

Как видно из рис. 2–4, отличия в экономической эффективности при разных коэффициентах загрузки трансформатора невелики.

Также был выполнен расчёт чистого дисконтированного дохода NPV для трансформатора АТМГ-400/10, ставка дисконтирования была принята равной 7%, в качестве дохода рассматривалась годовая экономия от использования новой конструкции магнитопровода по сравнению с традиционной. Результаты представлены на рис. 5, из которого видно, что окупаемость разницы в цене традиционного и инновационного трансформаторов за счёт экономии на потерях наступает уже на 6 году эксплуатации, а полной стоимости – на 15-ом.

В сложившихся условиях очевидна необходимость осуществления мероприятий по исключению недостоверных данных о потерях мощности в паспортах трансформаторов и особенно в тендерной документации. К таким мероприятиям следует отнести обязательную проверку (измерение при участии покупателя и продавца) аттестованной лабораторией названных выше параметров, а также последующие жёсткие санкции к поставщику трансформаторов с реальными потерями энергии, превышающими значения, указанные в паспортных или тендерных документах.

Из результатов расчёта делается конечный вывод относительно конкретной ситуации с заменой распределительных трансформаторов, на основании чего и составляется требуемый план-график. В среднем затраты на замену окупаются за 5–7 лет.

ЗАГАДКИ И ТАЙНЫ ВОДЫ

Кандидат технических наук
Н.Н. ПРОХОРЕНКО

Свойства воды, её поведение в различных условиях, её влияние на природные процессы полны тайн и загадок. Очень хочется хоть немного их разгадать, объяснить и использовать в своей созидательной практике. Здесь оказалась весьма полезной кластерная теория строения воды¹.

Загадки и тайны. Целый букет загадок можно обнаружить, рассматривая свойства воды вдоль последовательности магических температур: 0 °С → 4 °С → 15 °С → 30 °С → 45 °С → 60 °С → 100 °С (начиная с третьей температуры они на самом деле имеют разброс ±(2–3) °С).

При 0 °С и нормальном давлении происходит фазовый переход, вода становится твёрдой. И почему-то плотность льда меньше плотности жидкой воды, лёд плавает на поверхности жидкой воды. При 4 °С оказывается, что плотность воды максимальна и коэффициент сжимаемости, соответственно, минимален.

Эти два обстоятельства позволяют понять механизм самоочищения проточных водоёмов. Действительно, когда температура воздуха над поверхностью озера Байкал становится минусовой, поверхностный слой воды охлаждается до температуры 0 °С, начинается фазовый переход и образуется слой льда. Толщина слоя увеличивается. Почти равновесный режим фазового перехода, кристаллизации воды, приводит к тому, что все примеси, ранее растворённые в жидкости, начинают вытесняться на границу раздела фаз. И это ещё одна загадка.

Но продолжим рассмотрение процесса. Химический состав образовавшегося льда соответствует составу почти чистой воды. Толщина льда на Байкале зимой может достигать 3 м. Все примеси собираются в окрестности раздела фаз, их концентрация растёт. И если озеро

¹ Сколунов А.В. Геометрия воды и льда. Микроструктура и свойства воды и льда в рамках кластерно-гиротермодинамической модели. М.: Компания Спутник+. 2005.

проточное, то примеси выносятся из водоёма. Единственная река, вытекающая из Байкала, Ангара, выносит из него примеси и всякий химический мусор. Таков механизм самоочистки этого озера.

На границе раздела вода–лёд температура 0 °С. Естественно, где-то ниже будет температура 4 °С, при которой у воды максимальная плотность. Начинается свободная конвекция в объёме: масса “тяжёлой” воды начинает движение вниз. В результате теплообмена с окружающей “лёгкой” водой, “тяжёлая” вода легчает, а общая температура смеси уменьшается. В конце концов, на дне собирается “тяжёлая” вода, образуется толстый слой такой воды, в котором вполне возможно существование бактерий, простейших организмов, водорослей, рыб. Следовательно, несмотря на жестокие морозы над поверхностью льда, жизнь в водоёме не умирает.

