

Для корректного обсуждения каждый тезис должен иметь антитезис. Применительно к ноосфере противоположное понятие можно назвать какосферой. Этот термин требует пояснения. "Какое", по-гречески, - скверный, плохой; "како-биос" - плохо, худо живущий. Какофония - широко известный термин, отражающий нарушение гармонии в музыке - хорошо соответствует тому, что происходит под действием антропогенного пресса в природе. В какосфере природа изменена деятельностью человека настолько, что здесь искажены природные связи и ограничена способность к восстановлению. Наиболее масштабное проявление действия какосферы в природе связано с глобальным изменением химического состава атмосферы и усиленного вследствие парникового эффекта изменения климата. В обывательском словоупотреблении какосфере соответствует "плохая экология".

АНТИПОД НООСФЕРЫ

Г. А. Заварзин

Закономерности развития какосферы составляют отдельную область знания - какологию, связанную с санитарно-эпидемиологическим подходом, если брать человеческую составляющую, и с защитой природы от человека, если учитывать, что природа предоставляет "экологические услуги", которыми обозначили жизнеобеспечивающие функции биосферы. Лишившись "экологических услуг" биосферы, человечество вынуждено будет жить как бы в громадной подводной лодке с автономной системой жизнеобеспечения - техническом воплощении ноосферы в миниатюре.

ЖИЗНЬ В КАКОСФЕРЕ

Есть определенные способы противостояния расширению какосферы, заключающиеся прежде всего в формировании геохимических барьеров между биосферой и антропосферой. На этих барьерах происходят процессы самоочищения - либо самопроизвольные, либо стимулированные созданием человеком разного рода очистных сооружений. В них главным действующим агентом выступает микробное сообщество, разлагающее продукты деятельности человеческого общества в простые вещества, которые могут вписаться в



ЗАВАРЗИН Георгий Александрович - академик, заведующий отделом Института микробиологии РАН.

круговорот веществ в биосфере. Очистные сооружения могут служить моделью микробных процессов самоочищения в контролируемых условиях, но очень искаженных по сравнению с природными.

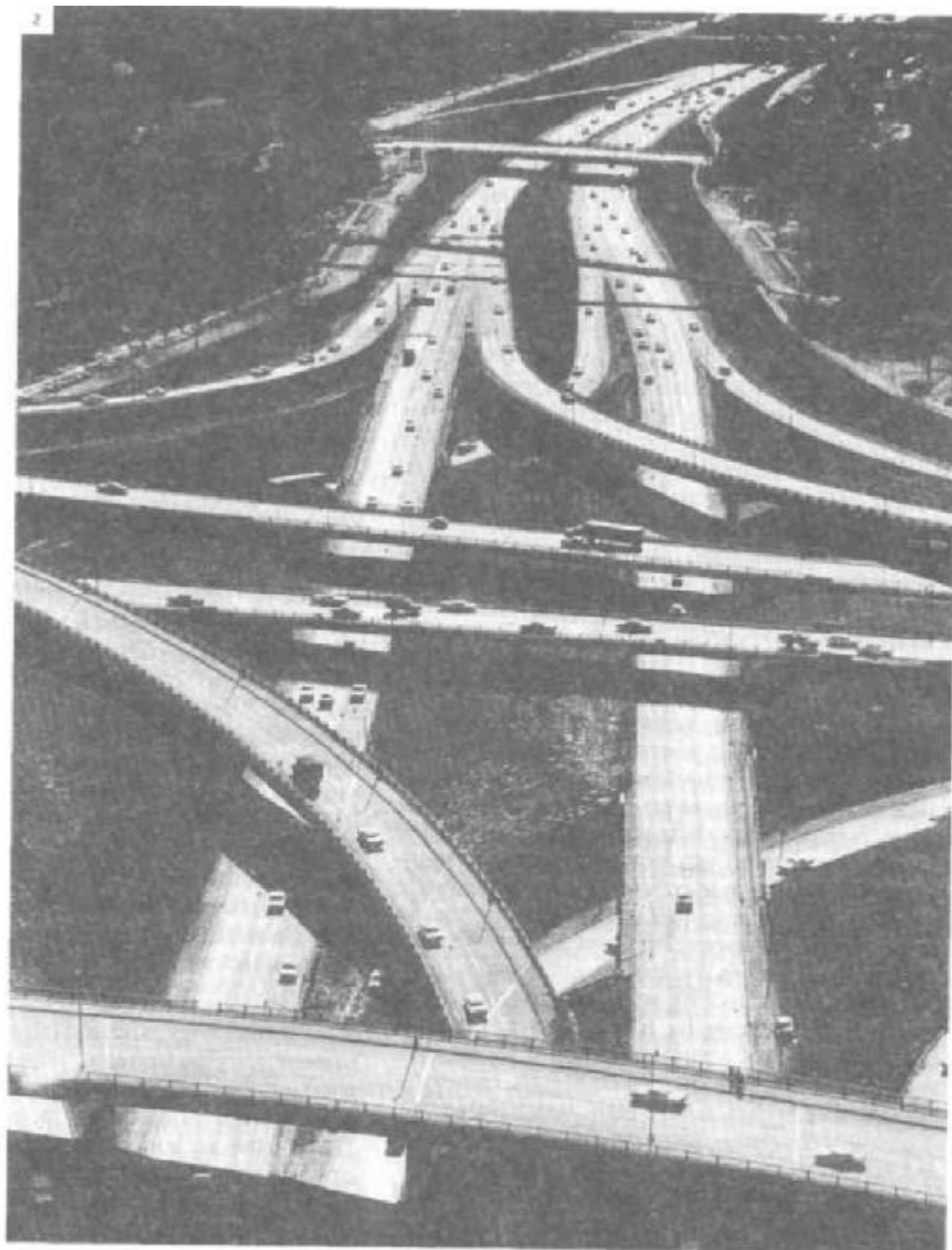
Какосфера зависит от притока извне вещества и энергии. Предоставленная сама себе, она склонна к самоотравлению и потому не представляет собой автономной экосистемы, способной к длительному самостоятельному существованию. Ее развитие носит экспансионистский характер, неизбежно связанный с ограничением числа вовлеченных в нее видов.

