

УДК 578:504.05:62-781

## **Экологические аспекты в работе со студентами в техническом университете**

Бушуева В. В.<sup>1,\*</sup>, Бушуев Н. Н.<sup>1</sup>

[\\*vbysh2008@rambler.ru](mailto:vbysh2008@rambler.ru)

<sup>1</sup>МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

---

Обоснована актуальность подготовки будущих инженеров с экологической направленностью. Рассмотрены некоторые особенности учебного процесса для решения данной проблемы. Отмечено значение экологической направленности научного знания и междисциплинарного подхода. Показана необходимость формирования экологической ответственности у студентов. Отмечены трудности внедрения экологической безопасности в промышленное производство. Приведены методические рекомендации для анализа вредных воздействий технических систем на человека и окружающую среду. Рассмотрены вредные воздействия некоторых отраслей современного промышленного производства. Рекомендовано проанализировать влияние вредных воздействий технических систем в студенческой креативной группе с применением эвристических методов. В работе дан краткий обзор эвристических методов. Отмечено значение креативных групп в разработке экологически безопасных технологий. Аргументирована высокая эффективность работы студенческой креативной группы. Новизной данной работы является методика форм организации и работы студенческих креативных групп. Основой данной методики являются скорректированные и дополненные методы работы и организации зарубежных креативных групп.

**Ключевые слова:** экологическая подготовка студентов, экологическая направленность научного знания, междисциплинарный подход, экологическая ответственность, анализ вредных воздействий технических систем, креативные группы, эвристические методы

---

### **Введение**

Сегодня обществу нужны не только профессионально грамотные инженеры, но и с экологической направленностью, т.е. способные создавать новую технику с учетом экологических характеристик, нормативов по охране окружающей среды. Это существенный момент в деятельности инженера, а в развитых странах экологический аспект имеет первостепенное значение из-за высоких штрафов и угрозы закрытия предприятия.

В учебном процессе для подготовки будущих инженеров появились новые программы, учебники по экологии, где особое внимание уделяется специфике преподавания экологии в техническом университете, и при этом делается акцент на

решение технических проблем с учетом экологической безопасности. Такой подход выражает согласованность требований и определенную форму направленности при решении технических задач, которые рассматриваются с учетом не только технической надежности, но и экологической безопасности. Большое внимание уделяется также формированию экологической ответственности у будущего инженера. Процесс подготовки будущих инженеров с экологической направленностью многогранный, в данной работе выделены лишь некоторые формы и методы решения этой задачи.

## **Основные методологические принципы анализа экологических проблем**

### **Экологическая направленность научного знания**

Экология – молодая наука и поэтому её проблематика, методологическая основа, категориальный аппарат, принципы, законы недостаточно разработаны. Сегодня экология должна быть интегрирующей наукой. Это требование выдвинул еще академик В. И. Вернадский. Это означает, что цели и задачи как естественных, так и общественных наук связываются с экологической проблематикой, то есть осуществляется экологическая направленность научного знания, синтез научного знания в плане решения экологических проблем.

Разные науки по-разному связаны с экологией, каждая из них имеет свой способ, свои подходы и методы анализа той или иной экологической ситуации. В широком плане эта проблема должна решаться в экологической направленности научного знания. Эта задача чрезвычайно сложная и многоплановая, так как резко вырос уровень научного знания, усложнилось взаимодействие и взаимосвязь между науками, возникла необходимость в критическом переосмыслении современных достижений науки и техники в плане экологической ориентации. Сегодня используются новые области науки, методы анализа экологического состояния окружающей среды. Например, широкое применение находит экологический мониторинг, который имеет междисциплинарный характер, включает подходы и методы различных наук, в том числе и математические методы обработки результатов, которые здесь очень значимы. Широко применяются физико-химические методы анализа, что позволяет обнаружить наличие тяжелых металлов и других загрязнителей в воде, воздухе и т.д. Но следует осторожно подходить к вопросу о значении и влиянии той или иной области знания в решении экологических проблем, не преуменьшая и не преувеличивая ее достижений. Другими словами, для оценки экологической ситуации требуется одновременный анализ многих экологически значимых факторов, показатели следует дублировать методами различных наук, которые подтверждали бы их истинность независимым образом. Только такой комплексный подход позволяет предвидеть, а, следовательно, и предотвратить те или иные нежелательные экологические последствия.

