

# 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-

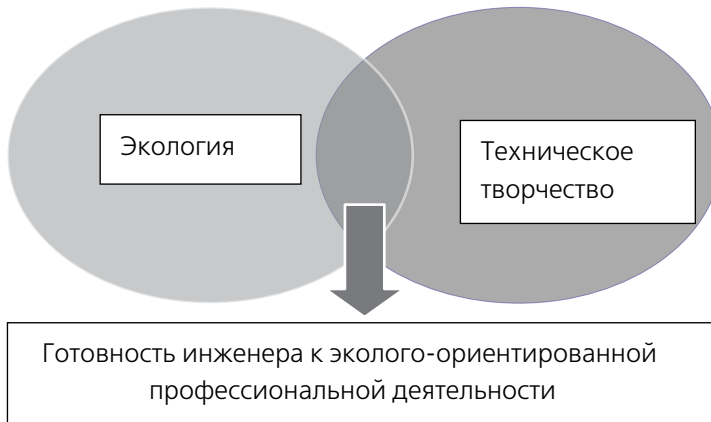
тов, способных обеспечить развитие цивилизации без разрушения её природной основы. Количество публикаций по экологическому образованию только на русском языке исчисляется тысячами, однако весь этот массив представляет собой разрозненные материалы, часто — теоретическо-

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 био-сферо-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 стречнем 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 фотолит — 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

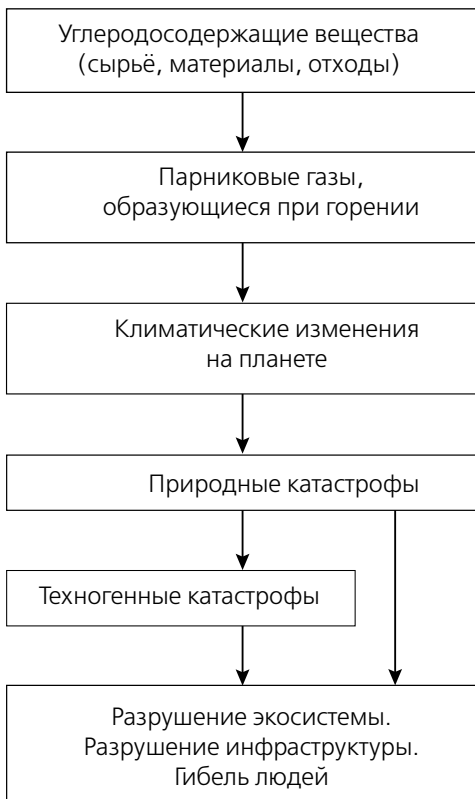


Рис. 3. Анализ последствий парникового эффекта

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 альтернативы 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, проведённого

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 загрязнениями 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 унта, 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.