Наиболее наглядный пример какосферы - урбанизированная популяция человека, растущая в основном за счет миграции извне, а не за счет саморазмножения. Воспроизведение в урбанизированной популяции снижается преимущественно по социальным и психологическим причинам. Планирование семьи по мере улучшения здравоохранения выводит урбанизированную популяцию из процесса естественного отбора благодаря выживанию почти всех родившихся. К тому же усиливается демографическая нагрузка из-за увеличения продолжительности жизни. Тенденция вымирания в западной цивилизации связана с противоестественным провозглашением равенства полов и нарушением "железного закона" Лассаля, по которому заработок работника должен быть втрое выше индивидуального прожиточного минимума для поддержания семейной ячейки в период выращивания детей. Поскольку заработок одного работника оказывается недостаточным, женщины репродуктивного возраста вовлекаются в социальную сферу, и десятилетие, необходимое для воспроизводства, теряется на карьеру, понимаемую как качество жизни. Рождение ребенка становится опытом, который не следует повторять. Таким образом, расширяющая-



Движение назад, к "заднему горизонту", имеет то преимущество, что позволяет точно знать его результаты. В какосфере примером такого движения могут быть Соединенные Штаты Америки, охарактеризованные американцем П. Блейком как "собственная помойка Господа Бога". Из одноименной книги Блейка (God's Own Junkyard. N.Y. - Chicago - San Francisco: Holt, Rinehart and Winston, 1964) взяты публикуемые здесь фотографии

а - стоянка в Лонг Айленде, *б* - здания в Нью-Йорке, *в* - после пикника, Нью-Мехико, *г* - транспортная развязка в Детройте, *д* - американский ландшафт 1960-х годов, Нью-Джерси



ся какосфера играет роль регулятора численности человечества по мере усложнения отношений в социальной сфере и увеличения числа потребителей относительно числа производителей. Развитые страны достигли наивысшей степени экспансии какосферы, а развивающиеся - стремятся к ней.

Захватывая биосферу, какосфера трансформирует географический покров планеты. Нагляднее всего о степени трансформации можно судить по плотности дорожной сети. В ячейках сети происходит превращение биоценозов в агроценозы с полным изменением системы биотических отношений в них. Агроценозы представляют собой искусственно поддерживаемые моновидовые экосистемы, продукция которых вывозится за их пределы. Продуктивность агроценозов поддерживается только за счет дополнительного внесения биогеофенов. Она может быть значительно повышена, что приводит к сокращению площади агроценозов, однако при этом необходимы дополнительная энергия для обработки почвы и внесение удобрений. В рамках большей системы это означает использование иных природных ресурсов, прежде всего из невозобновимых источников.

Ценность земельных угодий определяется их плодородием, ставшим основным критерием в почвоведении. Почва с растительным покровом составляет основу ландшафтной оболочки планеты, где наиболее интенсивно проходят биотические процессы продукции и деструкции. При оценке почвы по плодородию исключаются ее биосферные функции, связанные с формированием состава воздуха и континентальных вод. Эти функции осуществляются преимущественно ландшафтами, не подвергшимися испытанию на плодородие, например лесными. Из 750 млн. га пригодных к культивированию земель в развитых странах 600 млн. находятся в агроценозах, а в развивающихся странах соответственно 1600 млн. га потенциально осваиваемых и 900 млн. находящихся в сельскохозяйственном обороте. Резерв оценивается в 1400 млн. га лесных земель с предсказуемыми тяжелыми экологическими последствиями их использования [1].