Следует также отметить, что иногда новое научное открытие может существенно изменить представление о взаимосвязи, взаимозависимости тех или иных природных

процессов, их значимости в экологической ситуации. Наука знает множество подобных примеров. Данное методологическое положение имеет место и при анализе экологических проблем.

Динамика экологических изменений определяется не только внутренними законами тех или иных экологических систем, но и степенью антропогенного воздействия. Экологические процессы имеют системный характер, и часто невозможно предвидеть последствия изменений всех составляющих тех или иных экологических изменений. Действительно, в природе все составные элементы экологической системы находятся в динамическом равновесии, и лишь техногенная человеческая деятельность нарушает их. Природа не всегда успевает восстанавливаться, сказывается ограниченность компенсаторных механизмов, процессов саморегуляции, и начинаются процессы необратимого разрушения. Более того, темпы развития необратимых процессов часто опережают их предвидение, а значит и предотвращение. И лишь экологическая направленность научного знания в определенной степени даст возможность ограничить, а возможно и предотвратить многие негативные последствия неразумного вмешательства общества в окружающую среду. Важно отметить, что необходимость в разработке научно проанализированной объективной концепции экологической безопасности, к сожалению, не является объектом пристального внимания всех звеньев науки, техники, образования, экономики, политики и др. И экологическая угроза по-прежнему остается в значительной степени предметом абстрактных диспутов ученых.

### **Междисциплинарный подход**

Экологическая направленность научного знания тесным образом связана с междисциплинарным подходом. Он также является важным звеном в подготовке инженера с экологической ориентацией в практической и теоретической деятельности. Междисциплинарный подход способствует предвидению экологических последствий, а значит их ограничению и предотвращению[1]. Проблема междисциплинарного подхода в учебном процессе давно назрела, и это сложная задача. Здесь необходимо создание междисциплинарной методологии между оторванными друг от друга техническими дисциплинами, разработка учебных пособий, скоординированных между собой с позиций различных областей знания, с ориентацией и на экологическую проблематику. Особенности междисциплинарного подхода определяются спецификой кафедры, дисциплины, курса и многими другими факторами. В этом плане разрабатываются авторские программы, спецкурсы, которые позволяют охватить новые тенденции в различных областях знания. Учебный процесс с междисциплинарной направленностью стимулирует студентов самостоятельно искать недостающую информацию, то есть формирует навыки самообразования, что расширяет их профессиональный кругозор, вытесняет в учебном процессе «рецептурный» подход, то есть представление знаний без творческого многообразия и анализа. И этот фактор весьма значим, как показывает преподавательская практика, если курс лекций формализован, нет междисциплинарного,

творческого подхода, нет связи с другими направлениями, с научными разработками в данной области, то при проектировании у студентов наблюдаются почти одинаковые технические решения, то есть осуществляется «рецептурный» подход, и часто упускается экологическая проблематика.

В междисциплинарном подходе имеют существенное значение и гуманитарные науки. Они формируют общую методологическую культуру будущих инженеров, ориентируют на системный подход, понимание взаимосвязи, взаимозависимости экологических процессов. Гуманитарный блок дисциплин направлен также и на формирование у студентов политических, экономических, правовых и других ориентиров связанных с вопросами экологии. Он способствует критическому восприятию тех или иных популистских заявлений. Политизация экологических проблем имеет неоднозначный характер. Будущий инженер обязан понимать, когда те или иные экологические проблемы используются в политических целях, а таких примеров можно привести немало, и лишь научный подход, анализ позволяют вычлнить реально значимые моменты в популистских программах при решении экологических вопросов.

