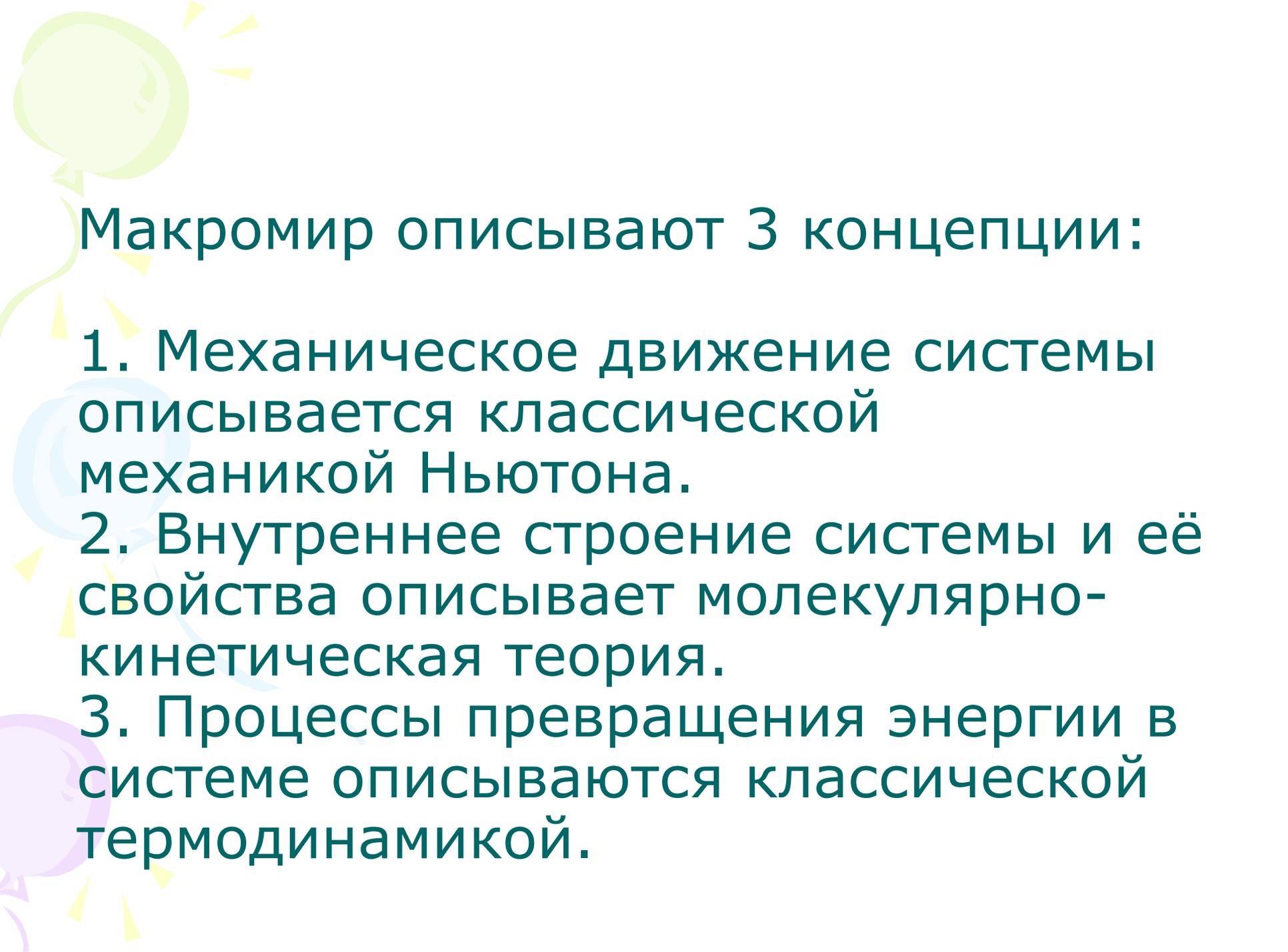
The background features a light green balloon in the top left, a light blue balloon in the middle left, and a light purple balloon in the bottom left. Yellow triangular rays emanate from the balloons, creating a sun-like effect. The text is centered and rendered in a bold, dark teal font.

Статистические и термодинамические свойства макросистем.

1. Основные положения молекулярно-кинетической концепции. 2. Основные законы классической (равновесной термодинамики). 3. Концепции эволюции реальных систем.



Макромир описывают 3 концепции:

1. Механическое движение системы описывается классической механикой Ньютона.
2. Внутреннее строение системы и её свойства описывает молекулярно-кинетическая теория.
3. Процессы превращения энергии в системе описываются классической термодинамикой.

Основные положения молекулярно-кинетической концепции.