Далее рассмотрим интервал температуры (15–30) °С. Его середина 22.5 °С. Такая температура наиболее благоприятна для растений, холоднокровных животных и насекомых. Опытные бабушки утверждают, что огурцы начинают расти, цветы и плодоносить, если температура воздуха ночью выше 17 °С. Комары, оводы, слепни пожирают теплокровных существ. Но когда температура воздуха приближается к границам указанного интервала, насекомые куда-то исчезают. Однажды автор статьи спустился в подвал своего дачного домика и увидел на прохладной бетонной стенке фундамента толстый слой комаров. Эти друзья сидели на стенке совершенно неподвижно. Заметим, что на улице стояла жара 32 °С. Что-то произошло с комарами, и они впали в кому. Что именно?

Теперь рассмотрим интервал температуры (30–45) °С. Середина интервала 37.5 °С. Напомним, что подмышкой у человека нормальной считается температура 36.6 °С. Личный опыт каждого из нас показывает, что как только температура, измеренная градусником становится выше, так человеку становится плохо, голова перестаёт соображать, наступает слабость. А при температуре близкой к 40 °С человек приходит в состояние комы, теря-

ет сознание, начинается аритмия сердца, нарушается ритм дыхания. Далее – клиническая смерть. Когда у заболевшего человека поднимается температура, опытные бабуши и медсёстры в больницах кладут ему на голову мокрое холодное полотенце или грелку со льдом. Опять – зачем и почему? Интуитивно приходит в голову мысль, что в случае и с комарами, и с человеком происходит разрушение нервной системы. Но каков механизм этого разрушения?

Если молодая девушка решила посидеть на камне, на бетонной ступеньке или на подоконнике с температурой поверхности ниже 30 °С, то примерно через 5 минут начнётся необратимый процесс изменения структуры воды в её детородных органах. Бесплодие или разные патологии плода обеспечены. Затем придётся платить бешеные гонорары врачам-гинекологам, которые хорошо знают, что они бессильны. Юношам и мужчинам тоже не стоит простужать свою простату.

Невозможно удержаться и не рассказать один случай. Дело было во времена, когда младореформаторы реформировали страну, её экономику. Один ловкий “товарищ директор” “прихватизировал” оптовую овощную базу. Но вот беда – все склады были забиты репчатый луком, девать его было некуда, да ещё он начал потихоньку гнить. Разор! Но вот молодой бизнесмен узнал, что на Севере и в Сибири готовы покупать его лук, но в сухом виде для сохранности. Надо сушить лук! Среди рабочих овощной базы был наш бывший аспирант, кандидат технических наук (безработица, семья кушать хочет, наука стала ненужной). Директор базы поручил ему создать установку для сушки лука. Установку сделали из досок и фанеры столыры базы. Стали запускать установку, но раз за разом никакой сушки не получалось, а из сушилки вытекала коричневая густая масса с запахом меркаптана². Стало ясно, что без науки не обойтись! “Кухонные” представления не работают.

Наш бывший аспирант обратился к автору статьи за помощью. Приезжаю, смотрю, нюхаю. И просто поразился: это что

² Меркаптаны – сернистые аналоги спиртов.

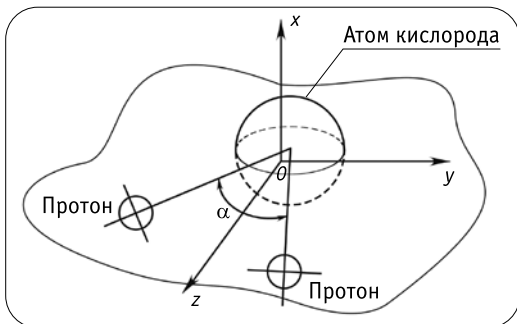


Рис. 1.
Геометрия мономолекулы воды.