Не затрагивая правовые формы регулирования экологических процессов, следует отметить, что концепция решения экологических проблем, соблюдение экологических нормативов в производственной деятельности вступает в противоречие с экономическими интересами. Это противоречие в определенной степени должно решаться с позиций современных научных достижений, которые с большим трудом внедряются в процесс производства. Как известно, многие виды промышленного производства вызывают значительное загрязнение окружающей среды. И в ряде стран (в основном индустриально развитых) вводятся штрафные санкции против предприятий-загрязнителей, и те предпочитают платить штрафы, а не внедрять экологически безопасные технологии, или крупные корпорации переносят вредные производства в страны «третьего мира», где природоохранное законодательство либо отсутствует вовсе, либо довольно либерально.

### **Экологическая ответственность и ее значение в современных условиях промышленного производства**

Экологическая направленность научного знания тесным образом связана с проблемой формирования экологического мировоззрения, которое предполагает адекватное отражение связи, единства и различия общества и природы. Время стихийного использования биосферы исчерпало себя, совершенно необходим переход к упорядоченному, квалифицированному, нормативно организованному потреблению, вмешательству в естественные процессы природы. Формирование экологического мировоззрения сложный и многогранный процесс, который в значительной степени осуществляется на всех уровнях образования. Но здесь не должно быть «экологического психоза», то есть нарушения меры в освещении тех или иных экологических проблем, ложных представлений об экологических бедствиях.

Как отмечалось выше, экология – наука не только естественная, но и политическая, этот аспект вызывает особый интерес у студентов. Следует отметить, что одними призывами к экологическому ориентиру не обойтись, нужна определенная экологическая политика, которая ориентирует на новое отношение к окружающему миру, гарантирует соблюдение разумных норм производственной деятельности, использование природных ресурсов. К сожалению, экология одна из немногих наук, которая до сих пор очень трудно внедряется в практику. Особенно внимание и ответственность за экологическую безопасность технических систем следует проявить в ядерной энергетике, химической промышленности. И в этом плане очень важна системность различных факторов, направленных на конкретные практические действия в реализации экологической безопасности. Постановка, рассмотрение и решение экологических проблем должны базироваться на научной основе и носить объективный характер.

### **Методические рекомендации для анализа вредных воздействий технических систем на человека и окружающую среду**

В задачу инженера входит разработка технических систем, отвечающих требованиям не только технической надежности, но и экологической безопасности для окружающей среды и безопасности труда для человека. То есть такой подход выражает согласованность требований и определенную форму направленности, организации при решении технических задач, анализ которых рассматривается с учетом не только технической надежности, но и экологической безопасности. Процесс усложнение современной техники, взаимодействия человека с ней требуют постоянного внимания к данным вопросам.

Анализ вредных воздействий технических систем на человека и окружающую среду вызывают определенный интерес у студентов и имеют высокую эффективность анализа, обсуждения, особенно с применением коллективных форм работы со студентами, методов активизации, игровых вариаций. При таких формах работы у студентов в результате поиска вариантов защиты, экологической безопасности технических систем, предотвращения тех или вредных факторов на человека и окружающую среду возникают интересные идеи и решения.

Студентов обязательно нужно проинформировать, что фактически каждая отрасль промышленности ведет что-то вроде каталога типовых нежелательных явлений, и некоторые из них нашли свое отражение в правилах техники безопасности. Определенный материал, своего рода фонд, может быть и на кафедре.

Определенный интерес вызывают наилучшие доступные технологии (НДТ) для ряда отраслей промышленности. Они представлены на сайте Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации и изложены в справочных документах [2]. Большая часть этих документов разработана Европейской Комиссией.

При анализе технических систем в плане экологической безопасности в работе приводятся следующие рекомендации:

1. Разрабатываемую техническую систему вначале следует проанализировать с позиций вредных явлений, используя при этом аналоговые системы или близкие виды технических систем. И после этого определить возможности и условия реализации вредных факторов. То есть рассмотреть известные, типичные вредные явления, характерные для систем данного класса и близких к нему видов, определить возможности и условия реализации вредных факторов уже к разрабатываемой системе. Например, для химических аппаратов такими типовыми вредными действиями являются утечки различных агрессивных и ядовитых веществ. Далее, в машиностроительной, металлургической промышленности, где в движущихся механизмах отмечается вредное влияние вредных факторов на человека. Подобных примеров можно привести из любой отрасли промышленности, где осуществляется влияние вредных факторов, как на человека, так и на окружающую среду.

