

Технология и практика обучения

*Лукашевич Ольга Дмитриевна, доктор технических наук, профессор
Томского государственного архитектурно-строительного университета,
г. Томск*

*Филичев Сергей Александрович, старший преподаватель Томского
государственного архитектурно-строительного университета,
г. Томск*

ИНТЕГРАЦИЯ ПРЕДМЕТНЫХ ОБЛАСТЕЙ «ЭКОЛОГИЯ» И «ТЕХНИЧЕСКОЕ ТВОРЧЕСТВО» В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОСТРАНСТВЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА

В статье исследуются проблемы экологического образования, возможности интеграции экологической подготовки и обучения изобретательской деятельности; приводится авторская разработка технологии экологической подготовки студентов технических вузов.

Ключевые слова: *экология; техническое творчество; биосферо-совместимые техники, материалы и технологии; тезаурусный подход; биосфера и техносфера; приёмы разрешения технических противоречий.*

В связи с нарастанием негативных последствий глобального экологического кризиса в последние годы усиливается интерес к совершенствованию методики преподавания экологии в вузах (в том числе — в технических), поскольку в задачи высшего образования входит подготовка специалис-

тов, способных обеспечить развитие цивилизации без разрушения её природной основы. Количество публикаций по экологическому образованию только на русском языке исчисляется тысячами, однако весь этот массив представляет собой разрозненные материалы, часто — теоретическо-

го плана, что не позволяет педагогам использовать их в экологической подготовке при реализации программ бакалавриата, специалитета, магистратуры [11].

Вследствие взаимодействия экологии, как сравнительно молодой научной отрасли, с другими науками развивается значительное количество междисциплинарных исследований, например: экология человека, глобальная экология, экологическое право, экономическая экология, геоэкология, строительная экология, инженерная экология, промышленная экология, философия экологии и т.д. Из-за этого происходит размытие предметного поля экологии. Сегодня можно говорить об экологии как «мега-науке», или «большой» экологии, объединяющей около 70 научных дисциплин, использующей практически все известные методы исследования. Как следствие, наблюдается ситуация «когнитивного дис-

сонанса», когда учебники по биоэкологии, инженерной защите окружающей среды, экологическому праву и т.п. пишут разные специалисты, не разбирающиеся в других разделах «большой» экологии. Отсюда одна из задач методики преподавания экологии в техническом вузе — интеграция различных предметных областей как внутри самой экологии, так и между ней и другими предметами, изучаемыми в технических вузах [10]. Особое место в профессиональной подготовке, на наш взгляд, занимает изучение основ технического творчества [3, 4]: без этого невозможна инженерная деятельность выпускника (рис. 1).

Обратимся к области, отражению которой в высшем техническом образовании посвящена данная статья, — к проектированию в будущей профессиональной деятельности биосферо-совместимых техники, материалов и технологий, т.е. таких, которые

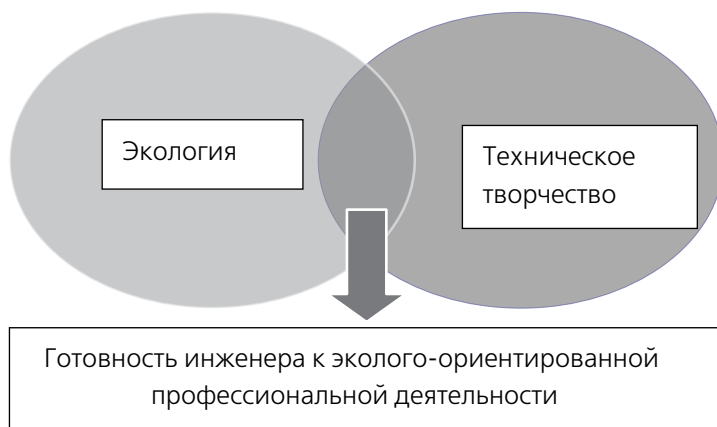


Рис. 1. Пересечение предметных областей «экология» и «техническое творчество»



основаны на принципах ресурсосбережения, безотходности, минимального воздействия на окружающую среду, устраняющих негативные последствия такого воздействия. Она интегрирует вопросы экологии (необходимость защиты окружающей среды) и элементы теории решения изобретательских задач (ТРИЗ).

Авторами исследуется проблема возможности интеграции экологической подготовки и обучения изобретательской деятельности студентов технических вузов. Это взаимодействие может происходить на иерархических уровнях, представленных на *рис. 2*.