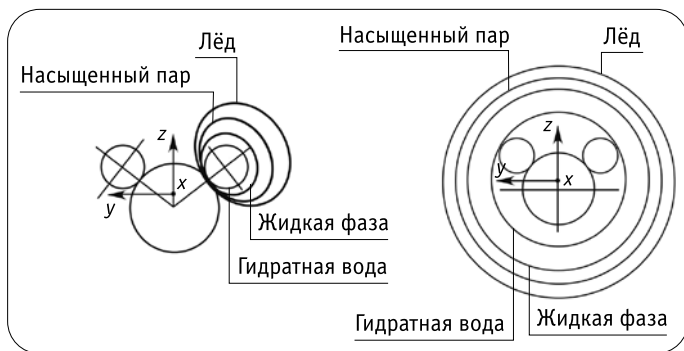
же надо сделать с луком, его углеводами и белками, как же надо их растерзать на фрагменты, чтобы образовался меркаптан? Оказывается, сушили резаный лук дымовыми газами с начальной температурой 70 °С. Сразу стало ясно (см. цепочку температур выше), что при нагреве до 70 °С вода в луке три раза меняла своё состояние и разрушала всё, что есть в этом луке. Было очевидно, что сушить лук надо при температуре ниже 30 °С. Но сразу сказать об этом новорождённому бизнесмену нельзя, он подумает, что платить мне не за что, так всё просто. Поэтому я потребовал месяц для изучения проблемы, проведения расчётов. А через месяц рекомендовал нашему бывшему аспиранту температуру сушки. Через неделю установка нормально заработала, автор (тоже безработный) получил свои два “лимона” и большой пакет сушёного лука (жена полгода варила борщи). Наука, как всегда, победила!

Попытки разобраться. Начнём от “печки”, то есть со школьных знаний. Атомный номер химического элемента водорода – 1. Следовательно, атом водорода содержит один протон и на его орбите находится один электрон. Но устойчивое число электронов на орбите равно 2, поэтому атом водорода стремится забрать у какого-нибудь атома ещё один электрон. Химики говорят в такой ситуации, что атом водорода является акцептором элект-

тронов и всюду ищет донора. Атомный номер кислорода – 16. Это значит, что атом кислорода содержит 16 протонов и 16 электронов. Последние располагаются на трёх орбитах в количестве 2+8+6. Устойчивое число электронов на последней орбите равно 8, то есть атом кислорода тоже является акцептором электронов и всюду ищет доноров. При встрече молекул O₂ и H₂ кислород захватывает 2 электрона у двух атомов водорода. Потенциальная энергия системы (OH₂)₁ уменьшилась, а два протона связываются с атомом кислорода. Важно отметить, что атом кислорода “удовлетворён”, а атомы водорода по-прежнему остались акцепторами.

В соответствии с упомянутой выше работой (см. сноску 1), геометрию мономолекулы (OH₂)₁ (далее всюду ММ) представим на рис 1. На этом рисунке точка O – центр тяжести трёх атомов. Направление осей координат произвольное. В указанной работе моменты инерции системы относительно осей координат рассчитаны, получен вектор момента инерции. Таким образом, ММ является асимметричным волчком. Вращение происходит вокруг вектора момента инерции, сам вектор момента инерции тоже вращается (прецессия волчка). Рассчитана также величина угловой скорости вращения волчка: $\omega(0\text{ }^\circ\text{C}) = 12.8 \cdot 10^{19}$ Гц, $\omega(100\text{ }^\circ\text{C}) = 116.1 \cdot 10^{19}$ Гц. Оказалось, что геометрия ММ сильно зависит от внешних воздействий, от подвода или отвода энергии из внешней среды. Протоны могут быть бли-

Рис. 2.
Геометрия мономолекулы (OH₂)₁ в зависимости от фазового состояния.



