

Пилотируемая космическая станция как обучающая модель в экологическом образовании школьников

С. Н. РЕВИН

(ЦЕНТР ПОДГОТОВКИ КОСМОНАВТОВ ИМ. Ю. А. ГАГАРИНА, Г. МОСКВА;
МОСКОВСКИЙ ГУМАНИТАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ)

Статья посвящена проблеме совершенствования экологического образования школьников на основе их приобщения к космическим технологиям жизнеобеспечения. Раскрываются возможности формирования экологических знаний на примере изучения пилотируемой космической станции как обучающей модели экологического образования.

Ключевые слова: экологическое образование, экофильное сознание, метод моделирования, пилотируемая космическая станция, экосистема, системы жизнеобеспечения.

Состояние экологического образования в современной школе требует существенного повышения эффективности содержания, форм, методов и средств обучения. Видные ученые и педагоги отмечают рост потребительского, иждивенческого, расточительного и порой бездумного отношения к природе со стороны подрастающего поколения. У многих вчерашних и сегодняшних школьников отсутствуют элементарные представления об основных механизмах и процессах биосферы Земли, не говоря уже о целостных, системных экологических знаниях. Специалисты признают, что система экологического образования далека от совершенства.

Как показывает практика, начавшийся два десятилетия назад процесс экологизации школьного образования до сих пор сводится в основном к механическому и эпизодическому внедрению отдельных экологических понятий и тем в корпус дисциплин естественнонаучного цикла и носит зачастую весьма абстрактный наукообразный характер, слабо отвечающий насущным вопросам экологии и жизненным интересам школьников. Сама парадигма экологизации образования, в том виде, в каком она сложилась сегодня, направлена преимущественно на формирование грамотного природопользователя и не связывается с задачами природосбережения (Зверев, 1993). При этом в методике преподавания доминирует традиционная объяснительно-иллюстративная технология, не требующая личностного, деятельного включения обучаемых в процесс постижения основных экологичес-

ких закономерностей и процессов. Как результат, ученые констатируют, что большинство учеников не видят и не чувствуют связи между их самочувствием, здоровьем, безопасностью и процессами, происходящими в природной среде.

Сегодня назрела необходимость перехода от природопользовательской ориентации экологического образования к *экофильной* парадигме, в центре которой находится живое соучастие человека и природы, человечества и биосферы Земли (и Космоса) как части в целом. Необходимо преодолеть антропоцентрическую идеологию, согласно которой все живое, в том числе и человек, есть результат случайных процессов, произошедших некогда на мертвой планете, существующей в безжизненном космосе (Ситаров, Пустовойтов, 2000). Исходя из этой картины мира, никакого смысла человеческой жизни, кроме максимального удовлетворения потребностей, найти просто невозможно. Человеку позволено все, он не несет никакой ответственности ни перед кем. Да и нет того, перед кем он мог бы нести ответственность или кто бы спросил его за содеянное. За добро нет награды, а за зло — наказания. Нет смысла быть хорошим и копить нравственные качества, ведь все это мешает потребительскому принципу, а после смерти исчезнет без следа. Такое мировоззрение неминуемо ведет к деградации человека и гибели всего живого.

Экофильное сознание и культура исходят из того, что *наша планета есть не безжизненная глыба мертвой космической материи,*

а живой организм, имеющий сложную самоорганизующуюся структуру. Еще в 1993 г. геофизики открыли наличие информационного поля Земли, в котором в виде голограмм хранится информация о ее прошлом, настоящем и даже будущем. Человек не исчезает бесследно в хаосе, а навсегда вписывается в это поле. Тот факт, что человек есть не только вещественное тело, подтверждается исследованиями новых наук: квантовой генетики, биоэнергетики, космобиоритмики, полевой медицины и др. Вывод этих открытий один: человек (и человечество) — это часть бесконечного жизненного потока планеты Земля, которая есть высоко развитый организм, объединенный с другими космическими объектами и со всей Вселенной в единое целое.