2. Следующий этап включает более детальный анализ технической конструкции, предполагает поиск в ней опасных зон (уязвимых мест). Например, сюда могут входить зоны концентрации проходящих через систему потоков вещества или энергии (концентрация механических усилий, электрического перенапряжения и т.п.), следует учитывать и наличие полей высокой интенсивности (вибрации, знакопеременных нагрузок, высоких температур, активных химических веществ и т.п.). Далее, определить возможность возникновения в этих зонах вредных явлений и условия их реализации. Следует также учесть, что вероятность и опасность вредных эффектов растет нелинейно, и воздействия вредных факторов, признаков опасности не просто суммируются, а создаются качественно новые ситуации с возможным появлением непредусмотренных системных, синергетических эффектов. В этом случае необходим эксперимент и проведение дополнительных исследований. Такой подход позволит выявить появление вредных эффектов со временем, при экстремальных условиях, в результате действия особых механизмов типа «спусковой крючок». Может обнаружиться появление у технических систем новых, непредусмотренных свойств, возникновение новых взаимодействий с другими системами, с человеком, и даже превращение технической системы в источник опасностей, вредных воздействий на людей, природные системы и даже на другие технические системы и т.д.

3. Проанализировать типовые способы вредных воздействий технических систем на человека, окружающую среду, условия и возможности их появления. Здесь следует выделить непосредственное воздействие на человека и опосредованное, т.е. которое осуществляется как через техническую систему, так и через внешнюю среду. Непосредственное вредное воздействие технической системы на человека связано с такими механическими действиями, как удары, толчки, вибрации, механические напряжения и т.п. Особое значение имеют тепловые, химические, электрические воздействия. Электрические воздействия включают в себя действия электрического поля (тока), электромагнитные воздействия, такие излучения, как радиоволны, СВЧ, свет,



ультрафиолетовые, рентгеновские, гамма-излучения и т.п. Это довольно широкий спектр вредных для человека факторов.

Опосредованное влияние заключается в создании технической системой, которая работает с нарушением принципов безопасности, определенных условий в рабочем помещении, в цехе, например, шум, ультразвук, электромагнитные волны, пылевые факторы алюминия, никеля, олова и т.д. И часто происходит привыкание к опасности, возникновение неверия в возможность ее существования. Например, курение при работе с горючими веществами и т.д.

Серьезную опасность для человека представляет и низкая надежность технических систем, с большим количеством отказов и мелких аварий, и вначале как будто не опасных. Попытки борьбы с этими частыми авариями без повышения надежности всей системы в целом не устраняет, а наоборот, резко повышает опасность технической системы, возникает возможность развития опасности по типу «нарастающий ком». В результате происходит превращение технической системы в источник опасностей, вредных воздействий на людей, окружающую среду, создание техногенных и антропогенных процессов, стимулирующих вредные эффекты.

4. Особое значение имеют типовые причины появления вредных эффектов, связанные с человеческим фактором:

- недостаточность ответственности за безопасность технических систем, а значит и людей. И, как показывает практика, определенное число аварий происходит из-за халатности, недобросовестности, недостаточной компетентности и т.д.;

- ошибки, как на стадии проектирования, так и на стадии изготовления, эксплуатации системы. Определенное значение в этом плане имеет узкая специализация разработчиков, а значит недостаток знаний о процессах в системе, ее различных взаимодействиях при эксплуатации. Это связано с появлением возможных «системных» эффектов, что приводит к возникновению новых «системных» свойств в совместной работе нескольких систем;

- отсутствие периодического контроля, проверки функционирования технической системы, что позволяет своевременно выявить и устранить процесс накопления факторов, способных повлиять на надежность работы технической системы.

