



## ВУЗОВСКАЯ НАУКА

**Н.С. ПОПОВ,**

*д. т. н., проф., заведующий кафедрой  
«Природопользование и защита окружающей среды»,  
заслуженный работник высшей школы РФ*

**А.В. КОЗАЧЕК,**

*к. педагог. н., доц. кафедры  
«Природопользование и защита окружающей среды»  
Тамбовский государственный технический университет*

**Ш. ГУСАР,**

*д. философии, к. педагог. н., старший преподаватель  
Словацкий технологический университет, Словакия*

**Н.П. ПЕТРОВА,**

*к. т. н., начальник управления, заслуженный эколог РФ  
Управление по охране окружающей среды  
и природопользования Тамбовской области*

**Л.Н. ЧУКСИНА,**

*к. педагог. н., доц.  
Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина  
E-mail: artem\_kozachek@mail.ru.*

## ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ДЕЙСТВИЯ ГЛОБАЛИЗАЦИОННЫХ ФАКТОРОВ

*Рассмотрены глобализационные факторы, определяющие новые вызовы современного общества к инженеру-экологу. Выделены особенности проектирования содержания профессиональной подготовки инженера-эколога с учетом глобализационных факторов. Предложены модель природопромышленной системы как единой платформа для изучения объектов профессиональной деятельности инженера-эколога и методология работы с такими объектами.*

**Ключевые слова:** содержание инженерно-экологического образования, проектирование, инженер-эколог, глобализация, глобализационные факторы.

### Экология и ее перспективы

Диалектика развития современной цивилизации чрезвычайно разнообразна. Она формируется под влиянием многочисленных геополитических, ресурсных, демографических, экономических, конфессиональных, культурных, нравственных, этических и других противоречий, возникающих на разных уровнях и этапах организации человеческого общества — от популяций и сообществ до биосферы в целом.

Объективные глобализационные процессы, ставшие движущей силой мировой экономики, до предела обо-

стрили взаимоотношения человека с природой и поставили вопрос о выживании *Homo Sapiens* на планете Земля. Анализ причин глобальных изменений климата Земли, снижение биоразнообразия, загрязнение планеты отходами производства и потребления, рост нищеты и заболеваемости людей, нещадной эксплуатации природных ресурсов, углубление экономического и социального неравенства свидетельствуют о необходимости коренного изменения мировоззрения людей на современную парадигму развития цивилизации.

Особую роль в этом должны играть экологические знания, т.к. за тысячелетнюю историю их развития

сформировался фундаментальный научный базис, позволяющий решать многие из вышеназванных глобальных проблем. Образно говоря, экология напоминает вечно растущее, цветущее и одновременно с этим плодоносящее дерево. Сегодня экология стала зрелой фундаментальной наукой жизни — наукой о биосфере и взаимодействии человека и биосферы. Она уверенно перешла на новый этап специализации и интеграции, связанный с комплексным пониманием проблем окружающей среды, управлением состоянием экосистем, эффективным энерго- и ресурсопользованием, экологической безопасностью и др.

Перспективы экологической науки, по оценке Национального научного общества США, должны быть связаны с исследованиями:

- ◆ динамики поведения сложных сообществ;
- ◆ новых свойств экосистем;
- ◆ эволюционно-исторических факторов экологических процессов;
- ◆ рыночной стоимости экологических процессов;
- ◆ интеграции экономики, технологии и общественных наук в целях более глубокого изучения экологических процессов и прогнозов динамики сложных систем планетарного масштаба.

Вышесказанное предопределяет необходимость использования в процессе проектирования содержания инженерно-экологического образования системного подхода, позволяющего обеспечить стратегическое видение, комплексное представление всех компонентов модели профессиональной подготовки инженера-эколога, взаимосвязанных на содержание образования.

Понимая исключительную важность качественного образования для устойчивого развития экономики, природы и общества, российская высшая школа законодательно обеспечена возможностями построения собственной системной стратегии работы на отечественном и мировом рынке образовательных услуг на основе выбора лучших стандартов и уровней образования, принципов и технологий обучения, построения систем менеджмента и контроля качества образовательного процесса на основе использования многоканальной системы финансирования вузов.

Инженерное экологическое образование как процесс и результат усвоения знаний обладает рядом уникальных особенностей, формирующих профессиональный облик инженера-эколога. Наиболее значимы среди них нижеследующие.