Данная структура выстроена на основе современных представлений о методологии [5, 9].

Применительно к описываемой проблеме интерпретация *рис. 2* может быть представлена следующим образом.

Экология входит в большинство **основных образовательных программ** (ООП) для будущих инженеров. Однако дисциплины, охватывающие техническое творчество или один из его инструментов — ТРИЗ (теория решения изобретательских задач), изучаются лишь в некоторых технических вузах России. Поэтому авторы



Рис. 2. Иерархические уровни образовательной деятельности



поставили одной из задач, одновременно с изучением экологии, формирование у студентов общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций, общих и для экологического, и для инженерного (в том числе изобретательского) мышления. Экспериментальная работа и теоретическое её обоснование проводились в Томском государственном архитектурно-строительном университете (ТГАСУ).

Концептуальные положения методики преподавания включают давно применяющийся в российском высшем образовании системный подход, а также менее распространённый тезаурусный подход, поскольку одна из целей высшего образования — формирование научной лексики. Экология как общеобразовательный предмет (преподаётся в ТГАСУ на первом курсе) предоставляет широкие возможности для этого. На стыке экологии и технического творчества можно выделить следующие термины: экозащитная техника, безотходное производство, утилизация отходов, «зелёные» изобретения, природоохранные мероприятия. Деятельностный и системный подход являются основаниями проектирования технологий подготовки и отдельных занятий в российском высшем образовании. Поскольку структура учебной деятельности в работах различных специалистов по педагогической психологии отличается, представляет интерес поиск её элементов, общих для экологической

подготовки и инженеров, мотивированных к изобретательской деятельности. Аксиологический подход актуализирует задачу формирования ценностных ориентаций студентов вузов, в том числе технических. При экологической и изобретательской подготовке молодёжи формируются иногда пересекающиеся, параллельные (непересекающиеся), а иногда и прямо противоположные системы ценностей — сохранение природы и технологическое развитие любой ценой, в том числе и за счёт разрушения и эксплуатации природы. Это противоречие можно разрешить за счёт реализации концепции устойчивого развития, в рамках которой возможна эволюция техносферы, сохраняющая живую природу.

На следующем уровне на *рис. 2* предполагается **технология подготовки**. Авторами разработана **технология экологической подготовки студентов технического вуза**, включающая следующие 5 этапов.

1. **Диагностический этап** включает первичную оценку сформированности экологических ценностей, уровня экологических знаний и умений студентов в начале семестра.
2. **Мотивационно-ценностный этап**, на котором происходит развитие ценностного (непрагматичного) восприятия природы, определение целевых ориентиров экологической подготовки, формирование мотивации к эколого-профессиональной подготовке.



3. *Когнитивный этап* — самый важный в экологической подготовке первокурсников ТГАСУ. Именно здесь реализуется учебная программа и формируются представления об экологической составляющей профессиональной деятельности в строительной отрасли.
4. *Деятельностный этап*, на котором экологическая подготовка будущих строителей осуществляется через систему активных и интерактивных методов обучения (например, с помощью дебатов, синема-технологий, кейсов).
5. *Рефлексивно-оценочный этап* технологии подготовки, на котором авторы анализировали готовность студентов к саморазвитию, самопознанию, саморефлексии.

Курс лекций содержит краткое изложение основных разделов дисциплины с акцентом на возможность обучающимся углубить знания, используя дополнительные материалы по соответствующим ссылкам [1, 2, 6–8, 10]. В курсе лекций находят отражение системный (например, в анализе эмерджентных свойств биосферы и структуры экосистем) и аксиологический (через показ отрицательных последствий потребительского отношения к природе) подходы. Сквозным стречем программы курса экологии служит учение о Биосфере В.И. Вернадского. При освоении студентами любого из разделов акцентируется внимание на единстве живой и неживой природы, роли глобального биогеохими-

ческого круговорота в обеспечении устойчивости Биосферы и влиянии на него Техносферы; рассматриваются конкретные ситуации, иллюстрирующие принципы и законы, лежащие в основе устойчивого развития системы «Природа — Человек — Общество — Техносфера».