Обучение экологии в русле экофильной парадигмы сопряжено с рядом трудностей объективного дидактического порядка. Они обусловлены тем, что экологические знания носят глобальный характер, а усвоить их нужно ученикам на индивидуальном уровне, что требует определенного мастерства и искусства педагога. Масштабность и многоплановость экологических процессов затрудняют возможность их быстрого восприятия школьниками в целостном виде. Кроме того, во временном плане экологические процессы занимают довольно длительные периоды, что делает сложным осознание неизбежности и неотвратимости их влияния на собственную жизнь и здоровье.

В этой связи возникает проблема обеспечения доступности, наглядности, связи с жизнью и личным существованием в экологическом образовании школьников. Для адекватного формирования экологических знаний необходима локализация и миниатюризация экологических процессов с тем, чтобы свернуть их в пространстве и одновременно сжать время их протекания. В дидактическом плане решению подобного рода проблем служит известный со времен Я. А. Коменского метод аналогии, в частности прием *имитационного моделирования* как разновидность данного метода.

Известно, что сущность моделирования заключается в воспроизведении свойств объекта

познания на специально устроенном его аналоге, модели. *Метод учебного моделирования* широко и прочно вошел в обход педагогической деятельности. Он проявил и зарекомендовал себя как эффективный способ формирования знания-понимания. Не случайно именно работе с учебными моделями младших школьников отдавал предпочтение В. В. Давыдов. Выстраивая свою методику развивающего обучения, он, опираясь на рефлексию учеников, видел в центре обучения процесс овладения теоретическими понятиями как обобщенными способами познавательных действий, т. е. целостного мышления, экологического по своей сути, поскольку в нем осмысливается сам генезис явления или процесса. И здесь свою незаменимую роль сыграл прием дидактического моделирования (Давыдов, 1996).

В дидактическом построении курса экологии в средней школе в качестве опорной обучающей модели, отвечающей содержанию и назначению курса, может выступать *пилотируемая космическая станция*. Поскольку системы жизнеобеспечения станции создавались учеными и инженерами как аналоги земной экосистемы, постольку изучение этих систем открывает школьникам путь к пониманию основных закономерностей и механизмов функционирования процессов, происходящих на Земле, — только в уменьшенном масштабе, в свернутом виде, доступном и убедительном для детского восприятия.

Нашу Землю мы с полным правом можем рассматривать как огромный космический корабль естественного происхождения, совершающий на протяжении вот уже 4,6 млрд лет свой бесконечный орбитальный космический полет вокруг Солнца. Экипаж этого корабля состоит сегодня из 5 млрд человек. Быстро возрастающая численность населения Земли, которая к началу XX в. составляла 1,63 млрд человек, а в начале XXI в. достигает пределов в 6 млрд, лучше всего свидетельствует о наличии достаточно эффективного и надежного механизма жизнеобеспечения человека на Земле.

Еще К. Э. Циолковский предложил создать в космической ракете замкнутую систему кругооборота всех необходимых для жизни эки-

пажа веществ, т. е. замкнутую экосистему. Он считал, что в космическом корабле в миниатюре должны быть воспроизведены все основные процессы превращения веществ, которые осуществляются в биосфере Земли. Однако почти полстолетия это предложение существовало как научно-фантастическая гипотеза.

Что необходимо человеку на Земле для обеспечения его нормальной жизни и деятельности? Вряд ли можно дать краткий, но исчерпывающий ответ: слишком обширны и многогранны все стороны жизни, деятельности и интересов человека. Удовлетворение потребностей человека в пище, воде и воздухе, относящихся к основным физиологическим потребностям, является главным условием его нормальной жизни и деятельности. Однако это условие неразрывно связано с другим: организм человека, как и любой другой живой организм, активно существует благодаря обмену веществ внутри организма и с внешней средой.

Потребляя из окружающей среды кислород, воду, питательные вещества, витамины, минеральные соли, человеческий организм использует их для построения и обновления своих органов и тканей, получая при этом всю необходимую для жизни энергию из белков, жиров и углеводов пищи. Продукты жизнедеятельности выводятся из организма в окружающую среду.