1. Экологическое образование базируется на знаниях, основу которых составляют объекты живой и неживой природы, а также отношения между ними и окружающей средой. Это обстоятельство предполагает наличие у инженера-эколога системного мышления об окружающем мире, умения использовать методы системного анализа и системотехники как в процессе своего обучения, так и практической работе.

2. К основным объектам экологии как науки относятся крупнейшие природные системы — от биогеоценозов до биосферы в целом. Это означает, что инженер-эколог, владея знаниями макроэкологии, дол-

жен видеть свои локальные задачи в контексте изменения состояний глобальных систем.

3. Наличие «живой материи» или «живого вещества» в составе экосистем наделяет их «рациональным» поведением и побуждает инженера к изучению биологии, физиологии, анатомии и других смежных дисциплин, объясняющих функции и поведение живых организмов и сообществ вплоть до «целеустремленных систем», обладающих интеллектом.

4. Современные экологические знания концентрируются и развиваются на стыках многих наук — микробиологии, химии, физики, экономики, математики и др., что, с одной стороны, отражает высокий уровень интегрированности подготовки инженеров-экологов, а с другой — требует мастерства педагогов в показе целостности (холизма) окружающего мира с помощью соответствующих методов и средств.

5. Экологические системы характеризуются пространственной распределенностью, в которой приходится учитывать не только географические, климатические и иные факторы, но также культурные и социальные традиции народов, населяющих данные территории. Это обстоятельство, несомненно, отличает подготовку инженера любой специальности от подготовки инженера-эколога или экологического менеджера.

6. Изучение эволюционных процессов невозможно осуществить без исторического экскурса на десятки, сотни и даже тысячи лет назад, без применения специальных методов диагностики вещества (остаточного магнетизма, радиоизотопного анализа, моделирования). Это значит, что инженер-эколог должен обладать способностью к «совмещению» прошлого, настоящего и будущего состояния планеты, выдвигать и проверять гипотезы о причинах возникающих перемен.

7. Экологические проблемы сегодня приобрели глобальный масштаб влияния на земную цивилизацию и должны быть адекватно воспринимаемы всеми народами. Следовательно, инженер-эколог должен освоить «экологические стандарты» не только своей страны, но и международные, знать международное законодательство в сфере охраны окружающей среды и природопользования. При этом программы обучения в вузах и квалификационные рамки выпускников должны стать сопоставимы в мировом образовательном сообществе.

В современном обществе экологические знания приобретают особую значимость, а условия существования общества в XXI в. требуют перехода к новой стратегии его развития на основе использования системного подхода, «опережающих» знаний и высокоэффективных технологий как на производстве, так и в образовании.

## Новые задачи экологического образования

При реализации Концепции перехода Российской Федерации к устойчивому развитию возникает вопрос о кадровом сопровождении этого процесса. К новым

задачам экологического образования должны быть отнесены нижеследующие:

- ♦ включение вопросов устойчивого развития в содержание образовательного процесса системы непрерывного образования;
- ♦ создание целостной междисциплинарной системы образования в сфере экологии, устойчивого природопользования, охраны окружающей среды и безопасности жизнедеятельности в вузах страны;
- ♦ развитие государственных стандартов образования с формированием специальностей, непосредственно ориентированных на устойчивое развитие.

Надо признать, что участие инженера-специалиста, наделенного знаниями в формате действующих ГОС и ФГОС, будет явно недостаточным в решении нового круга задач. Слишком масштабна, нова и малоразработана проблема устойчивого развития природы и общества. Даже кругозор инженеров по устойчивому развитию должен быть иным.

Сегодня студенты получают образование по конкретным инженерным программам с усилением внимания к техническим аспектам и без надлежащего учета смежных наук об окружающей среде, общественно-политического и правового устройства государства. Такое положение стало преградой на пути развития инженерного образования и помехой развитию человеческого сознания.

Неслучайно мировое образовательное сообщество пришло к выводу о необходимости изменения ситуации к лучшему. В 2005 г. в Вильнюсе была принята «Стратегия ЕЭК ООН для образования в интересах устойчивого развития», разработанная по инициативе РФ и Швеции. Суть стратегии состоит в том, чтобы перейти от простой передачи знаний и навыков, необходимых для существования в современном обществе, к готовности действовать и жить в быстроменяющихся условиях, участвовать в планировании социального развития, учиться предвидеть последствия предпринимаемых действий, в т.ч. возможные последствия в сфере устойчивости природных экосистем и социальных структур.