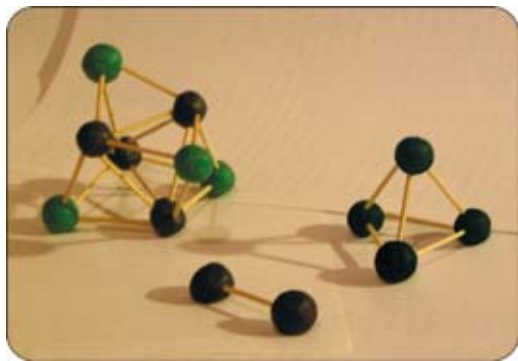


Рис. 3.
Фотография моделей кластеров воды.

же или дальше от атома кислорода, а угол α – больше или меньше. Это изменяет момент инерции и, следовательно, угловую скорость волчка и прецессии (рис. 1).

При фазовом переходе воды существенно меняются размеры внешнего электронного облака вокруг ММ (рис. 2). Молекула воды увеличивает свои размеры при переходе от гидратного состояния к жидкой фазе, к насыщенному пару и ко льду. Электроны на внешней орбите вокруг и кислорода, и водорода связаны с ядрами атомов много слабее, чем электроны вокруг ядра кислорода. Последние могут взаимодействовать только с жёстким ультрафиолетовым, рентгеновским и гамма излучением. Зато водородные электроны легко взаимодействуют со слабыми излучениями, например, инфракрасным, биополевым. Так, давно известно об излучении инфракрасного потока от теплокровных животных, от растений. Экспериментально показано, что слой воды толщиной 3–5 мм полностью поглощает тепловое излучение от солнца.

Кластеры воды. Напомним, что атомы водорода, будучи в составе ММ, всё ещё имеют избыток потенциальной энергии, так как являются акцепторами электронов. При встрече двух ММ может произойти захват недостающих электронов на орбиту вокруг протона. ММ стремятся объединиться в ассоциаты, названные кластерами (см. сноску 1). Происходит реакция $(\text{OH}_2)_1 + (\text{OH}_2)_1 \rightarrow (\text{OH}_2)_2$. Два диполя объединяются, но вынуждены согласовать векторы угловых скоростей,

сделать их равными по модулю и противоположными по направлению. Энергию для поворота (поляризации) вращения волчков даёт избыток потенциальной энергии атомов водорода в каждой ММ. Время τ релаксации диполей воды в кластере, то есть поворот оси диполя, характеризуется по Дебаю величиной

$$\tau = \frac{4\pi\mu\rho^3}{kT}, \quad \rho = \left(\frac{M}{4(1+\sqrt{2})d \cdot N_A} \right)^{\frac{1}{3}}.$$

где μ – коэффициент динамической вязкости воды, k – константа Больцмана, T – температура, ρ – размер диполя, k – плотность воды, N_A – число Авогадро, M – молекулярная масса воды. Величина τ имеет порядок 10–11 с.

Вероятность парной встречи ММ много больше вероятности тройной. Следовательно, множество ММ развивается в сторону увеличения числа бикластеров и уменьшения числа ММ. Дальнейшее развитие системы идёт в сторону укрупнения кластеров по схеме $(\text{OH}_2)_1 \rightarrow (\text{OH}_2)_2 \rightarrow (\text{OH}_2)_4 \rightarrow (\text{OH}_2)_8$. Утверждается (впрочем, это можно строго доказать³), что крупнее кластеров не бывает (сноска 1). Там же показано, что среднее по множеству всех ММ число ММ в кластерах равно 3.46 при 100 °С и 8 при 0 °С, то есть при высоких температурах много тетракластеров и мало бикластеров. Зато при низких температурах вода состоит из самых крупных кластеров. Кроме того, утверждается, что при образовании кластеров взаимодействие ММ не сопровождается ни их деформацией, ни взаимным прониканием. Значит, жидкая вода представляет собой полидисперсное плотно упакованное множество кластеров. Мера полидисперсности зависит от энергетического взаимодействия с внешней средой.