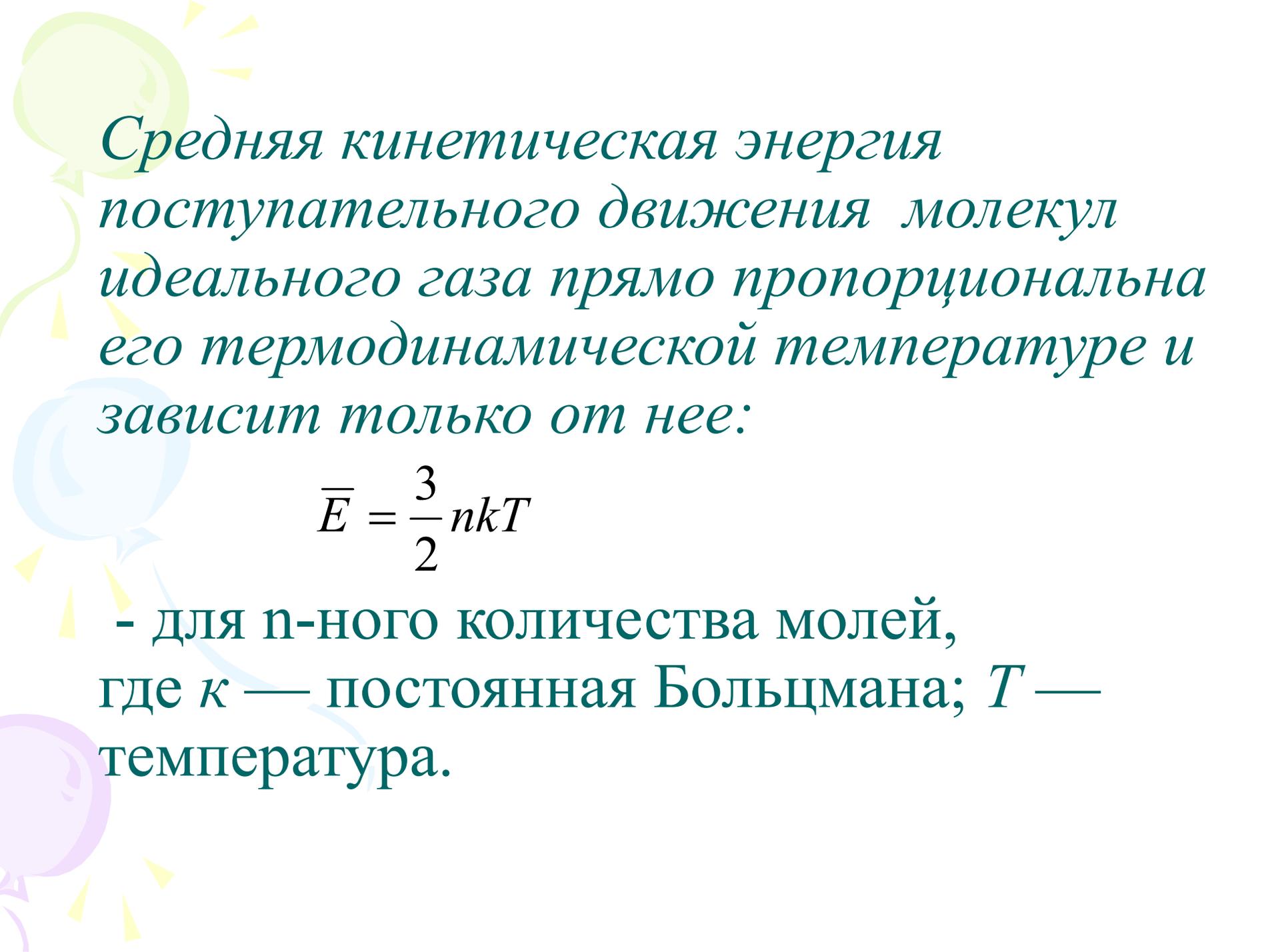
1. Любое тело — твердое, жидкое или газообразное — состоит из большого числа весьма малых частиц — молекул (атомы можно рассматривать как одноатомные молекулы);

2. Атомы и молекулы находятся в непрерывном хаотическом тепловом движении, не имеющем какого-либо преимущественного направления. Интенсивность движения зависит от температуры, поэтому температура показатель хаотичности системы.

3. Между частицами существуют силы взаимодействия — притяжения и отталкивания. Природа этих сил — электромагнетизм.

4. В отличие от механического движения, нагревание и охлаждение систем может привести к изменению их физических свойств (фазовые переходы — жидкость, газ, твердое тело и т.п.). Фаза — это часть системы, имеющая границу и сохраняющаяся внутри основного физического