Нужны такие изменения в инженерных программах, чтобы в них вошли концепции экологической и экономической устойчивости. А кроме теории должна развиваться и практика их реализации.

Реальное экологическое образование не может развиваться без понимания главного: для чего и для каких отраслей деятельности идет подготовка специалистов. Иными словами, инженеры должны обладать знаниями, умениями, навыками и способностями в решении макроэкологических проблем, прежде всего научиться обходить такие проблемы в процессе принятия решений.

Все, что будет достигнуто в инженерном образовании, в будущем сыграет роль в защите природы, экологическом менеджменте и дальнейшем становлении экологии как науки. Наступило время, когда разработка современного инженерного курса уже невозможна

без интеграции знаний об устойчивом развитии цивилизации. Вопрос только в том, что понимать под интеграцией знаний? Попытаемся дать первичный ответ на поставленный вопрос.

Инженеры всегда вовлечены в конструктивную разработку различных стадий проектов развития общества, вследствие чего всегда находятся в прямом и тесном контакте с окружающей природной средой, причем гораздо чаще людей других профессий. Инженеры должны постоянно помнить о том, что проблемы технологического развития общества и окружающей среды неразделимы и их необходимо решать совместно. Инженеры не должны разрабатывать такие технологии, внедрение которых вызовет деградацию природы, ибо подобные технологии оказываются «неустойчивыми». В своей деятельности инженеры должны руководствоваться нижеследующими идеями:

- ♦ улучшения качества жизни;
- ♦ потребления энергии лишь в темпе ее возобновления;
- ♦ равной возможности всех людей получать выгоду от окружающей среды;
- ♦ справедливого доступа всех людей к ограниченным ресурсам;
- ♦ продвижения технологий из развитых стран в развивающиеся;
- ♦ сохранения биоразнообразия.

Концепция устойчивого развития и как модель и как возможный сценарий длительного существования земной цивилизации налагает весьма жесткие обязательства на подготовку специалистов, работающих в сфере охраны окружающей среды. Эти обязательства связаны, прежде всего, с умением принимать решения по комплексным, сложным, неопределенным и недостаточным еще изученным макроэкологическим проблемам.

По сути дела, инженер-эколог, экологический менеджер или юрист-эколог должны уметь работать с экосоциотехническими системами, состоящими не только из физических элементов, но и социальных (невещественных), обладающих тесными связями с обществом и делом отвечающих на его запросы. Для таких систем характерны размытые пространственно-временные границы, открытость широкому кругу пользователей, противоречивость требований потребителей и общественности, наличие конфликтных ситуаций и заинтересованность общественности в участии на этапах принятия решений.

Вследствие того что проблема устойчивого развития является многоцелевой, многоаспектной и включающей множественные интересы общественных групп и лидеров, планирование устойчивости должно выполняться комплексно. Если этого не учитывать, неизбежно возникнут конфликты интересов. Поиск взаимопонимания ведет к «всеобъемлющему», скоординированному и совместному рационально-политическому планированию.

Новым трендом в природоохранном планировании становится деятельность специалистов, наделенных «социальными подходами» в противовес инженерным.

В то время как инженеры склонны устанавливать контроль над неопределенностью, специалисты социальной направленности концентрируются на анализе неопределенности и ее последствиях. В результате инженеры часто пасуют из-за неудовлетворительного определения процессов, тогда как «социальные» специалисты занимаются реальным содержанием (и расширением) планировочного процесса. Планирование и менеджмент имеют и существенные различия. Планирование инвестиций имеет дело с реализацией и финансированием лучших мероприятий структурного характера. Планирование управленческой деятельностью сфокусировано на решении проблемы и реализации политики. Оба этих процесса не исключают конфликтов из-за множества целей, обилия юрисдикций и интересов различных групп.

Рациональная модель технического процесса планирования подобна характерным действиям в бизнесе: идентификация проблемы, оценка возможностей и принятие решения. Основные инструменты планирования в «техническом процессе» включают моделирование, системный анализ, методы экономического и многокритериального оценивания, в т.ч. анализ затраты-выгоды, финансовый анализ, а также анализ воздействий на природу и социальную среду.