На рис. 3 представлена фотография моделей кластеров, изготовленная из шариков пластилина и палочек. Черные шарики – мономолекулы воды в $(\text{OH}_2)_4$ и $(\text{OH}_2)_8$. Можно заметить, что оба эти кластера имеют 4 оси симметрии: это перпендикуляры, опущенные из “черных” шариков на основание тетракластера. Это означает, что оба вида кластеров

³ Богородский Ю.Л. Истоки мироздания (в обобщённом изложении). М.: Издатель Купцова И.Л. 1999.

способны вращаться вокруг этих четырёх осей. Для плотной упаковки кластеров в жидкой воде или во льду такое вращение исключено, зато в паровой фазе оно вполне возможно. Из геометрии кластеров следует, что внутри кластеров с $n \geq 4$ (n – число ММ в кластере) имеется свободное пространство, карманы, названные дырами (сноска 1), в которых может разместиться какое-то тело. Размер дыр поддается расчёту с помощью стереометрии. У кластера с $n = 4$ ровно одна дыра, при $n = 8$ таких дыр 5. Интересно, что размер дыры при 4°C в точности равен размеру ММ. Поэтому чистая жидкая вода при этой температуре имеет максимальную плотность и минимальную сжимаемость. Соответственно, при стремлении температуры к 0°C жидкая вода уже состоит только из кластеров с $n = 8$, размер ММ в составе этих кластеров увеличивается (см. рис. 2), а размер дыр уменьшается. Кластер как бы вытесняет из себя и ММ, и всё, что было в дырах. Одновременно уменьшается плотность воды. Таков механизм очистки кластеров от примесей и уменьшения плотности воды при замерзании.

Организирующая роль кластеров воды. В составе клеток человека, бактерий и простейших микроорганизмов много воды. Для нормального существования и развития клеток нужен непрерывный поток различных веществ из/внутри клетки. Например, необходим калий/натрий обмен клетки с внешней средой. Ион калия характеризуется малыми атомными размерами, а значит, большой электрической напряжённостью в своей окрестности, а мембрана клетки имеет двойной электрический слой зарядов. “Голый” ион калия не способен проникнуть в клетку. Закон Кулона неумолим.

При температурах $T < 40^\circ\text{C}$ жидкая вода состоит преимущественно из кластеров с $n = 8$. Размеры иона калия таковы, что этим ионам легко разместиться в дырах кластеров. Теперь кластер может транспортировать ион калия внутрь/наружу клетки, так как напряжённость электрического поля существенно уменьшилась. А обмен веществами и различными радикалами между клеткой и межклеточной жидкостью без крупных кластеров невозможен.

Мозг двухнедельного эмбриона человека на 98% состоит из воды, после

рождения – на 96%. Развитие мозга у плода начинается с образования нейронов, каждый из которых выпускает в пространство несколько аксонов (длинных цилиндрических отростков нервной клетки). Аксон оканчивается системой синапсов (межклеточных контактов, предназначенных для передачи нервного импульса), касающихся другого нейрона. На первый взгляд формирование мозга человека происходит хаотически, аксоны растут в совершенно произвольном направлении.

С другой стороны, биохимики утверждают, что всякий белок представляет собой цепочку атомов углерода с боковыми ответвлениями – соединениями с определёнными фрагментами в своём составе. Так, любой белок в “голове” цепочки обязательно имеет амидную группу NH_2 и карбоксильную группу COOH . Если же в составе белка есть ещё одна амидная группа, то она обязательно находится на “хвосте” полимера белка⁴. Специалисты хорошо знают, что полимеры в растворителе – очень подвижные образования. У них много степеней свободы перемещения. Фрагменты ответвлений вращаются вокруг атома углерода, сама цепочка непрерывно изгибается, может скручиваться в клубок, причём “хвост” цепочки тянется к “голове”.