Как известно, интенсивность обмена веществ и энергии в организме человека такова, что без кислорода взрослый человек может существовать лишь несколько минут, без воды — около 10 суток, а без пищи — до 2 месяцев. Внешнее впечатление о том, что организм человека не претерпевает изменений, обманчиво и неверно. Изменения в организме происходят непрерывно. Человек постоянно, в течение всей своей жизни выделяет продукты обмена веществ и тепловую энергию, образующиеся в организме вследствие расщепления и окисления пищи, освобождения и трансформации химической энергии, запасенной в пище. Выделяющиеся продукты обмена веществ и тепло должны постоянно или периодически выводиться от организма, сохраняя количественный уровень обмена в полном соответ-

ствии со степенью его физиологической, физической и умственной активности и обеспечивая баланс обмена организма с окружающей средой по веществу и энергии.

Всем известно, как реализуются эти основные физиологические потребности человека в повседневной реальной жизни: пятимиллиардный экипаж космического корабля «планета Земля» получает или производит все необходимое для своей жизни на основе запасов и продукции планеты, которая кормит, поит и одевает его, способствует увеличению его численности, защищает своей атмосферой все живое от неблагоприятного действия космических лучей.

На современных космических станциях решаются задачи обеспечения экипажа свежей разнообразной пищей, чистой водой и живительным воздухом. Оптимальным решением здесь выступает осуществление внутри ограниченного объема обитаемого космического «дома» полного (или почти полного) круговорота веществ (Космическая медицина..., 1975). Решающая роль в создании круговорота веществ на станциях отводится, как правило, процессам биосинтеза. Функции снабжения экипажа пищей, водой и кислородом, а также удаления и переработки продуктов обмена веществ и поддержания требуемых параметров среды обитания экипажа на корабле, станции и т. п. возлагаются на так называемые *системы жизнеобеспечения*.

Системы жизнеобеспечения космических экипажей представляют собой сложнейшие комплексы. Пять десятилетий космической эры подтвердили достаточную эффективность и надежность созданных систем жизнеобеспечения, успешно отработавших на советских космических кораблях «Восток» и «Союз», американских «Меркурий», «Джемини» и «Аполлон», а также на орбитальных станциях «Салют», «Скайлэб». Продолжается работа научно-исследовательского комплекса международной пилотируемой станции с усовершенствованной системой жизнеобеспечения на борту. Все эти системы обеспечили полеты уже более 500 космонавтов различных стран.

Включение в системы жизнеобеспечения экипажа наряду с многочисленными техниче-

скими устройствами биологических звеньев, функционирование которых осуществляется по сложным законам развития живого вещества, требует качественно нового, экологического подхода к формированию биотехнических систем жизнеобеспечения, в которых достигается устойчивое динамическое равновесие и согласованность потоков вещества и энергии во всех звеньях системы. В этом смысле любой обитаемый космический аппарат представляет собой искусственную экологическую систему.

Обитаемый космический корабль включает как минимум одно активно функционирующее биологическое звено — человека (экипаж) с его микрофлорой. При этом человек и микрофлора существуют во взаимодействии с искусственно созданной в космическом корабле окружающей средой, обеспечивая устойчивое динамическое равновесие биологической системы по потокам вещества и энергии.

Таким образом, даже при полном обеспечении жизни экипажа в космическом корабле за счет запасов веществ и в отсутствие других биологических звеньев обитаемый космический корабль уже представляет собой *искусственную космическую экологическую систему*. Она может быть полностью или частично изолированной по веществу от внешней окружающей среды (космического пространства), однако совершенно исключается ее энергетическая (тепловая) изоляция от этой среды. Постоянный обмен энергией с окружающей средой или по крайней мере постоянный отвод тепла — необходимое условие функционирования любой искусственной космической экосистемы.

Как показывают исследования, с увеличением продолжительности пребывания человека в космосе (до нескольких лет), с ростом численности экипажа и с возрастающей удаленностью космического корабля от Земли возникает необходимость в осуществлении биологической регенерации расходуемых веществ, и прежде всего пищи, непосредственно на борту космического корабля. При этом в пользу биологической системы жизнеобеспечения свидетельствуют не только технико-экономические (массово-энергетические) по-

казатели, но и, что не менее важно, показатели биологической надежности человека как определяющего звена искусственной космической экосистемы.

Существует ряд изученных (и пока неизученных) связей организма человека с живой природой, без которых невозможна его успешная продолжительная жизнедеятельность. К их числу относятся, например, его естественные трофические связи, которые не могут быть полностью заменены пищей из запасов, хранимых на корабле. Как показала практика полетов и проведенные исследования, одного соответствия калорийности пищи установленной норме недостаточно, необходимо, чтобы пища космонавта была максимально разнообразной и свежей.