К сожалению, возникающие экологические проблемы не только сложны, но и плохо формализуемы. Окончательное разрешение конфликтов очень часто лежит в правовой, финансовой и политической сферах, нежели в технической. Выборы, судебные баталии, бюрократические уловки, правила разработки и принятия решений, а также право на ресурсы способны повлиять на итоги споров. Специалисты по охране окружающей среды должны уметь объединять техническую экспертизу с глубоким знанием политики, общественной реакции, финансов, планирования и коммуникаций.

Политические механизмы вовлекают в рабочий процесс многие неосознаваемые факторы, такие как выявление лидеров (участников) и заинтересованных групп, поиск компромиссов и переговорных стратегий, участие общественности и введение изменений в альтернативы, определение чреватых серьезными последствиями решений, изучение индивидуальных и групповых предпочтений, анализ поведения людей при голосовании и другие важные понятия политических наук. Сегодня многие инженеры-экологи неспособны решать проблемы в комплексе. Это одна из причин того, почему они теряют лидерство в экологическом менеджменте.

В современной экономической ситуации проблемы макроэкологии важны с точки зрения глобализационных процессов. Экологическая политика на ближайшее будущее окажется двойственной: улучшения на институциональном, научном, культурном и технологическом уровне, с одной стороны, демонстрируют прогресс, а с другой — приводят к уменьшению ресурсов и увеличению энергопотребления. Необходимо совершенствовать системы менеджмента и экспертизы, основанных на умении применять закон, контролировать

выполнение закона, контролировать промышленную сферу, не позволяя технологиям оказывать давление на окружающую среду. Несмотря на хорошо разработанный правовой базис, законы по охране окружающей среды все же недостаточно эффективны.

## Опыт конкретного вуза

В Тамбовском государственном техническом университете (ТГТУ) на кафедре «Природопользование и защита окружающей среды» реализуются два направления подготовки инженеров-экологов: 280700 «Техносферная безопасность» (профиль «Инженерная защита окружающей среды») и 022000 «Экология и природопользование» (профиль «Экологическая безопасность»).

Базовые экологические знания студенты приобретают в бакалавриате, а знания по проблемам устойчивого развития — в магистратуре в рамках выполнения международных проблемно-ориентированных образовательных проектов TEMPUS. Так, например, проект под названием TEMPUS-TACIS № 25186/2004 «Экологическое право и политика в Российской Федерации» был реализован в 2005—2008 гг. Другой проект, посвященный технологиям комплексного управления водными ресурсами (TEMPUS № 159311-1-2009-IT-JPCR «Сеть университетов для обучения магистров в области технологий управления водными ресурсами»), был осуществлен в 2009—2013 гг. В 2014 г. начато выполнение проекта TEMPUS под названием «Энергосбережение и экологический контроль».

Основная идея этих проектов — правовое и ресурсное обеспечение педагогических технологий в сфере устойчивого развития экономики, природы и общества. Результатами выполненных проектов стали разработка УМКД, создание лабораторий, обучение студентов за рубежом, участие отечественных и зарубежных профессоров в процессах академической мобильности.

Единой «платформой» для изучения проблем устойчивого развития для нас являются природопромышленные системы (ППС), относящиеся к классу вероятностных макросистем. Данная теория была разработана в 1970-х гг. проф. Н.С. Поповым и получила широкое признание в научных кругах.

Суть подхода состоит в том, что система взаимоотношений между человеком и природой представляется в виде множества объектов отраслей промышленного (сельскохозяйственного) производства и объектов природной среды, образующих единую технико-экономическую и экологическую структуру рассматриваемого региона, упорядоченно взаимодействующих друг с другом в процессах обмена информацией, потребления материально-энергетических ресурсов и переработки отходов (рис. 1).

Здесь промышленной подсистемой называется любой уровень организации химического производства — от типовых процессов и локальных систем управления ими до всего производственного комплекса с его инфраструктурой и органами административ-

ного контроля и управления. Природной подсистемой называется любой уровень организации природной среды — от элементарных процессов взаимодействия биологических объектов с физической средой до структуры всего природного комплекса, содержащегося в ППС.