У кластера воды $(\text{OH}_2)_8$ имеется 5 дыр, карманов. При температуре $T < 40^\circ\text{C}$ размер у дыр больше, чем у групп NH_2 , так что такая группа атомов вполне может расположиться в дыре кластера, тем более что атомы водорода в ней по-прежнему остаются акцепторами электронов и стремятся попасть в электронное облако внутри кластера. Размер группы COOH довольно большой, и эта группа не может разместиться в дыре кластера и находится где-то рядом. Если амидная группа белка захватывается кластером, то подвижность цепочки белка существенно уменьшается (не зря же опасным преступникам крепят на цепи к ноге тяжёлое ядро)... Таким образом фиксируется в пространстве полимер – белок. И так кластеры воды структурируют в пространстве сеть нейронов и их аксо-

⁴ Збарский Б.И., Иванов И.И., Мардашев С.Р. Биологическая химия. Л.: Изд-во “Медицина”, Ленинградское отделение. 1965.

нов. Возможность включения каких-то атомов, ионов, радикалов, фрагментов в дыры кластеров воды давно известен в так называемой химии соединений включения⁵. Молекулы с большим молекулярным весом образуют дыры, в которых могут расположиться малые объекты, причём – без образования химических связей различной природы. Сам факт существования соединений включения доказан экспериментально.

К 5 годам жизни ребёнка количество нейронов стабилизируется. Дальнейшее развитие мозга идёт за счёт увеличения числа и длины аксонов. Внешняя среда, природа, биополя родителей, других воспитателей влияют на структуру воды и тем самым на разветвлённость и густоту аксонной сети. За время младенчества и детства формируется либо Маугли, либо Человек. Не зря у армян существует правило: до 5 лет ребёнок – царь, после – раб. В этот же период жизни ребёнок быстро осваивает и родной, и иностранные языки. К 25 годам развитие мозга прекращается, наступает стабилизация числа нейронов и всей сети аксонов. Специалисты, желающие получить второе–третье высшее образование, хорошо знают, как трудно осваивать новые знания после 25 лет жизни. К этому времени содержание воды в мозге становится равным примерно 83%, а в остальных частях тела оно около 70% в юности и 60% в старости. Высыхает человек!

Когда один пьяный ударяет другого по голове пивной кружкой, или полицейский бьёт по голове демонстранта своей дубинкой, или просто человек падает и попадает головой на камень, то в месте ушиба внутри мозга создаётся гидравлический удар и резко возрастает давление. Фронт высокого давления распространяется во все стороны со скоростью звука и отражается от стенок черепа. Резкий рост давления приводит к деформации кластеров воды, и они начинают повреждать, рвать белковые сети. Связи между нейронами нарушаются. Кроме того, при ударе происходит разрыв белков кровеносных сосудов, капилляров в мозгу. Кровь выливается, заполняет некоторый объём, деформируя мозг. Образуется ге-

матома мозга. Нейрохирурги в состоянии удалить гематому оперативным путём, но не могут восстановить связи между нейронами. С вероятностью 1 такой пациент после операции становится инвалидом первой группы из-за умственной недостаточности.

Первые робкие выводы

1. Жидкая вода – полидисперсный слой плотно упакованных кластеров $(\text{OH}_2)_n$, где $n = 2, 4, 8$. Распределение кластеров по числу ММ в их составе зависит от многочисленных факторов (давления, температуры, рН среды, электромагнитных излучений, биополей теплокровных животных и растений).

2. Кластеры жидкой воды не имеют поступательного движения в плотно упакованной среде. Диффузии кластеров в общепринятом понимании нет. ММ, входящие в состав кластера, – это асимметричные волчки с прецессией. Сами волчки колеблются с некоторой частотой и амплитудой около состояния равновесия.

3. Размер дыр в кластерах с $n \geq 4$ также сильно зависит от внешних воздействий. При $30^\circ\text{C} < T < 40^\circ\text{C}$ этот размер достаточен, чтобы внутри кластера разместились атомы, ионы и радикалы различных веществ, в частности ионы щелочных металлов. Большой кластер играет роль транспортёра веществ в/изнутри клетки живых организмов.