Открытие французскими биологами способности чистой воды «запоминать» некоторые свойства биологически активных молекул и передавать затем эту информацию живым клеткам, похоже, начинает прояснять древнюю народную сказочную мудрость о «живой» и «мертвой» воде. Если это открытие подтвердится, то возникает принципиальная проблема регенерации воды на космических кораблях длительного функционирования.

В процессе знакомства школьников с системами жизнеобеспечения космического корабля первым делом педагог показывает решение проблемы получения воздуха. Для человека на станции жизненно важен воздух, который имеет биогенное происхождение и обогащен фитонцидами растений. Фитонциды — это постоянно образуемые растениями биологически активные вещества, убивающие или подавляющие бактерии, микроскопические грибы, простейшие. Наличие фитонцидов в окружающем воздухе, как правило, благоприятно для человеческого организма и вызывает ощущение свежести воздуха. Так, например, командир третьего американского экипажа станции «Скайлэб» подчеркивал, что его экипаж с удовольствием вдыхал воздух, обогащенный фитонцидами лимона.

В известных случаях заражения людей бактериями, поселяющимися в воздушных кондиционерах («болезнь легионеров»), фитонциды явились бы сильным дезинфицирующим сред-

ством, а применительно к системам кондиционирования воздуха в замкнутых экосистемах могли бы исключить такую вероятность. Как показали исследования М. Т. Дмитриева, фитонциды могут действовать не только непосредственно, но и косвенно, повышая бактерицидность воздуха и увеличивая содержание легких отрицательных ионов, благоприятно влияющих на организм человека (Дмитриев и др., 1984: 83). Число нежелательных тяжелых положительных ионов в воздухе при этом снижается. Фитонциды, являющиеся своеобразными носителями защитной функции растений от микрофлоры окружающей среды, не только выделяются в окружающий растению воздух, но и содержатся в биомассе самих растений. Наиболее богаты фитонцидами чеснок, лук, горчица и многие другие растения. Употребляя их в пищу, человек осуществляет незаметную, но весьма эффективную борьбу с инфекционной микрофлорой, попадающей внутрь организма.

В экологическом образовании, раскрывая значение для человека биологических звеньев в искусственной космической экосистеме, важно показывать положительную роль высших растений как фактора снижения эмоционального напряжения космонавтов и улучшения психологического комфорта. Все космонавты, которым приходилось выполнять эксперименты с высшими растениями на борту космических станций, отмечали благотворное влияние ухода за ними. Высшие растения нужны космонавтам не только как звено искусственной экологической системы, но как эстетический элемент привычной земной обстановки, живой спутник космонавта в его продолжительной трудной и напряженной миссии.

Обсуждая с учениками проблему обеспечения надежности и безопасности длительных космических полетов, важно подвести их к пониманию решающей роли общения экипажа с природой. Ученые и специалисты отмечают: «Порой неосознанная духовная потребность в контакте с живой природой становится реальной силой, которая подкрепляется строгими научными фактами, свидетельствующими об экономической эффективности и технической

целесообразности максимального приближения искусственных биосфер к природной среде, взрастившей человечество. Попытки изолировать человека от природы крайне неэкономичны. Биологические системы лучше, чем какие-либо другие, обеспечат круговорот веществ в больших космических поселениях» (Газенко и др., 1987: 163).

Одно из принципиальных преимуществ биологических систем в сравнении с небιологическими — это их потенциальная возможность устойчивого функционирования при минимальном объеме функции контроля и управления (Газенко и др., 1990). Это преимущество обусловлено природной способностью живых систем, находящихся в постоянном взаимодействии с окружающей средой, осуществлять коррекцию процессов на выживание на всех биологических уровнях — от единичной клетки одного организма до популяций и биогеоценозов — независимо от степени понимания этих процессов в каждый данный момент человеком и его способности или неспособности (вернее, его готовности) вносить необходимые коррективы в процесс круговорота веществ в искусственной экосистеме.