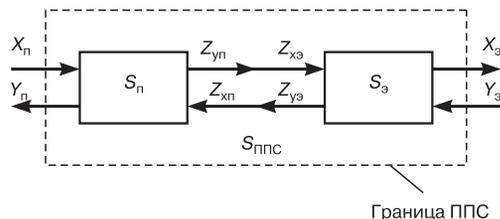


Рис. 1. Модель природопромышленной системы  
 Условные обозначения:  $S_n$  — промышленная подсистема (ПП);  $S_э$  — природная подсистема (ЭП);  $X_n$  — множество входных внешних воздействий для  $S_n$  (сырье, энергия, финансы и др.);  $X_э$  — множество входных внешних воздействий для  $S_э$  (солнечное излучение, тепловая энергия, влага, примеси и др.);  $Y_n$  — множество выходных воздействий для  $S_n$  (целевые и побочные продукты производства);  $Y_э$  — множество выходных воздействий для  $S_э$  (биологические виды, влага, энергия и др.);  $Z_{yn}$  — множество выходных воздействий ПП, одновременно являющихся входными воздействиями  $Z_{xэ}$  для ЭП (все виды примесей);  $Z_{yэ}$  — множество выходных воздействий ЭП, являющихся входными воздействиями  $Z_{xp}$  для ПП (полезные ископаемые, вода, газы атмосферы, биологические виды и др.).

Разработанная нами методология работы с такими системами представлена ниже (рис. 2).

Подготовлено соответствующее программное обеспечение. Нарботаны примеры практического использования знаний о природопромышленных системах в целях повышения их устойчивости.

Можно отметить тот факт, что в создании почти всех тем современного экологического образования наблюдаются качественные изменения за счет интенсивного использования информационных технологий. Так, например, в мониторинге источников загрязнений и опасностей активно используются ГИС-технологии. В проектировании средств защиты природы — методы математического моделирования, прогнозирования и оптимизации, а в самих информационных технологиях все большее значение приобретают интеллектуальные системы обработки данных и знаний. Это объясняется тем, что увеличение масштаба экологических проблем ведет к необходимости выбора адекватных способов их анализа, таких как имитационное моделирование и прогнозирование.

### Заключение

Таким образом, содержание современного экологического образования должно быть ориентировано на:

- ♦ решение проблемы устойчивого экономического развития;
- ♦ формирование инструментальных, межличностных, системных и специальных компетенций;
- ♦ изучение таких тем, как «Технологическая устойчивость», «Энергетическая устойчивость», «Менеджмент устойчивого развития», «Стратегии устойчивости», «Устойчивость образовательных программ по экологическим проблемам»;
- ♦ использование теории природопромышленных систем для комплексного анализа задач управления устойчивым развитием.

Именно на этой основе должна базироваться педагогическая технология проектирования содержания и обучения инженеров-экологов в высшей школе.

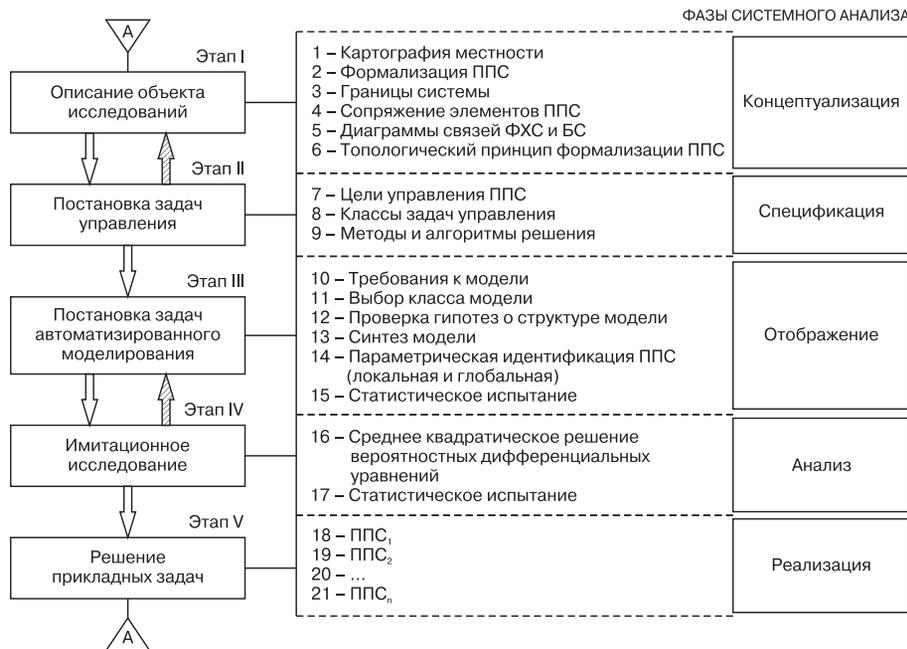


Рис. 2. Методология комплексного решения природоохранных задач