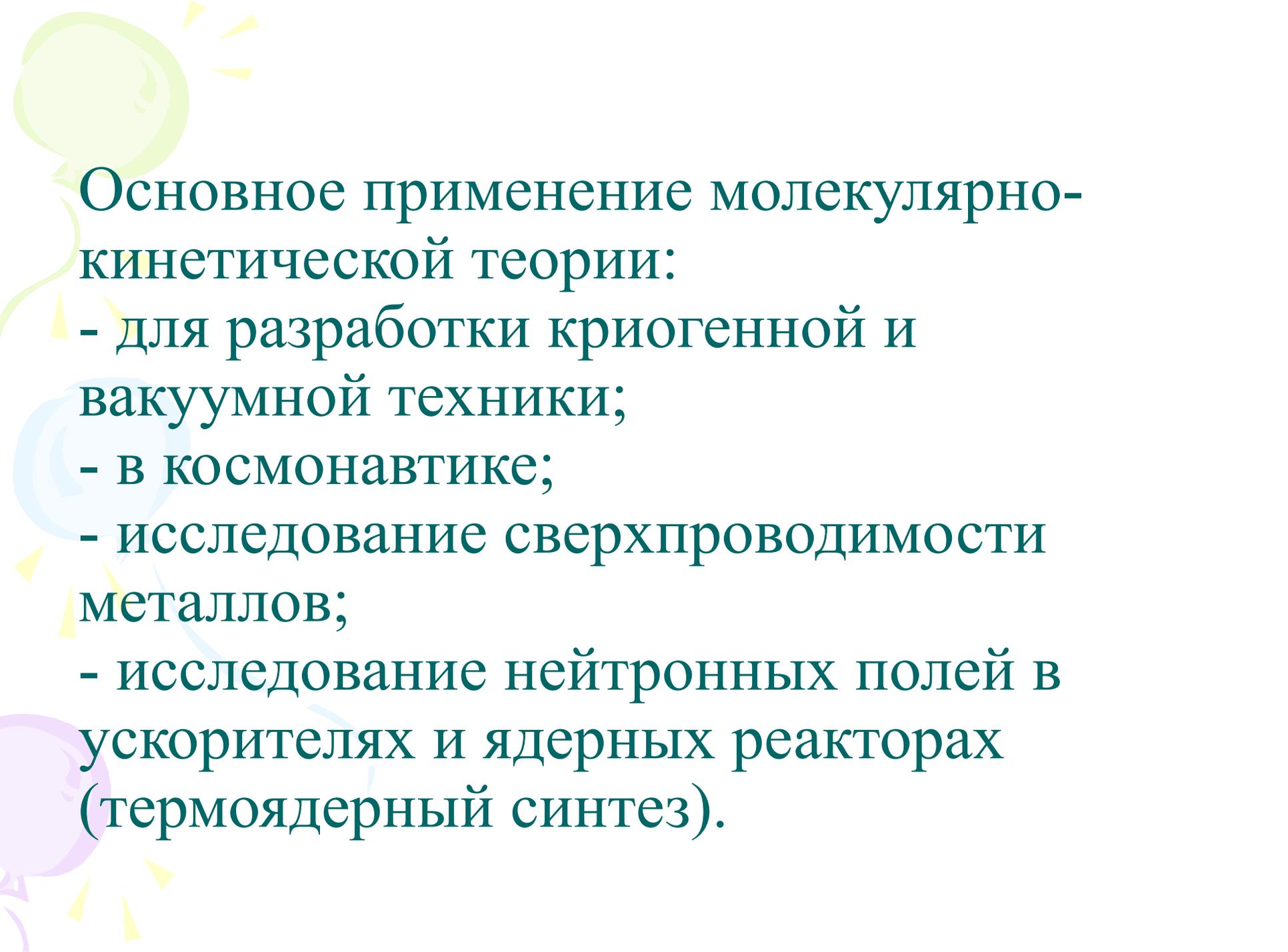
свойства системы



Средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул идеального газа прямо пропорциональна его термодинамической температуре и зависит только от нее:

$$\bar{E} = \frac{3}{2}nkT$$

*- для n -ного количества молей,
где k — постоянная Больцмана; T — температура.*



Основное применение молекулярно-кинетической теории:

- для разработки криогенной и вакуумной техники;
- в космонавтике;
- исследование сверхпроводимости металлов;
- исследование нейтронных полей в ускорителях и ядерных реакторах (термоядерный синтез).

Основные законы классической (равновесной термодинамики).

Термодинамическая система – это система, состоящая из большого числа частиц, взаимодействующих между собой.

Термодинамические системы могут быть:

а) изолированными (замкнутыми) – это те системы, которые не сообщаются с окружающей средой ни работой, ни теплом, ни веществом, ни информацией. Другое название – равновесные.

б) открытыми – сообщаются с окружающей средой. Открытые системы не изучаются классической термодинамикой.

Термодинамические законы.

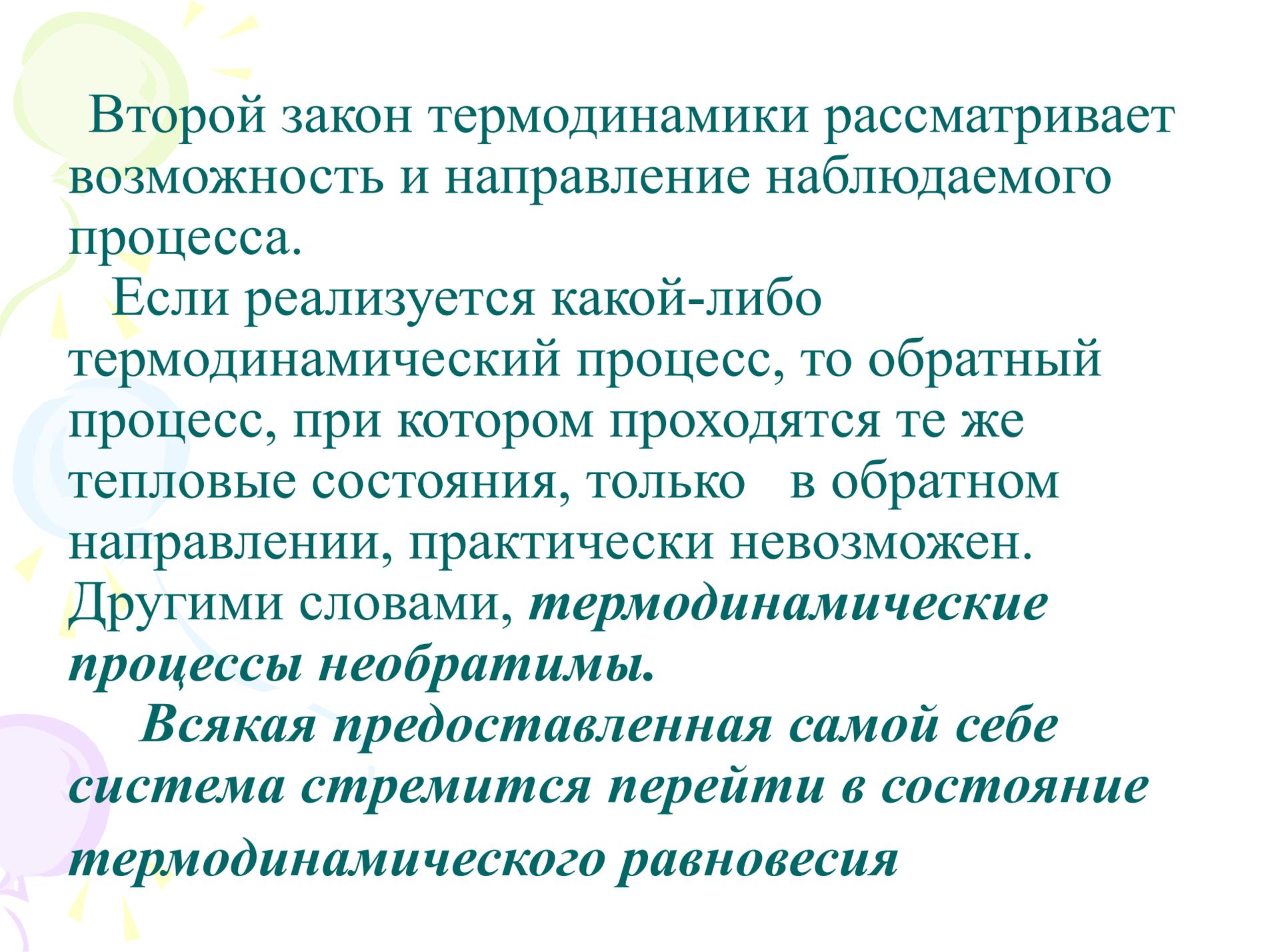
Классическая термодинамика описывается двумя законами:

1. Закон сохранения и превращения энергии - *первое начало термодинамики.*

$$Q = \Delta U + A,$$

где ΔU – изменение внутренней энергии, A – работа.