Степень сложности искусственных космических экосистем может быть различной: от простейших систем на запасах, систем с физико-химической регенерацией веществ и использованием отдельных биологических звеньев до систем с практически замкнутым биологическим круговоротом веществ. Число биологических звеньев и трофических цепочек, а также количество особей в каждом звене, как уже было сказано, зависят от назначения и технических характеристик космического аппарата.

Для применения модели пилотируемой космической станции в экологическом обучении школьников важно ответить на общий исходный вопрос, что является общим для крупных искусственных космических экосистем и естественной биосферной экосистемы. Прежде всего, это их относительная замкнутость, их главные действующие лица — человек и другие живые биоизвенья, биологический круговорот веществ и потребность в источнике энергии.

Замкнутые экологические системы — это системы с организованным круговоротом элементов, в котором вещества, используемые с определенной скоростью для биологического обмена одними звеньями, с такой же средней скоростью регенерируются из конечных продуктов их обмена до исходного состояния другими звеньями и вновь используются в тех же циклах биологического обмена.

Вместе с тем экосистема может оставаться замкнутой и без достижения полного круговорота веществ, необратимо расходуя часть веществ из предварительно созданных запасов.

Естественная земная экосистема является практически замкнутой по веществу, так как в циклах круговорота участвуют только земные вещества и химические элементы (доля космического вещества, ежегодно попадающего на Землю, не превышает $2 \cdot 10^{-14}$ процента массы Земли). Степень участия земных веществ и элементов в многократно повторяющихся химических циклах земного круговорота достаточно велика и, как уже отмечалось, обеспечивает воспроизводство отдельных циклов на 90–98% (Гришин, 1989).

В процессе экологического обучения педагог показывает, что в искусственной замкнутой экосистеме невозможно повторить все многообразие процессов земной биосферы. К этому, однако, и стремиться не следует, так как биосфера в целом не может служить идеалом искусственной замкнутой экосистемы с человеком, основанной на биологическом круговороте веществ.

Ключевым моментом экологического образования на основе обучающей модели МКС выступает формирование у школьников осознания определяющей роли человека в качественных и количественных характеристиках круговорота веществ. Круговорот веществ в искусственных экосистемах осуществляется в конечном счете в интересах удовлетворения потребностей человека (экипажа), который является главным задающим звеном. Остальные биологические объекты — исполнители функций поддержания среды обитания человека. Исходя из этого, каждому биологическому виду в искусственной экосистеме создаются по возможности наиболее оптимальные

условия существования для достижения максимальной продуктивности вида.

В целом пилотируемая космическая станция как обучающая модель позволяет более адекватно обучать экологическим понятиям, поскольку объект изучения (в частности, сама станция как эконоаналог Земли) не поглощает субъект изучения, сознание школьников свободно от его влияния, т. е. ученики рассматривают процессы как бы со стороны. Таким образом, выполняется одно из главных психологических требований формирования понятий — отделение субъекта познания от объекта с тем, чтобы в дальнейшем изучать объект независимо, с разных сторон и в целостном виде. Изучение биосферы Земли напрямую весьма затруднительно потому, что сами школьники и педагог включены в нее непосредственно и не могут ее покинуть, стать как бы над ней, а значит, осмыслить ее целиком. Для того чтобы сделать это, нужно покинуть планету, увидеть ее со стороны. Вот почему все космонавты, побывав в космосе, т. е. ощутив на себе состояние оторванности от родной планеты и в то же время рассматривая ее со стороны вблизи, проникаются чувством глубокой любви и заботы о ней и становятся по прибытии на Землю настоящими экофилами.

В образовательной ситуации в случае использования пилотируемой космической станции в качестве обучающей модели мы имеем тот же процесс, только с обратной стороны: происходит удаление не учеников, а объекта изучения, т. е. биосферы от субъектов познания, она перемещается на станцию. И в этом случае достигается тот же эффект оторванности субъекта и выхода из лоно объекта в позицию независимого исследователя-экспериментатора. Экосистема МКС представляется как своего рода зеркало, в которое может заглянуть ученик и увидеть биосферу и себя в ней в целостном и завершеном виде. Кроме того, он может не просто заглянуть, но и включиться в жизнь на станции посредством идентификации с космонавтом. Он может ощутить себя в роли жителя станции, попробовать справиться с задачами полета и обеспечения жизнедеятельности, а главное — почувствовать хрупкость, уязвимость, уникаль-

ность самой экосистемы и осознать ведущую роль человека в ее функционировании и процветании.