Какосфера захватывает и литосферу, которая трансформируется под действием экзогенных геологических процессов [2]. В глобальном масштабе важны потоки минеральных материалов из одних стран в другие [3]. Верхняя граница какосферы выходит за пределы биосферы, о чем свидетельствует наличие "космического мусора" в ближнем космосе. Нижняя граница какосферы определяется не только глубиной горных выработок, но и сбросом отходов в глубокие слои.

КАКОСФЕРА И СОЦИОСФЕРА

Какосфера отличается от социосферы (антропосфера) - части географической оболочки, включающей наряду с человечеством и природ-

ный ландшафт, - дезорганизацией связей в природной среде. Она отличается и от ноосферы. Область разума (ноосфера) характеризуется противоречивостью идей: здесь каждое новое положение вызывает свою антитезу и протестную психологическую установку. В результате сменяются доминанты в общественном сознании, и сфера разума находится в состоянии постоянной неустойчивости. Характерное время для смены доминант - десятилетие, за которое возникает и уходит в забвение мода. Срок этот обусловлен сменой поколений и их становлением. Поддержание умственной неустойчивости и противоречивого разнообразия идей обозначают как либерализм, исторически предшествующий фазе неустойчивости в существовании популяции.

Анализ закономерностей развития какосферы с целью ее осознанной регуляции начался давно. В период ускоряющегося роста населения Т.Р. Мальтус выступил с идеей ограничения численности недостатком пищи. Социально-демографическая посылка трансформировалась в универсальную биологическую, откуда пошли модели типа "хищник-жертва", "продуцент-консумент", "производитель-потребитель". Следствием явилась идея внутривидовой конкуренции особой одной популяции и расхождение популяций как основной движущей силы развития, превратившаяся в универсальное "выживание приспособленных" Г. Спенсера. Выживание есть цель существования каждой популяции в межпопуляционной борьбе. Выживание приспособленных организмов вернулось в социосферу как естественный закон природы.

В приложении к человеку популяции оформились в виде государств. Нация представляет собой определенную популяцию с характерными чертами и, следовательно, национальная идея состоит в выживании популяции, а не отдельных особей. При этом выживание (самозащита) имеет приоритет перед качеством жизни. В XIX столетии идея "выживания приспособленных" воспринята в применении к международным отношениям в стиле С. Родса и к межгосударственным - в стиле Т. Рузвельта, логически продолженных нацизмом. Контраргументом для доминирования мощных наций-государств стало "право наций на самоопределение", то есть дробление на малые этнические популяции вплоть до пределов, не обеспечивающих устойчивости и сохраняющихся в силу неких условностей.

Внутри популяции "борьба за существование", "выживание приспособленных" привели к представлению о примате особи над популяцией. Отсюда развитие какократии - доминирование негодяев. Русское слово "негодяй" означает человека негодного к общественным отношениям, а не просто неспособного к выполнению своих обя-

занностей, как можно подумать. Греческий термин "какократия", предложенный академиком Б.В. Раушенбахом для периода "первоначального накопления капитала" в России, означает правление скверных людей. Обсуждение закономерностей какократии не входит в задачу этой статьи. Здесь важно отметить, что в условиях какократии примат интересов индивидуумов вызвал безоглядное использование природных ресурсов в целях отдельных группировок и усугубил отрицательные свойства какосферы. Экодемагогия периода перестройки сменилась в России мотивировкой - сначала преодолеем кризис, а потом будем говорить об экологии - и привела к наглядному слиянию расхищения природы и ее охраны в одном ведомстве.

Сохранение популяции обусловлено кооперативными взаимодействиями в ней. Особь, действующая во вред популяции, есть негодяй. Нарушение особью законов, обеспечивающих устойчивость популяции, рассмотрел Ф.М. Достоевский в "Преступлении и наказании", а субпопуляций - в "Бесах". В последнем произведении кратко изложена и проблема "малого народа", но не по отношению к евреям, как у академика И.Р. Шафаревича или академика А.И. Солженицына, а к остзейцам в Российской империи, что доказывает универсальность проблемы.

Устойчивость развития определяется выживаемостью, то есть поддержанием численности за счет размножения, и сохранением деятельной части популяции в течение возможно более длительного времени. Устойчивость означает консервативный принцип, реализуемый во времени, по возможности длительном, как антитеза революции или радикальной перестройки системы. Развитие предполагает адаптацию консервативной системы к меняющимся условиям. Она не может быть осуществлена за счет увеличения продолжительности жизни и превращения популяции в группу струльдбругов (Д. Свифт), иммунная система которых и выключение механизмов апоптоза исключают естественную смерть, но не старение и потерю трудоспособности.