5. С человеческим фактором в определенной степени связаны административные, организационные, формальные, групповые, личные интересы и многие другие моменты. Приведем наиболее общие и типичные положения:

- отсутствие единого лица, ответственного за обеспечение безопасности, либо отсутствие у него прав и возможностей решать вопросы безопасности, накладывать запрет на опасные, не соответствующие требованиям безопасности решения;

- неумение принимать решения в стрессовой ситуации, брать на себя необходимую ответственность за решения, уход от ответственности и сваливание ее на других;

- отношение к вредным явлениям, авариям как к неизбежному злу, с которым можно до определенной степени мириться, на борьбу с которым не следует тратить слишком много сил и средств;

- формальное отношение к безопасности, направленное не столько на ее действительное обеспечение, сколько на снижение ответственности в случае аварии. Реальная забота о технике безопасности подменяется разработкой длинных, излишне формализованных и часто невыполнимых инструкций, дезориентирующих людей и усугубляющих опасность;

- преобладание личных или групповых интересов. Появление вредных эффектов оказывается выгодным для кого-то, либо работа по их предупреждению не всегда кому-то нужна, или гнев начальства пугает больше, чем возникновение аварии;

- постепенное накопление вредных факторов в процессе хранения, эксплуатации, загрязнений, износа, концентрации напряжений, старения материалов, прохождения нежелательных химических реакций (коррозии и т.п.) и других непредвиденных воздействий;

- опасность, возникающая из-за отказов специализированных природоохранных, защитных, аварийных и т.п. систем, ошибки в действиях операторов этих систем;

- плохое согласование технической системы с оператором, несоблюдение правил эргономики при создании системы;

- отсутствие в технической системе «защиты от дурака» - системы, предохраняющей от неверных (ошибочных или умышленных) действий оператора.

#### 6. Причины задержки в устранении аварии:

- задержки, вызванные попытками скрыть аварию, страхом перед начальством, ведомственными интересами и т.п.;

- задержки в принятии радикальных мер в надежде, что «как-нибудь обойдется»;

- задержки из-за попыток ликвидировать аварию своими силами, без посторонней помощи.

#### 7. Ошибки в устранении аварии:

- недостаточная профессиональная подготовка служб, ликвидирующих аварию;

- использование средств, усугубляющих положение (например, гашение горящего электрооборудования водой);

- некачественное, непроверенное, плохо сохраняемое аварийное снаряжение, его недостаточное количество;

- цепочки неверных решений персонала, возникающие в условиях потери контроля над ситуацией;

- цепочки вредных эффектов, последовательно возникающих в технических системах под влиянием аварии; действие одних аварийных средств на другие, лавина отказов, сбоев;



- наличие нескольких (по меньшей мере, двух) различных вредных эффектов, находящихся в отношениях синергизма, то есть усиливающих друг друга и мешающих борьбе друг с другом.

Итак, исходя из выше изложенного, можно сформулировать следующие задачи для дальнейшей работы в этом направлении.

1. В работе со студентами следует шире использовать как отечественный, так и зарубежный опыт разработки технических систем безопасных, как для человека, так и для окружающей среды. Но следует отметить, что часто те или иные принципы зарубежного опыта в свободном доступе представляют устаревшие технологии, а современные имеют либо коммерческую направленность, либо недоступны.

2. Необходим сбор информационного фонда по проблемам и задачам, возникавшим когда-либо в аварийных и нештатных ситуациях, по способам их эффективного решения.

3. Постоянно проводить анализ данной информации с целью выявления закономерностей появления и развития аварийных и нештатных ситуаций. Разрабатывать способы действий в нештатных и аварийных ситуациях, и на этой основе создавать методики решения задач.

4. Выявить закономерности развития техники, имеющей высокий риск аварийности с целью ее совершенствования в плане безопасности.

5. Разработать компьютерные программы для ускорения расчетов различных вариантов поведения технических систем в аварийных ситуациях.

### **Организация и формы работы со студентами для формирования практических навыков разработки экологически безопасных технических систем и технологий. Методические рекомендации**

Формирование у студентов инженерных практических навыков довольно сложная задача и имеет несколько направлений[3]. Хорошие результаты в решении данной проблемы дают коллективные формы работы со студентами с применением методов активизации инженерной деятельности. В педагогической практике они сегодня широко используются, и достаточно полно изложены в литературе[4]. Приведем лишь краткий анализ некоторых из них.