Таким образом, применение метода моделирования в экологическом образовании школьников на базе пилотируемой космической станции представляется достаточно эффективным и перспективным как в дидактическом, так и в психологическом, технологическом, гуманитарно-воспитательном отношениях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Газенко, О. Г. (1990) Обитаемость и биологические системы жизнеобеспечения человека / О. Г. Газенко, А. И. Григорьев, Г. И. Мелешко, Е. Я. Шепелев // Космическая биология и авиакосмическая медицина. Т. 24. №3. С. 12–17.

Газенко, О. Г., Пестов, И. Д., Макаров, В. И. (1987) Человечество и космос. М.: Наука.

Гришин, Ю. И. (1989) Искусственные космические экосистемы. М.: Знание.

Давыдов, В. В. (1996) Теория развивающего обучения. М.: ИНТОР.

Дмитриев, М. Т. (1984) Влияние фитонцидов на ионизацию воздуха / М. Т. Дмитриев, М. П. Захарченко, Э. В. Степанов, Л. Ю. Виснапуу // Гигиена и санитария. №8. С. 82–83.

Зверев, И. Д. (1993) Экология в школьном обучении. М.: Педагогика.

Космическая медицина и биотехнология (1975) : в 3 т. / ред. А. М. Генин, Д. М. Тальбот. М.: Совмест. сов.-амер. изд.

Ситаров, В. А., Пустовойтов, В. В. (2000) Социальная экология : учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений. М.: Академия.

Дата поступления: 15.02.2013 г.

THE MANNED SPACE STATION AS A TRAINING MODEL IN THE ECOLOGICAL EDUCATION OF PUPILS

S. N. Revin

(The Yuri Gagarin Cosmonaut Training Center, Moscow City; Moscow University for the Humanities)
The article covers the problem of the improvement of the ecological education of pupils on the basis of their insight into space technologies for life support. The author reveals the possibilities of the formation of ecological knowledge by the example of a study of the manned space station as a teaching model of ecological education.

Keywords: ecological education, eco-friendly consciousness, method of modeling, manned space station, ecosystem, life support systems.

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATION)

Gazenko, O. G. (1990) Obitaemost' i biologicheskie sistemy zhizneobespecheniia cheloveka / O. G. Gazenko, A. I. Grigor'ev, G. I. Meleshko, E. Ia. Shepelev // Kosmicheskaia biologiiia i aviakosmicheskaia meditsina. T. 24. №3. S. 12–17.

Gazenko, O. G., Pestov, I. D., Makarov, V. I. (1987) Chelovechestvo i kosmos. M.: Nauka.

Grishin, Iu. I. (1989) Iskusstvennyye kosmicheskie ekosistemy. M.: Znanie.

Davydov, V. V. (1996) Teoriia razvivaiushchego obucheniia. M.: INTOR.

Dmitriev, M. T. (1984) Vliianie fitontsidov na ionizatsiiu vozdukha / M. T. Dmitriev, M. P. Zakharchenko, E. V. Stepanov, L. Iu. Visnapuu // Gigena i sanitariia. №8. S. 82–83.

Zverev, I. D. (1993) Ekologiiia v shkol'nom obuchenii. M.: Pedagogika.

Kosmicheskaia meditsina i biotekhnologiiia (1975) : v 3 t. / red. A. M. Genin, D. M. Tal'bot. M.: Sovmest. sov.-amer. izd.

Sitarov, V. A., Pustovoitov, V. V. (2000) Sotsial'naia ekologiiia : ucheb. posobie dlia stud. vyssh. ped. ucheb. zavedenii. M.: Akademiia.

Новые книги

Новый энциклопедизм : материалы конференции Института фундаментальных и прикладных исследований Московского гуманитарного университета 15 февраля 2013 года : сб. науч. трудов [Текст] / отв. ред. Вл. А. Луков, Ч. К. Ламажаа ; Моск. гуманит. ун-т, Ин-т фонд. и приклад. исследований. — М. : Изд-во Моск. гуманит. ун-та, 2013. — 80 с.