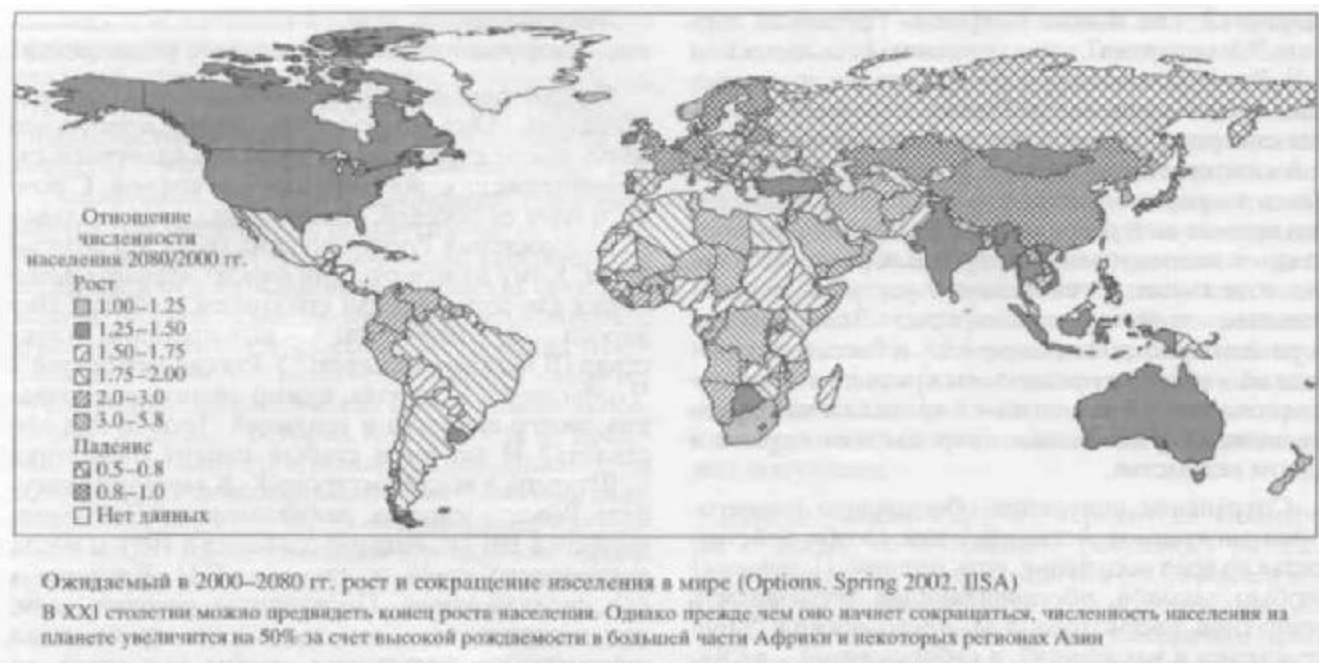
Применение какологии к межпопуляционным отношениям в обществе имеет широкие прикладные аспекты. Их можно иллюстрировать сказкой. В лесу жил великан. Люди говорили, что он очень страшный и злой, потому что живет не как они. И стали люди говорить великану: выруби свой лес, а то нам тебя не видно и будешь жить как мы. Вырубил лес великан, и увидели люди, что он не страшный, а глупый и растерянный, сам не знает, что делать и ждет советов. Стали ему советовать. Что ни посоветуют, то он и делает. Хиреет великан от советов, но все еще большой, хотя от него все, что удалось, пооткусывали. Что бы такое ему посоветовать, чтобы великана совсем не было?

Теперь приведу пример сознательной какологии - разрушение системных связей у оппонента.

Россия демонстрирует необычайную жизнестойкость. Она возродилась после Брестского мира, после страшной разрухи гражданского самоничтожения, после разорения войной. С точки зрения ее соседей, возможность национального возрождения России должна быть предотвращена. Кому нужен русский народ? Меньше всего помех для соседей, если его совсем не будет. Нет народа - нет государства - нет проблем. Александр III был прав, сказав: "У России нет друзей". Чтобы не было народа, нужно лишить его сознания своего единства и традиций. Только как это сделать? И все-таки старый рецепт опричника Г. Штадена и высокоумного К. Клаузевица погубить Россию изнутри, реализованный Э. Люден-дорфом в 1917 г., еще раз сработал в 1991-м после внутреннего удара со стороны Б.Н. Ельцина и его сподвижников. Проектанты рассчитывали, что десятилетия - максимального срока, пока опомнятся, - достаточно, чтобы подорвать не только экономическую систему, но и получить новое поколение людей иного качества.