Практикум по экологии включает практические занятия и банк заданий, требующих преимущественно творческого решения. Именно здесь авторы используют концептуальные положения и идеи ТРИЗ [1]. К примеру, студентам предлагается сформулировать **идеальный конечный результат** (ИКР) [2] — решение проблемы без затрат ресурсов и отрицательных экологических последствий. (Например, эффективным способом очистки природных и сточных вод является фотоллиз — разложение некоторых загрязнителей воды при естественном освещении.) Для решения некоторых экологических задач студентам предлагается оценить экологичность разработанных в ТРИЗ **приёмов разрешения технических противоречий**. Так, анализируя в процессе дискуссии принцип «**дешёвая недолговечность вместо дорогой долговечности**» (реализуемый, как всем известно, при изготовлении одноразовой посуды и упаковки), студенты приходят к выводу, что такой подход ведёт к невосполнимой утрате невозобновляемых ресурсов и загрязнению окружающей среды отходами. Некоторые обучающиеся отмечают, что и принцип отброса и регенерации



частей тоже не способствует улучшению окружающей среды. Однако в целом ТРИЗ всё же содействует экологическому изобретательству. **Причинно-следственный анализ**, широко применяющийся в последние годы специалистами по техническому творчеству, помогает выявить причины экологических проблем. На рис. 3 приведён пример построения студентами причинно-следственной цепочки. Работа (групповая или индивидуальная) над такой структурно-функциональной моделью позволяет

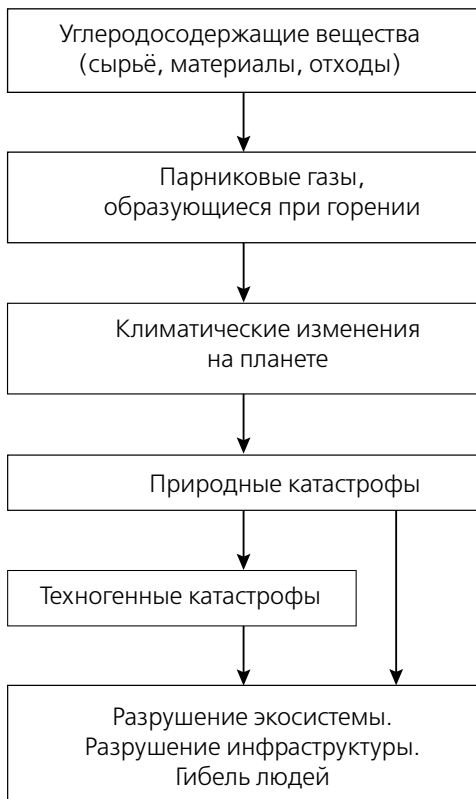


Рис. 3. Анализ последствий парникового эффекта

провести мысленный эксперимент и ответить на вопрос: «В каких местах и каким образом можно разорвать причинно-следственную цепочку для предотвращения негативных последствий развития событий?»

Например, замена двигателей, сжигающих углеводородное топливо, на устройства, работающие на основе иных процессов и явлений; улавливание и утилизация парниковых газов; воздействие (на стадии зарождения) на природные явления (тайфуны, смерчи); учёт возможных природных опасностей при строительстве и т.д.

Ещё один приём ТРИЗ — **алгоритм использования ресурсов** [2] можно применить для поиска альтернатив невозобновляемым источникам энергии.

Отдельное занятие (90 минут аудиторного времени плюс самостоятельная работа студентов) может быть частью технологии подготовки или конкретным примером реализации концептуальных идей преподавателя безотносительно к предыдущим и последующим учебным мероприятиям. Иллюстрацией может служить разработанное авторами практическое занятие по теме «Экология атмосферы». Работа обучающихся включает групповое обсуждение причин загрязнения атмосферы, составление понятий тезауруса, построение причинно-следственных цепочек, описывающих появление озоновых дыр и их воздействие на экосистемы; описа-



ние экологических функций атмосферы. Кроме того, студентам предлагается для конкретных производственных объектов выполнить комплексную оценку воздействия газовых выбросов этих предприятий на окружающую среду и человека. Также студенты выполняют задания комплексного характера, требующие привлечения знаний по химии, физике.

Отдельные методы обучения у системно работающего преподавателя связаны между собой и работают на цели курса. Авторы применяют *активные методы обучения*, когда студент мотивирован к учебной деятельности и проявляет *инициативу*, и интерактивные, когда студенты взаимодействуют друг с другом и с преподавателем. Пример интерактивного занятия — дебаты, во время которых студентам предоставляется выбор темы из большого перечня, составленного при их участии (а следовательно, значимых для них). Обучающиеся обсуждают заинтересовавшие их экологические проблемы, которые обычно носят междисциплинарный характер. Например: студентам — будущим бакалаврам направления «Строительство» по профилю «Водоснабжение и водоотведение» четыре года назад была предложена тема дебатов «Томский Водоканал нельзя сдавать в аренду иностранным фирмам», максимально приближенная к жизни региона. В тот период французская компания «Веолия» в результате конкурса, проведенного

с нарушениями законодательства, оказалась арендатором муниципального предприятия. Во время обсуждения проблемы участники предложили большое количество аргументов «за» и «против», обратив внимание на самые разные её стороны.