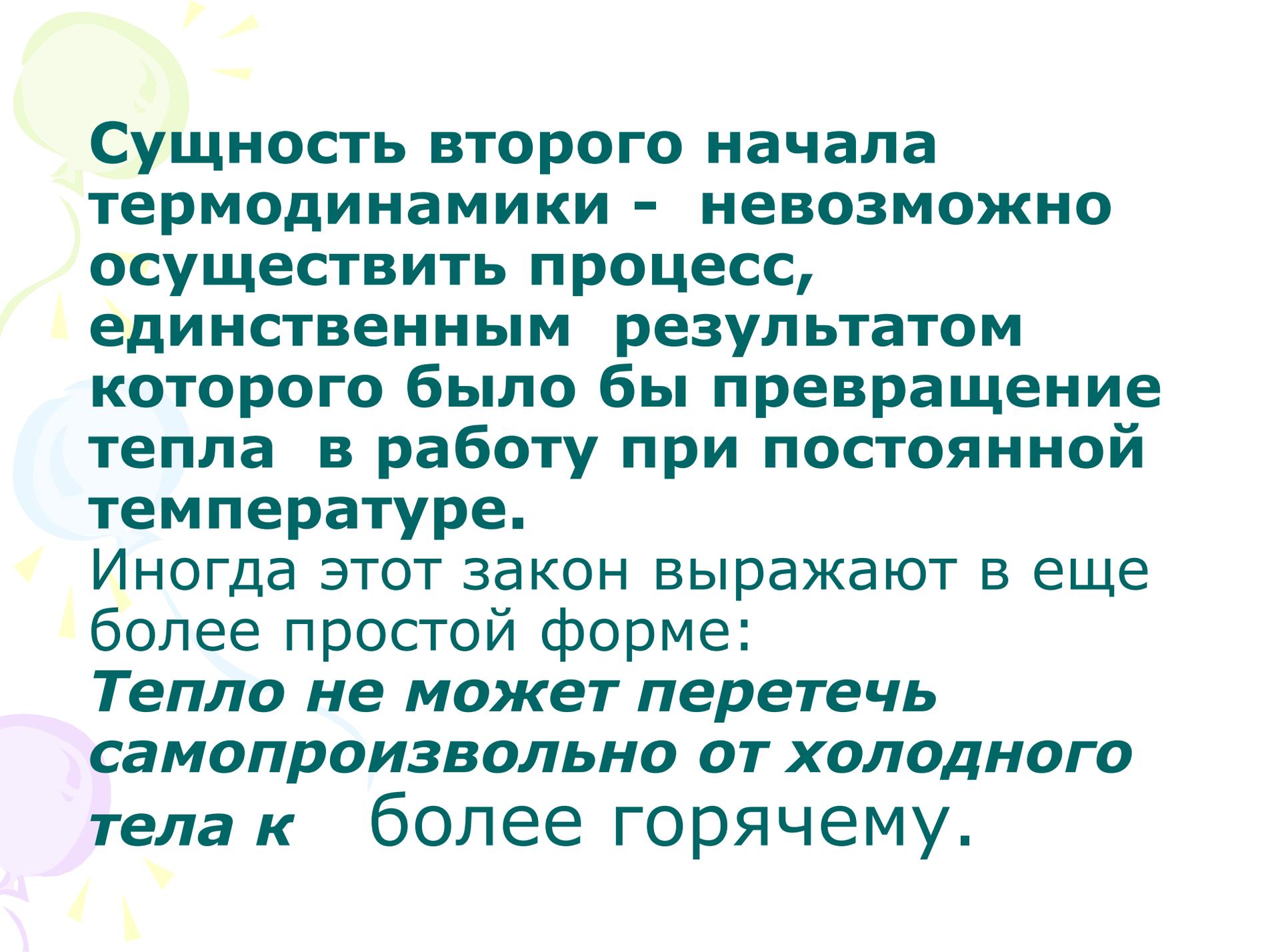
Количество теплоты, сообщенное телу, идет на увеличение его внутренней энергии и совершение телом работы.



Второй закон термодинамики рассматривает возможность и направление наблюдаемого процесса.

Если реализуется какой-либо термодинамический процесс, то обратный процесс, при котором проходятся те же тепловые состояния, только в обратном направлении, практически невозможен. Другими словами, *термодинамические процессы необратимы.*