Итак, чтобы не было народа, нужно лишить его сознания единства, а россыпь - частично подавить, частично ассимилировать. Для этого нужно прежде всего устранить внутренние связи, раздробить единую территорию, разорвав транспортную систему. Империя Чингисхана держалась, пока работала ямская система. Затем лишить народ единой идеологии. Люди не должны иметь веры в свою нацию, образования, средств для развития знаний в век технологии, когда продолжает работать тезис французского министра (П. Пенлеве), сформулированный в конце Первой мировой войны: "Техника решает все". Качество населения должно быть снижено, должна быть разрушена вся цепочка от начального образования до академической элиты. Только тогда четко поставленная цель - Россия больше никогда не сможет противиться нам (решение Совета безопасности США NSC 20/1) - будет достигнута. Все ли делается для этого?

Устойчивость нации определяется демографией и территорией. Территория современной России достаточна, но открыта извне. С демографией в России дело обстоит так же плохо, как в развитых странах Европы, а учитывая плотность населения, - много хуже (см. карту на с. 632). Иммиграционный вариант с перевоспитанием прошлого элемента в веру в национальные ценности, как в США, в России отвергнут из-за недостатка рабочих мест в производительной сфере. Несмотря на миллионы этнических соотечественников на территории бывшего СССР, в России используются гастарбайтеры, равнодушные к национальным интересам страны. Для русских же опти-



мальным с точки зрения минимума труда и максимума выгод (материальных и социальных) оказывается положение охранника.

В период первоначального накопления капитала (какокрагии) экологические проблемы уходят на задний план. К чему это ведет, показывает пример США 1920-х годов, когда понимания экологических проблем еще не было. Результаты их забвения ныне хорошо известны, и отговариваться незнанием или неспособностью предвидеть последствия - нельзя.

КАКОСФЕРА И БИОСФЕРА

Развитие собственно какосферы и ее взаимодействие с биосферой имеет своей основой спонтанный естественный процесс. Противодействовать ему можно определенными техническими решениями, например, создать замкнутую систему жизнеобеспечения, получающую извне только энергию. Реальная какосфера существует за счет биосферы. Из нее в какосферу поступают воздух, вода, пища, материалы, из какосферы в биосферу выносятся испорченный воздух (избыточные парниковые газы по отношению к природному балансу), сточные воды, бытовые отходы, отходы промышленного производства. Все это, скверное для человека, на обывательском жаргоне именуется "экологией", то есть научный термин "экология" потерял свое биологическое значение и сравнялся с рассматриваемой здесь ка-кологией.

Принципиальное понятие для какосферы - биогеохимический барьер, в данном случае зона

между природной средой и нарушенной воздействием человека. Биогеохимический барьер поддерживается деятельностью микроорганизмов, катализирующей превращение чужеродных веществ (ксенобиотиков) в переходной зоне между двумя ландшафтами. Зона превращения сужается из-за роста микроорганизмов, пропорционального поступлению веществ, которые используются ими как питательные субстраты, и интенсификации процессов превращения. Примером может служить просачивание нефти во влажную аэробную среду и окисление нефти микроорганизмами. Самоочищение биосферы от нефтяных отходов было великолепно продемонстрировано В.О. Таусоном, наблюдавшим вначале 1930-х годов в Закавказье разложение нефтяной пленки [4]. Его исследования разложения парафинов микробами развернулись в наукообразную отрасль биоремедиации.

Общий принцип создания геохимического барьера - интенсификация микробных процессов. Микробиология какосферы, противопоставляемая природоведческой (естественной) микробиологии, включает разделы, обычно рассматриваемые под названием "экологии микроорганизмов", или "микробиологии окружающей среды". Сюда относятся: бактериальная подготовка воды и очистка сточных вод, обработка абгаза, биогеотехнология, биоремедиация.

Способность микробиоты трансформировать ксенобиотики называется самоочищающей способностью почвы или воды. Проблему удобнее рассмотреть на примере воды - наиболее значимом источнике опасности здоровью.

К общей микробиологии относится биосферная область водопользования "от водосбора до

водозабора". В системе водопользования вода не расходуется. Водопотребление связано с забором воды из водных объектов, которое включает водоподготовку (физическая и химическая очистка воды и инженерная интенсификация процессов, осуществляемых микробными сообществами) и транспортировку воды к потребителю. На качество воды влияют время пребывания в водотоках и материал инженерных сооружений, прежде всего труб и резервуаров, в которых идет микробная коррозия. Наконец, непосредственно перед употреблением воду обеззараживают, чем занимается санитарная микробиология. Для санитарной и технической микробиологии водоснабжения важны некоторые разделы общей микробиологии. Естественно, что области компетенции разделов микробиологии перекрываются, и санитарные микробиологи не допускают потребления воды из сильно загрязненных природных источников. Задача питьевого водоснабжения - подача чистой по химическим и бактериологическим показателям воды и выполнение требования ее "стерильности" со стороны потребителя. Такая "мертвая" вода полностью лишена способности к самоочищению. Более того, побочным эффектом усердного химического обеззараживания, например хлорирования, может быть нарушение микрофлоры в организме потребителя.