Поскольку ни в одной из основных образовательных программ нашего вуза не предусмотрено изучение курса «Основы технического творчества», то для реализации поставленных задач исследования авторами разработана программа факультатива «Экозащитная техника и технологии на предприятиях строительной индустрии». В результате углублённого изучения этого курса студенты имеют возможность овладеть следующими знаниями и умениями.

Знать:

1. Основные технические и технологические способы обеспечения охраны труда и окружающей среды на предприятиях строительной отрасли.
2. Особенности воздействия окружающей среды на строительные материалы, объекты; условия безопасности, экономичности, надёжности материалов и сооружений.
3. Способы борьбы с загрязнением атмосферы, почв, водных объектов и инженерные решения для их реабилитации.
4. Принципы рационального природопользования и защиты окружающей среды и осозна-



вать свою и общечеловеческую ответственность в этом.

Уметь:

1. Применять знания физики, химии других наук для решения нестандартных инженерных задач по ресурсосбережению и повышению экологической безопасности техники и технологий.
2. Работать в коллективе, генерировать новые идеи (развивать креативность).

Владеть:

1. Первичными навыками творческого решения инженерно-экологических задач.

2. Навыками оценки эффективности природоохранных мероприятий.

Основными разделами программы факультатива являются следующие.

Биосфера и Техносфера. Классификация методов творчества. Структура ТРИЗ. Системный подход к инженерной экологии. Патентование результатов интеллектуальной деятельности.

В качестве дидактического обеспечения указанного факультатива авторами разработано учебное пособие «Экологи изобретают», доступное в сети Интернет [10].

ЛИТЕРАТУРА

1. Абовский Н.П. Сюрпризы творчества. Диалоги и монологи о творчестве, его природе и принципах обучения творчеству. — Красноярск: Изд-во КрасГАСА, 2004. — 353 с.
2. Альтшуллер Г.С. и др. Поиск новых идей: от озарения к технологии (теория и практика решения изобретательских задач). — Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1989. — 384 с.
3. Дмитриев В.А. Методологические основы творческой подготовки инженеров на базе технологии инновационного проектирования. // Вестник ТГПУ — 2005. — №2(46). — С. 109–114.
4. Дмитриев В.А. Причинно-следственный анализ базовых противоречий открытого образовательного процесса творческой подготовки инженеров. // Вестник ТГПУ. — 2011. — №1(103). — С. 91–96.
5. Методология (статья из Новой философской энциклопедии). Режим доступа: <https://iphlib.ru/greenstone3/library/collection/newphilenc/document/HASH01e202fe7b591ef6cabae3e1> (дата обращения: 7.02.2018).
6. Михайлов В.А. Эвристика-5. Решение творческих задач [Текст]: Практикум / В.А. Михайлов, А.Р. Андреев, В.П. Желтов. — Чебоксары : Изд-во Чувашского ун-та, 2015. — 133 с.
7. Никулин С.К., Полтавец Г.А., Полтавец Т.Г. Содержание научно-технического творчества учащихся и методы обучения (системный подход). — М.: Изд-во МАИ, 2004. — 680 с.



8. Попов, М.А. Природоохранные сооружения [Текст] : учеб. для вузов / М.А. Попов, И.С. Румянцев. — М.: Колосс, 2005. — 520 с.
9. Филичев С.А., Лукашевич О.Д. Развитие эколого-центрического мировоззрения бакалавров технических специальностей средствами категориально-системной методологии. // Вестник ОмГУ. — 2016. — №3. — С. 111–117.
10. Филичев С.А., Лукашевич О.Д. Экологи изобретают: решение экологических задач методами технического творчества. — Томск: Изд-во ТГАСУ, 2011. — 116 с.
11. Филичев С.А., Лукашевич О.Д., Цветкова Л.Н. Применение модели «Кубик Дилтса» к систематизации методов преподавания экологии. // Современные проблемы науки и образования. — 2017. — №5. — С. 341–348.