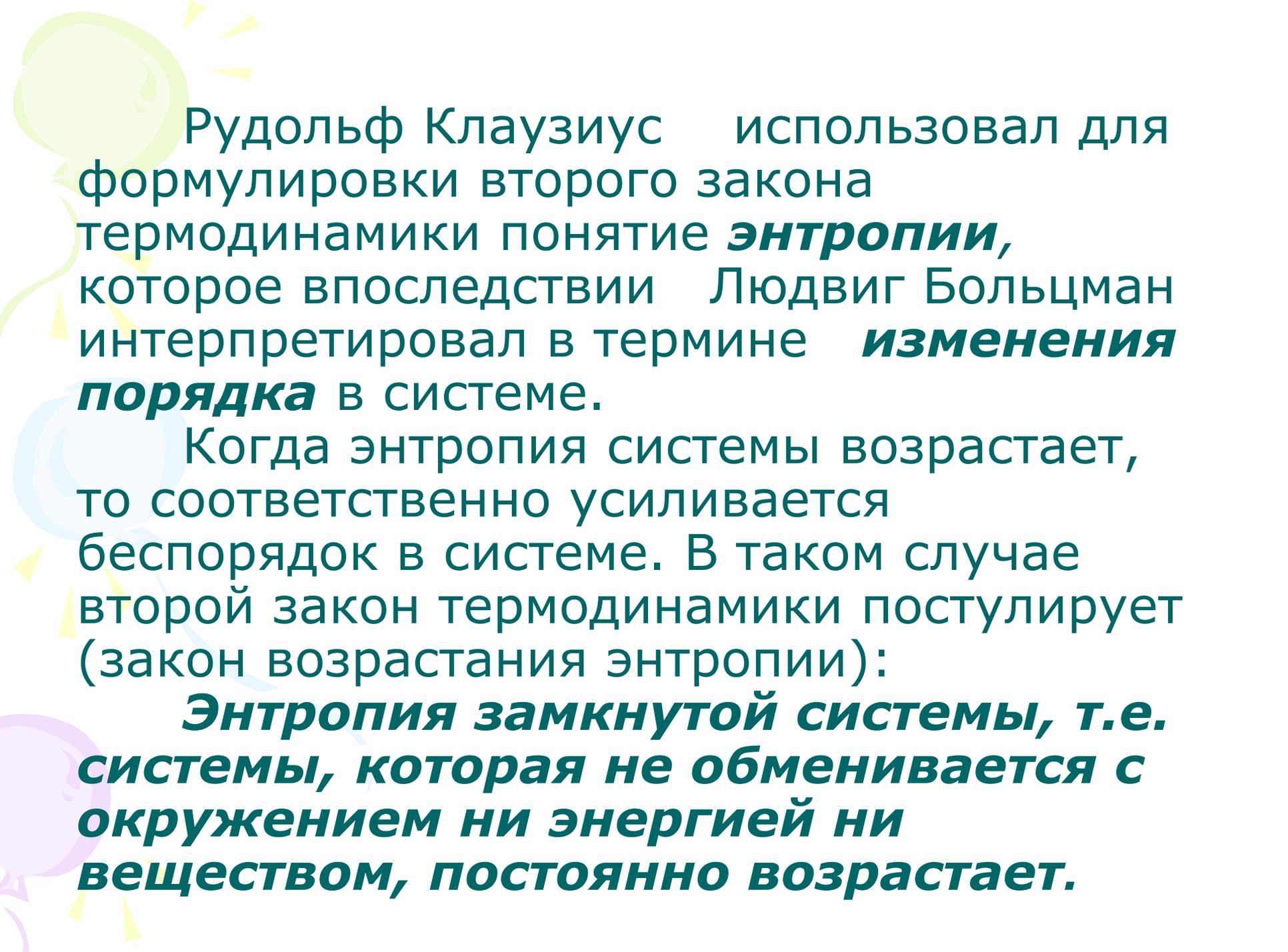
Всякая предоставленная самой себе система стремится перейти в состояние термодинамического равновесия



Сущность второго начала термодинамики - невозможно осуществить процесс, единственным результатом которого было бы превращение тепла в работу при постоянной температуре.

Иногда этот закон выражают в еще более простой форме:

Тепло не может перетечь самопроизвольно от холодного тела к более горячему.



Рудольф Клаузиус использовал для формулировки второго закона термодинамики понятие **ЭНТРОПИИ**, которое впоследствии Людвиг Больцман интерпретировал в термине **ИЗМЕНЕНИЯ ПОРЯДКА** в системе.

Когда энтропия системы возрастает, то соответственно усиливается беспорядок в системе. В таком случае второй закон термодинамики постулирует (закон возрастания энтропии):

Энтропия замкнутой системы, т.е. системы, которая не обменивается с окружением ни энергией ни веществом, постоянно возрастает.

Энтропия – это количественная мера хаоса в системе, мера неупорядоченности.

Общий итог достаточно печален: необратимая направленность процессов преобразования энергии в изолированных системах рано или поздно приведет к превращению всех видов энергии в тепловую, которая в среднем равномерно распределится между всеми элементами системы, что и будет означать термодинамическое равновесие, или полный хаос. Если наша Вселенная замкнута, то ее ждет именно такая незавидная участь. Из хаоса, как утверждали древние греки, она родилась, в хаос же, как предполагает классическая термодинамика, и возвратится.

Концепции эволюции реальных систем.

Материя способна осуществлять работу и против термодинамического равновесия, *самоорганизовываться и самоусложняться.*

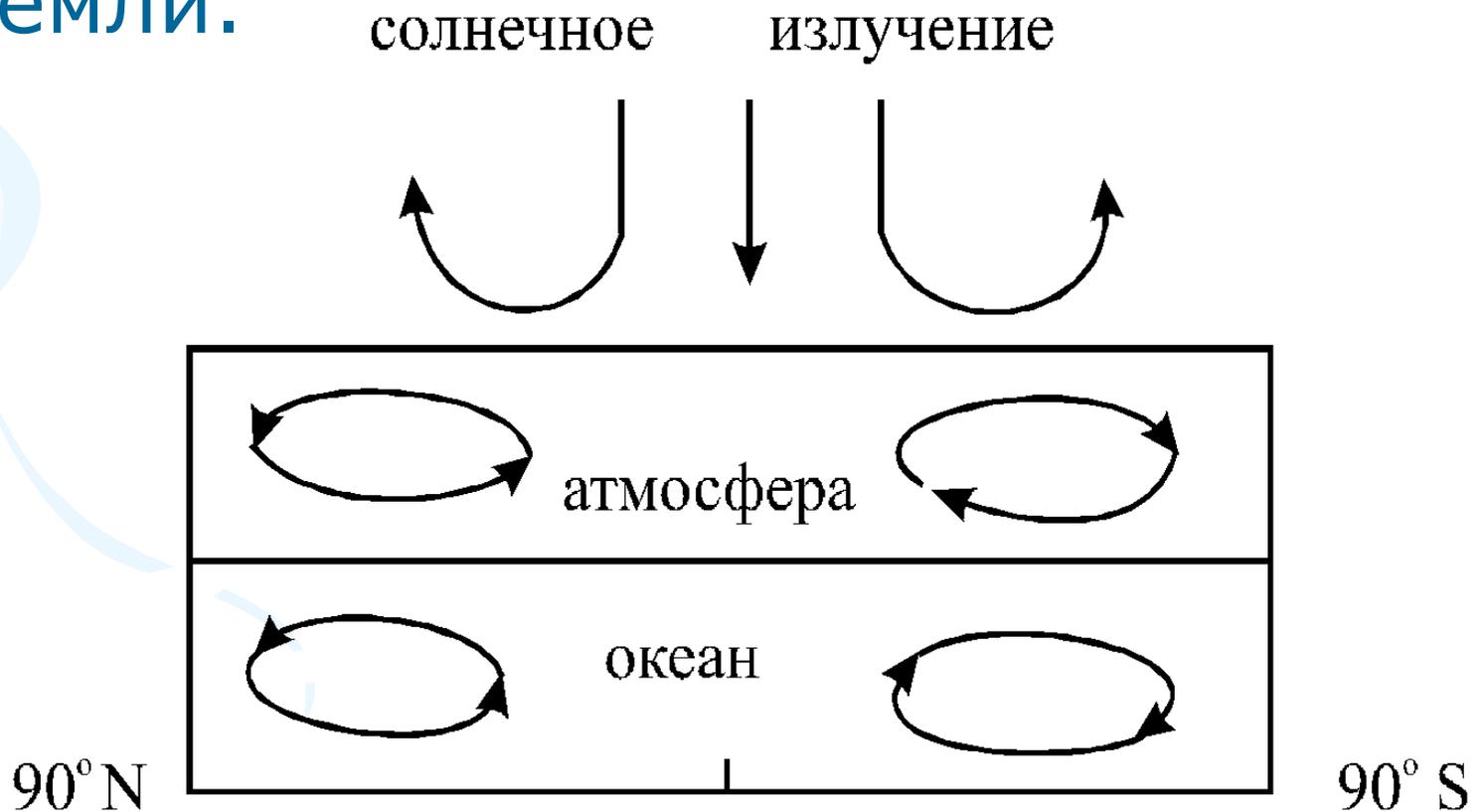
Синергетика — теория самоорганизации. Ее разработка началась несколько десятилетий назад, и в настоящее время она развивается по нескольким направлениям: это синергетика (Г. Хакен), неравновесная термодинамика (И. Пригожин), теория катастроф (Т.Кун).

