показаны прототипы XIX века и проекты их судов, выполненных во второй половине XX века<sup>19</sup>.

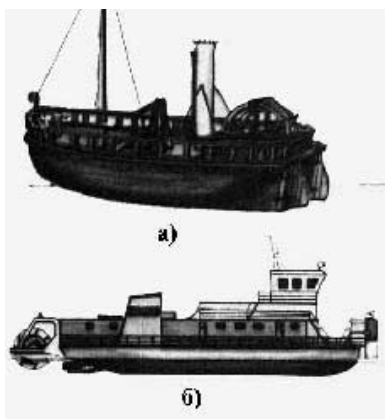


Рис. 16.

а - заднеколесный пароход "Шарлота Дандос" (1801 г.)  
б - проект мелкосидящего буксира

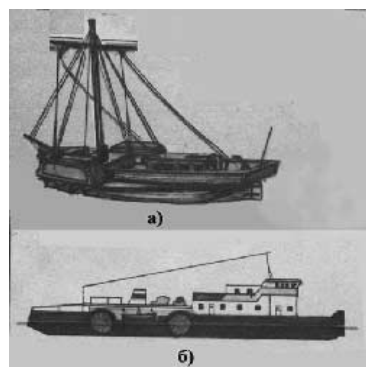


Рис. 17.

а - четырех колесный пароход "Комет" (1812 г.).  
б - проект четырехколесного буксира - толкача.

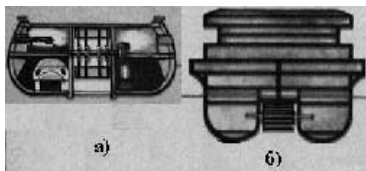


Рис. 18.

а - плавучая батарея-катамаран "Демологолос" (первая половина XIX века)  
б - бусир с роторным движителем.

<sup>19</sup> Павлов А. Возвращение колесника. - Техника - молодежи, № 10, 1984, с. 29-34.