В водоснабжении происходит забор природных ресурсов из биосферы. По данным Минпромнауки РФ, в 2000 г. в России забор воды составил 86 км^3 , из них 67 км^3 свежей воды, в том числе 80% из поверхностных источников. На производственные нужды используется 58% воды, на хозяйственно-питьевые - 20%, на орошение и сельскохозяйственное водоснабжение - 16%. В равнинной России водоснабжение городов, особенно крупных, основано преимущественно на использовании легко уязвимых поверхностных вод, поэтому для них приходится создавать несколько независимых источников, включая резервные. Доля подземных вод в балансе питьевого водоснабжения составляет для городского населения 37%, а для сельского - 83%.

Возрастающий уровень микробного загрязнения поверхностных источников питьевого водоснабжения требует решения вопросов очистки и обеззараживания воды. Самоочищение поверхностных вод происходит на площади водосбора. Типичным примером биогеохимического барьера, или экотона, может служить полоса лесной растительности вдоль водотока, которая давно отнесена к водоохраным зонам. На протяжении 200-300 м полосы происходит очистка поверхностного стока. Однако именно эта полоса особенно привлекательна в рекреационных целях. В результате одной из важных причин загрязнения поверхностных вод стала массовая застройка водоохраных зон, прежде всего прибрежных полос. Между тем их санитарная значимость несо-

вместима ни со строительством коттеджей, ни с организацией зон массового отдыха, тем более дикого, расширившегося с автомобилизацией населения в последние годы. Главной мерой по улучшению состояния источников водоснабжения следует считать пресечение деятельности, нарушающей санитарный статус водоохраных зон. Здесь должны действовать драконовские запретительные меры со стороны государства, представляющего интересы общества, а не избранных особей.

Основными источниками загрязнения поверхностных вод в России служат: городские и поселковые системы канализации, отвечающие за 60% загрязненных вод; крупные животноводческие комплексы со стоком $800 \text{ млн. м}^3/\text{год}$; промышленные предприятия с специфическими стоками, загрязненными токсикантами, тяжелыми металлами. Внедрение на промышленных предприятиях оборотного водоснабжения со сбросом воды выше точки забора вынуждает их строить очистные сооружения, приспособленные к особенностям производства. Падение производства в России способствовало некоторому улучшению качества природных вод.

Самоочищение водотоков - один из способов самозащиты биосферы от какосферы. При поступлении загрязненных органическим веществом вод в водотоки в них создаются зоны последовательного разложения органического вещества, связанные со сменой микробного бентоса. Зоны загрязнения, или сапробности, начинаются с наиболее загрязненных полисапробных вод и заканчиваются очищенными олигосапробными. Зоны сапробности легко проследить по течению в канаве стоков от маломощного источника загрязнения вроде скотного двора. Каждой зоне свойственны свои доминантные сообщества с индикаторными микроорганизмами. Ими были избраны опознаваемые под микроскопом протесты. Однако они доминируют лишь на заключительном этапе очистки от химических веществ в пищевой цепи, которую осуществляют бактерии. Очистку от бактерий и взвешенного детрита ведут бактериотрофные протисты.

Примером активной защиты биосферы от какосферы служит очистка сточных вод. Для локальных источников загрязнения задача решается путем строительства очистных сооружений, для диффузных, например сельскохозяйственных стоков с занимающих площади водосбора полей, - созданием природоохраных полос. В обоих случаях действующим началом выступает микробное сообщество. Для городских сооружений используются аэробные аэротенки, для переработки осадков сточных вод - анаэробные метантенки. В аэротенках за счет усиленной энергоемкой аэрации органическое вещество стоков перерабатывается в CO_2 и микробную биомассу активного ила. Вместе с неразложившимися остатками осадки поступа-

ют в анаэробные метантенки. Последние хороши и для прямой переработки концентрированных стоков растворенных веществ, например в пищевой промышленности, позволяя получать биогаз и сильно сокращая количество микробной биомассы, требующей удаления. В очистных сооружениях микробное сообщество страдает от залповых сбросов токсикантов, в водоохраных зонах - от всякого рода "цидов" и смыва удобрений. Находясь под воздействием этих факторов, оно представляет собой приспособившееся к условиям какосферы природное микробное сообщество с сильно искаженными трофическими связями.