Переход открытой неравновесной системы от менее к более сложным и упорядоченным формам организации.

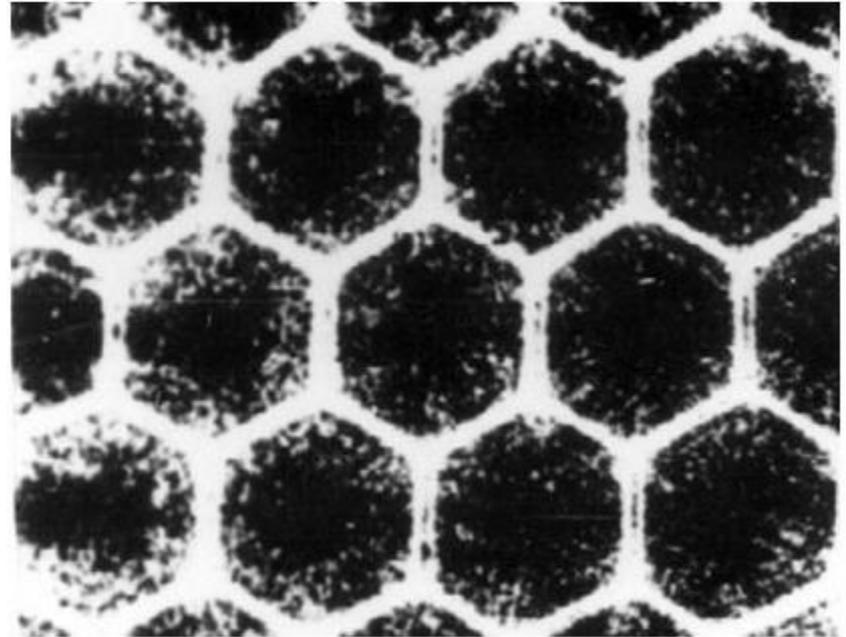
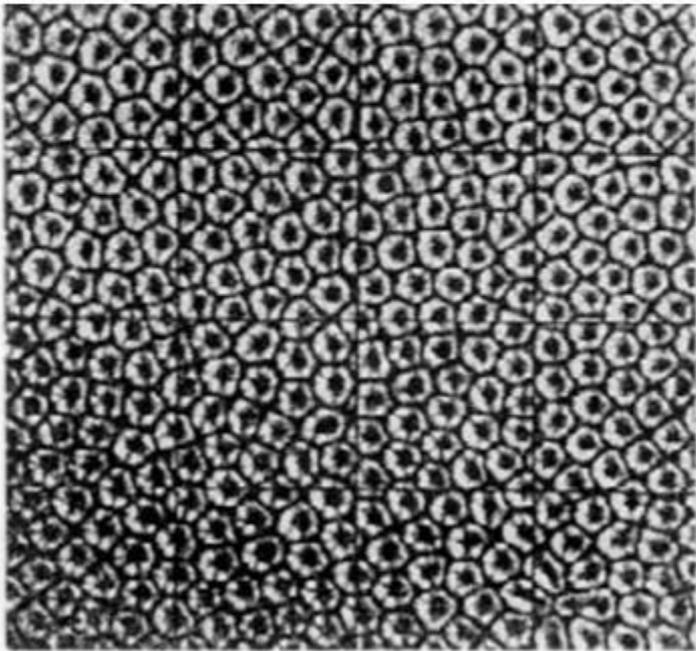
Отсюда следует, что объектом синергетики могут быть отнюдь не любые системы, а те, которые удовлетворяют двум условиям:

- 1) они должны быть открытыми, т. е. обмениваться веществом или энергией с внешней средой;
- 2) они должны также быть существенно неравновесными, т.е. находиться в состоянии неравновесия.