4. В варёной, жареной, пареной пище нет больших кластеров. Вода в компотах, супах, борщах и чае содержит преимущественно бикластеры и очень немного тетракластеров. Такая вода не участвует в процессе переноса веществ из/внутри клеток организма. Клетки хотят “пить”. И если их не удовлетворить в этом, они начинают производить всякий мусор, шлаки, в том числе пресловутый холестерин. Поставщики “нужной” воды – овощи, фрукты, ягоды, парное молоко, талая вода. Долгожители в горных районах ещё и потому долгожители, что пьют только талую воду ледников.

5. Бить людей по голове нельзя. Умственно неполноценных и так хватает.

6. Выращивать полезные бактерии, грибки, плесень и другие микроорганизмы следует в чистой талой воде при температуре ниже 40°C . Уничтожать

⁵ Крамер Ф. Соединения включений. М.: Изд-во “Иностранная литература”. 1958.

их можно, лишив больших кластеров воды (например, в микроволновых печах напрочь разрушаются все крупные кластеры, все полезные вещества разваливаются на фрагменты). Сушку веществ органической природы следует производить при таких же температурах, чтобы сохранить в целостности белки. Пастеризация молока (72 °С) разрушает все полезное в нём.

7. Внимательно просмотрев всю цепочку рассуждений, объясняющих некоторые “загадки и тайны” воды, приходим к пониманию первопричины обсуждаемых явлений – атом водорода во всех соединениях является акцептором электронов.

Постановка проблемы. Итак, появился новый взгляд на строение воды в разных фазовых состояниях, новое осмысление, понимание зависимости свойств чистой воды от внешних воздействий. Тогда, что такое растворение водой различных веществ, каков механизм растворения, что такое состояние насыщения раствора, как начинается кристаллизация? Каков механизм гидрофильности и гидрофобности? Как происходят химические превращения в водном растворе, какова роль кластеров при этом? Каков механизм испарения чистой воды и водных растворов? Каков механизм энергопереноса в воде и в водных растворах? Как происходит процесс ад- и абсорбции, образование кристаллогидратов? Что делается на границе раздела фаз? Современная научная литература, например⁶, довольно невнятна и неконструктивна.

Ответы на все эти “что и как” позволят понять, осмыслить и далее оптимизировать процессы химических превращений в водных растворах, процессы сушки, выпарки, экстракции, ректификации, смешения. Дисциплина “Процессы и аппараты химических технологий” в технологических вузах получит инструмент создания этих производств.

Да простят читатели автора за его гигантоманию и желание “объять необъятное”!

⁶ Кесслер Ю.М., Петренко В.Е., Лященко А.К. и др. *Вода: структура, состояние, сольватация. Достижения последних лет / Отв. ред. А.М. Кутепов. М.: Наука, 2003.*

СБАЛАНСИРОВАННОСТЬ ГОРОДОВ И РЕГИОНОВ В РЕЙТИНГЕ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ 2013 г.

Кандидат экономических наук
Е.И. ДОЛГИХ, Е.В. АНТОНОВ
(ООО “Агентство “Эс Джи Эм”)

Концепция устойчивого развития

Главный мировой тренд последних двух десятилетий в развитии городов – это концепция устойчивого развития (УР). Именно городское население в России формирует базу для экономического роста страны. Уровень производительности и эффективности экономики Российской Федерации в первую очередь зависит от качества человеческого капитала городского населения. Поэтому обеспечение УР городов, где проживает подавляющая часть экономически активного населения России, будет способствовать УР всей российской экономики.

На современном этапе развития российских городов по мере обострения инфраструктурных, социальных и экологических проблем, растёт заинтересованность как властей городов, так и их жителей в новых подходах к городскому планированию, при котором во главу угла ставится не только экономический рост, но и улучшение качества жизни и социального самочувствия населения. Важной задачей деятельности городских властей становится повышение привлекательности городов не только для ве-