ГЛОБАЛИЗАЦИЯ КАКОСФЕРЫ

Деятельность человека приводит к созданию антропогенных геологических тел. При норме 200 кг/год твердых бытовых отходов на горожанина вокруг городов создаются полигоны этих отходов и свалки, занимающие депрессии. В них протекают интенсивные микробные процессы, затухающие примерно через 30 лет после того, как закончился сброс отходов и когда свалка с миллионами тонн отходов - антропогенное геологическое тело - засыпана. Микробные процессы в этих геологических телах вызывают не только загрязнение воздуха, с которым можно бороться с помощью аэробного бактериального фильтра, образующегося в рыхлой почве над свалкой, но и загрязнение грунтовых вод. Во всех случаях работают многовидовые микробные биопленки, закрепленные на субстрате-носителе. Еще более масштабный пример какосферы являет горнодобывающая промышленность, отвалы которой достигают миллиардов тонн. В них происходит микробное окисление сульфидов с формированием кислых "купоросных" шахтных вод и выносом тяжелых металлов.

Какосфера охватывает и сельскохозяйственное производство, превращающее природные ландшафты в агроценозы. Это производство неразрывно связано с существованием человечества трофической цепью. Для пропитания возрастающего населения есть две стратегии: экстенсивного (освоение целины) и интенсивного развития. Последствием первой стало опустынивание, а в глобальном масштабе - изменение цикла углерода, вызванное сокращением накопления гумуса, как это произошло после распашки степей в Новороссии и прерий в США в XIX столетии. Интенсивное развитие ведет к локальному загрязнению, обусловленному избыточным применением удобрений и физиологически активных веществ. Поэтому доведением до абсурда логики "зеленых" было бы уничтожение человечества или переход к первобытному собирательству, а желательным результатом — "экологически чистое земледелие", хотя с биосферной позиции оно в принципе невозможно. Выход из противоречия

ищут в компромиссе, так называемом "устойчивом развитии" (человечества). Прежде всего оно должно распространяться на сельское хозяйство, однако в наиболее концентрированной форме проявляется в промышленном производстве.

Еще одно свидетельство глобализации какосферы - изменение химического состава атмосферы и связанное с ним изменение климата. Относительно причин изменения климата могут быть разные точки зрения, но нет сомнения, что парниковый эффект зависит от состава атмосферы, который находится под контролем положительной обратной связи со стороны биоты и в прошлом был вне воздействия какосферы [5]. Теперь же ее вклад в глобальные потоки парниковых газов в атмосферу с наземных территорий - около 10%. В природном потоке парниковых газов, не связанных с дыханием первичных продуцентов растений, 90% обусловлено деятельностью микроорганизмов-деструкторов, поскольку вклад животных очень мал. Если считать, что потоки парниковых газов с наземных территорий близки к потокам газов через поверхность океана, то окажется, что 5-7%-ное искажение состава атмосферы, вызванное промышленной эмиссией, достаточно для глобализации действия какосферы.

По данным межправительственной комиссии IPCC (Intergovernmental Panel of Climate Change), в 1997 г. концентрация CO_2 в атмосфере составила 367 ppш, достигнув самого высокого значения за 420 тыс. лет, для которых имеются данные по ледовым кернам Антарктиды. В доиндустриальную эпоху она удерживалась на уровне 280 ± 10 ppш. Ежегодный прирост за последние десятилетия равнялся 1.7 ppш, что соответствует 3.3 млрд. т С. Этот прирост согласуется с падением содержания O_2 , оцениваемым по отношению O_2/N_2 в атмосферном воздухе. Между годами наблюдается высокая вариабельность и, например, в 1998 г. возрастание CO_2 в атмосфере составило 6 млрд. т С. Причина этой вариабельности неясна и чаще всего объясняется явлением Эль Ниньо в Тихом океане. Согласно оценке IPCC, рост содержания CO_2 обусловлен в первую очередь сжиганием топлив, продуцировавшим в 1990-х годах $6.3 + 0.4$ млрд. т С ежегодно. Из них в атмосфере оставалось 3.3 ± 0.1 млрд. т С в 1980-х годах и 2.9 ± 0.1 млрд. т С в 1990-х. В эти годы индустриальная эмиссия CO_2 на территории России сократилась до 0.6 млрд. т С.

Наземный сток CO_2 определяется балансом между ассимиляцией растительным покровом и выделением при органотрофном разложении мортмассы. При повышении CO_2 ассимиляция усиливается за счет изменения сопротивления устьиц растений и фотоассимиляции. IPCC сделало вывод, что эффективность наземного стока зависит от перехода органического углерода в формы с длительным временем пребывания, то есть в древесину и консервативные формы почвенного углерода в гумусе. Увеличенная концентрация ат-



Влияние климатических изменений на производство зерна в мире (Options, Spring 2002, IISA)
 Прогнозируемые изменения климата по-разному скажутся на урожае зерновых в разных странах

мосферного CO_2 приводит в полевых экспериментах к росту содержания $\text{C}_{\text{орг}}$ в почве на 30%, при этом повышается эффективность использования воды растением.