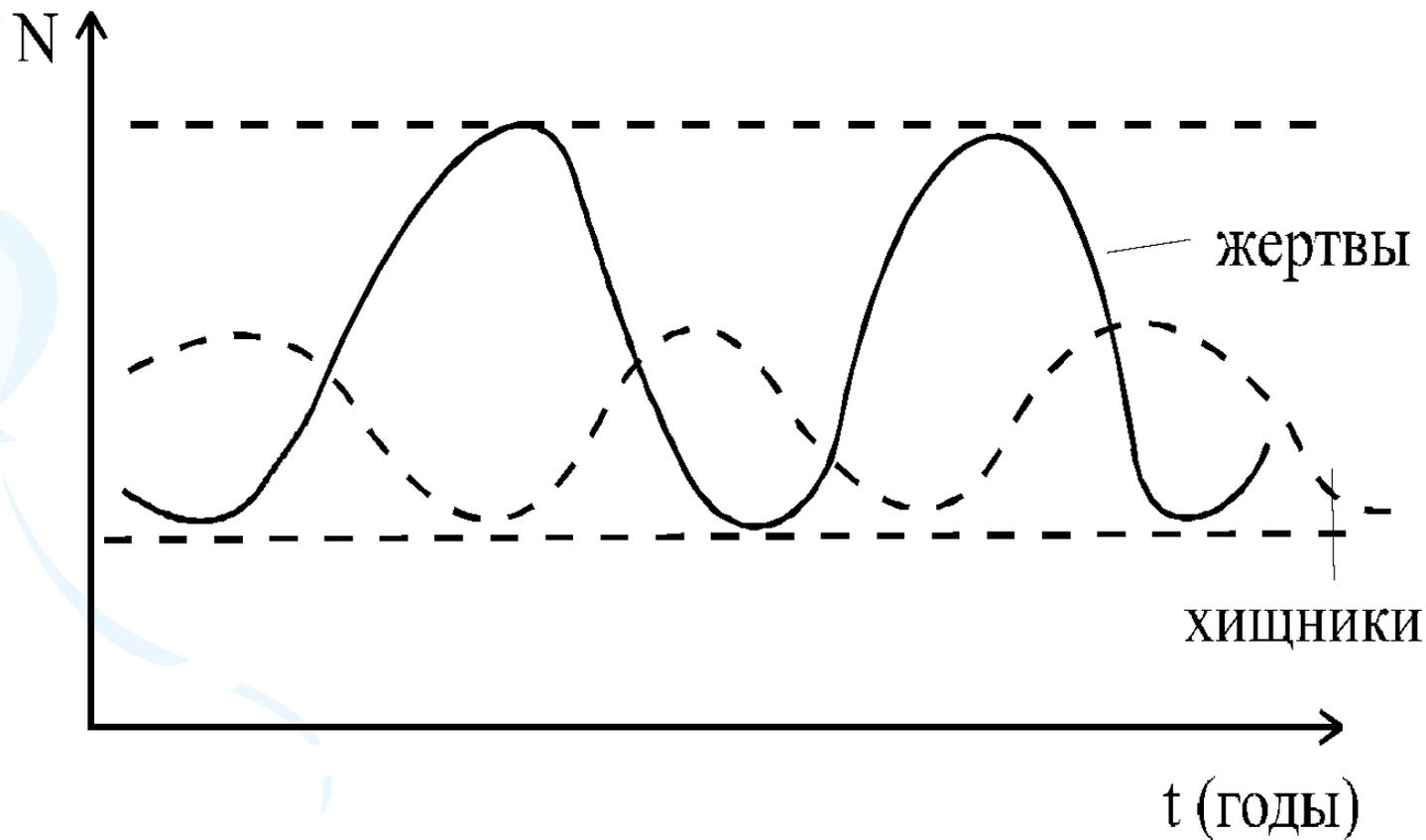
- Образование упорядоченных вихрей в атмосфере и океанах Земли.

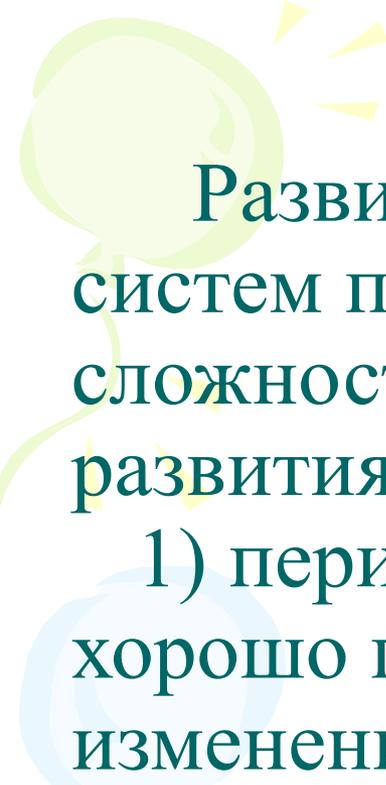


Шестиугольные ячейки (Бенара)



- Динамика популяции жертв и хищника





Развитие открытых и сильно неравновесных систем протекает путем нарастающей сложности и упорядоченности. В цикле развития наблюдаются две фазы:

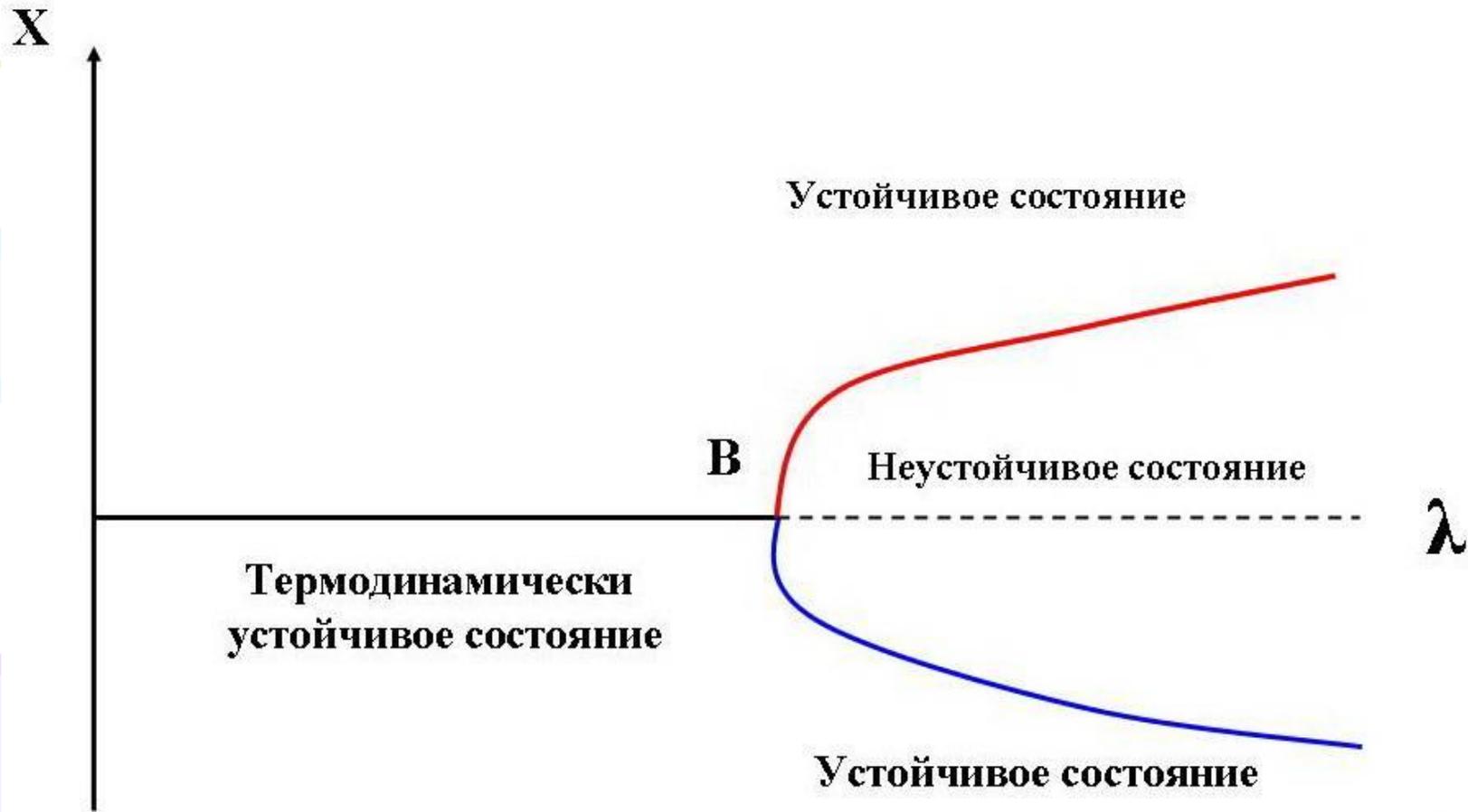
1) период плавного эволюционного развития с хорошо предсказуемыми линейными изменениями, подводящими в итоге систему к некоторому неустойчивому критическому состоянию;

2) выход из критического состояния одномоментно, скачком и переход в новое устойчивое состояние с большей степенью сложности и упорядоченности.

Новый порядок связан с появлением и накоплением **флуктуаций** в системе. В дальнейшем они нарастают и способствуют появлению хаоса в системе.

Флуктуации ведут к возрастанию энтропии. Новый порядок всегда восстанавливается через хаос. Флуктуации расшатывают систему, она становится неустойчивой, и любое незначительное воздействие толкнет ее к саморазрушению, а дальше – к выбору пути. Любая революция есть выбор пути социальной системы. Система приходит к **точке бифуркации** (выбора), где существует несколько альтернатив дальнейшего развития.

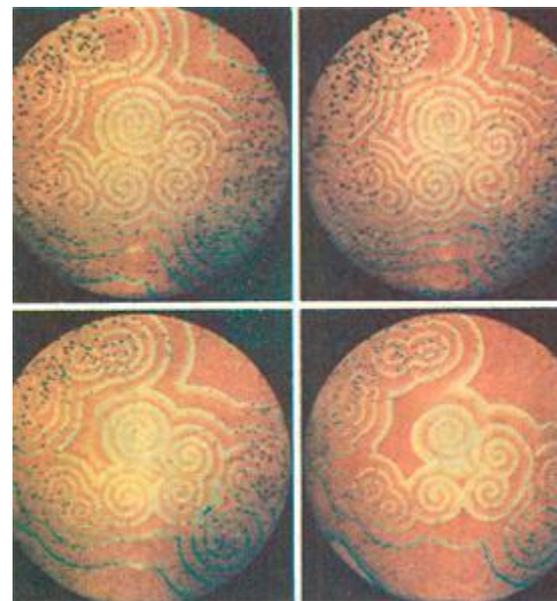
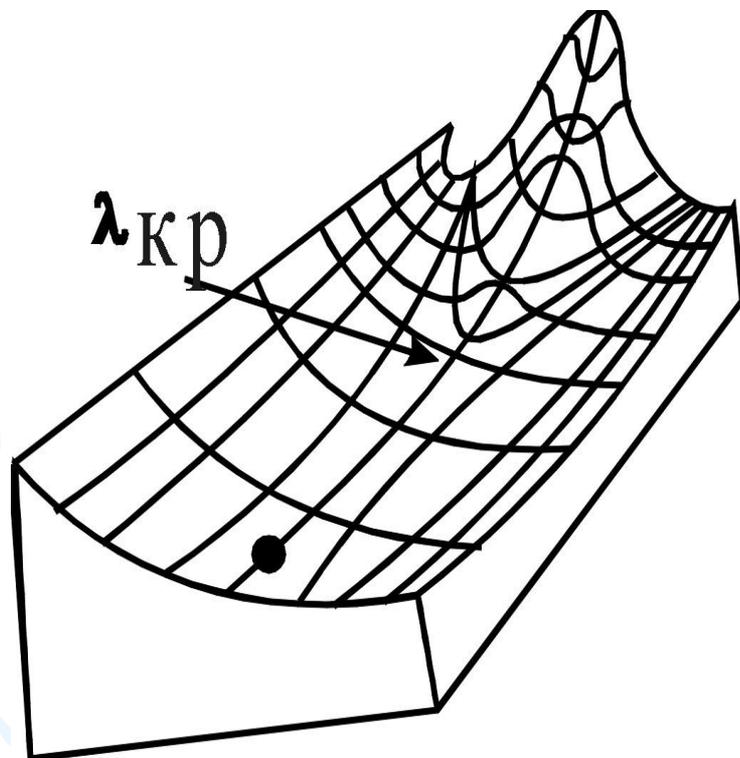
Явление бифуркации



Аппарат классической термодинамики – линейные уравнения, дающие всего одно решение.

Аппарат неравновесной термодинамики – это нелинейные уравнения, которые дают несколько альтернативных решений, потому что неравновесная термодинамика описывает реальные процессы в природе, живых организмах, социальном обществе.

Открытые системы стремятся к большей организованности, так как энтропия у них не увеличивается. Чем больше информации поступает в систему, тем система более организована, и тем меньше её энтропия.



Спасибо за внимание !