На континентах, служащих источниками индустриальной эмиссии, в 1990-х годах поглощалось 1.0 ± 0.6 млрд. т С. Таким образом, естественное связывание CO_2 превышало эмиссию от индустриальных источников и землепользования. Поглощение CO_2 на континентах происходит в Северном полушарии к северу от 30° с.ш., то есть в широтной зоне, где расположена Россия. Величина поглощения здесь оценивается от -1.8 до -0.7 млрд. т С в год в 1980-х годах и несколько выше - в 1990-х. При этом наблюдается резкий сезонный ход концентрации атмосферного CO_2 с минимумом летом при максимальной амплитуде сезонных колебаний на севере. Тропический пояс от 30° с.ш. до 30° ю.ш. нейтрален, колебания обмена составляют от -1.3 до +1.1 млрд. т С, то есть растительность поглощает примерно столько же CO_2 , сколько освобождается при деградации органического вещества. Остаточный наземный сток в 1.8 млрд. т С в год определяется как "неизвестный сток".

Углеродный баланс России примерно соответствует ее территориальной доле в глобальном балансе [6, 7]. Положительный баланс углерода на территории нашей страны следует из прямого наблюдения накопления $\text{C}_{\text{орг}}$ в почве и торфах, а также в древесине. Легенда о "тропических лесах легкой планеты" в научном смысле представляет собой анахронизм.

Ландшафты России относительно мало изменены по сравнению с другими странами, но степень их изменения прямо зависит от плотности населения и, следовательно, непосредственно

воздействует на национальную популяцию. Кстати, предполагаемое изменение климата, по расчетам, приведет к выигрышу в сборе зерновых для США, России, Китая (см. карту). Для России выигрыш к 2080 г. оценивается в 20-50%, для США - от -5 до +5%, для Китая - 5-20%, разумеется, с очень большой разницей по районам [1].

Расчеты IPCC, UNEP (Union Nations Environmental Programm) и других международных агентств дают представление о глобализации какосферы и ее угрозе существованию человечества. Относящиеся к проблеме документы подробно проанализировал академик К.Я. Кондратьев [8]. Осознание масштабов превращения человечества в ядро какосферы потребовало кооперативных международных политических действий вплоть до конференций Рио-92, Рио+10 в Йоханнесбурге, хотя в настоящее время политика, как и всегда, сконцентрирована на межпопуляционной борьбе и противостоянии Севера и Юга. Внутрипопуляционная борьба, обусловленная антиобщественными действиями, обостряется в периоды перестройки, будь то революция или скоротечная эволюция.

Рассматривая какосферу как область дисгармоничного развития, мы предполагаем, что биосфера находится в области гармоничного развития со сбалансированными связями. Такое допущение, в наивном виде высказываемое "зелеными", не всегда соответствует действительности. Внутренние природные процессы могут привести в относительно короткие промежутки времени к дисгармонии в локальном масштабе, а в длительные - к биотическим катастрофам, хорошо описанным в палеонтологии. Примером природной дисгармонии может служить внезапное избыточное размножение какой-либо популяции, например вре-

дителей леса, или разрушение экосистемы в результате вторжения в нее чужеродного вида. Эволюция систем сопровождается кризисами разного рода, но в какосфере актуально возникновение кризиса в связи с деятельностью человека [9]. Все вышеизложенное заставляет с серьезностью отнестись к какологии как области знания, не смешивая ее ни с экологией, ни с природоведением. Какология изучает нарушения систем, природных и социальных, ведущих к искажению сбалансированных связей в них, к дисгармонии. Единственное, что помешает признанию какологии в качестве самостоятельной научной дисциплины, взявшей на вооружение системный подход, - это неблагозвучие названия специалиста в столь важной научной дисциплине.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Fischer G., Velthuisen van H., Shah V., Nachtergaele F.* Global agro-ecological assessment for agriculture in 21st century: methodology and results. IASA-FAO, 2002.
2. Опасные экзогенные процессы / Ред. Осипов В.И. М: Геос, 1999.
3. *Заварзин Г.А., Пегое С.А.* Геополитические аспекты глобальных изменений // Вестник РАН. 1996. №2.
4. *Таусон В.О.* Великие дела маленьких существ. М.: Изд-во АН СССР, 1948.
5. *Заварзин Г.А., Котляков В.М.* Стратегия изучения Земли в свете глобальных изменений // Вестник РАН. 1998. №1.
6. *Заварзин Г.А.* Роль биоты в глобальных изменениях климата // Физиология растений. 2001. № 2.
7. Круговорот углерода на территории России / Ред. Лаверов Н.П., Заварзин Г.А. М, 1999.
8. *Кондратьев К.Я.* Глобальные проблемы // *Кондратьев К.Я., Донченко В.К.* Экодинамика и геополитика. Т. 1. СПб., 1999.
9. *Арманд А.Д., Люри Д.Л., Жерихин В.В. и др.* Анатомия кризисов. М.: Наука, 1999.