Определенный эффект дают такие коллективные виды работы, как деловые игры[5]. Игру как метод обучения использовали еще в древности, сохранились даже определенные методики этих игр. Современные игровые технологии весьма разнообразны. В настоящее время зарегистрировано их около двухсот. Деловые игры также можно использовать в плане активизации деятельности студентов. Данные формы обучения вносят определенное разнообразие в учебный процесс и способствуют самостоятельности и творческому подходу к решаемым проблемам. Но деловые игры сложны в процессе разработки, и полученный результат не всегда оправдывает затраченную работу.

Достаточно известна такая форма работы со студентами, как работа в команде. Данный вид активизации творческой деятельности часто организуется даже самими

студентами. Роль руководителя, преподавателя сводится к наблюдению за процессом работы, консультированием в профессиональном плане. В команде создаются условия, которые в определенной степени соответствуют реальной инженерной деятельности, что дает возможность студентам приобрести практические навыки комплексного решения инженерных задач. Более того, студенты приобретают коммуникативные, организаторские и другие навыки, способствующие распределению различных функций между членами команды. В команде, где царит дух единства, обязательны высказывания, которые отражают не только значимые идеи, но и негативную информацию относительно внедрения тех или иных разработок, и эта информация будет воспринята ответственно, по-деловому, что способствует решению проблемы. Но следует отметить, что данная форма обучения в плане решения сложных технических задач мало эффективна. Здесь в основном отрабатываются ролевые функции. И данные методы активизации, организации спланированы именно в этом направлении.

Широкую популярность в мировой практике получил мозговой штурм (мозговая атака или конференция идей) - метод активизации творческой деятельности, разработанный американским психологом Алексом Осборном (США). Существует множество разновидностей мозгового штурма, обусловленных особенностями человеческого мышления, спецификой решаемых задач[6]. Поэтому многие разновидности мозгового штурма можно характеризовать не только как метод активизации поиска инженерных идей и решений, но и как определенные формы, структуры коллективных видов деятельности.

Мозговой штурм особенно эффективен в молодежной, студенческой аудитории. Он не создает такого напряжения, которого требуют другие методы, помогает организовать поисковый коллектив, «растормозить» участников, избежать привычных и потому бесплодных ассоциаций, то есть уменьшает психологическую инерцию, которая, как и в любой коллективной форме работы, как бы взаимно уничтожается. При этом студенты учатся спорить, высказывать свои мысли, воспринимать аргументы друг друга, допускаются шутки, парадоксы. Этот метод применяется также для развития творческого воображения, способствует приобретению навыков изобретательства, поиска и генерирования нестандартных задач. Метод мозгового штурма применяется, как правило, при поиске новых идей в условиях отсутствия необходимого объема информации для проведения логического анализа. Методом мозгового штурма успешно решаются относительно несложные задачи, так как в его основе лежит метод проб и ошибок.

Особый интерес представляет новая форма работы со студентами – студенческие креативные группы. В данных группах осуществляется решение сложных инженерных задач. К сожалению, в отечественной практике, литературе нет сведений о работе в данном направлении. В зарубежной практике креативные группы имеют широкое применение во всех сферах деятельности, в том числе и в университетах[7]. На Западе университеты уделяют значительное внимание инновационным разработкам студентов. В отличие от представителей старшего поколения молодежь, как правило, более гибкая, открытая для творчества и активная. Более того, студенты не требуют огромных

гонораров за свои творческие идеи. И поэтому гранты для студенческих программ считаются очень выгодными инвестициями.

В образовательном процессе ценность студенческих креативных групп заключается не только в эффективном решении тех или иных конкретных задач, в частности, поиска идей и решений экологически безопасных технических систем, но и способствуют формированию практических навыков у будущих инженеров. Креативные группы не устраняют индивидуальное творчество студентов, а наоборот, здесь происходит усиление интеллектуальных возможностей каждого участника, здесь как бы соединяются, синтезируются индивидуальные особенности в единый процесс, в результате чего царит особое интеллектуальное напряжение. Привлекательность креативных групп заключается также и в том, что здесь может продуцировать идеи каждый участник, а не только с какими-то особыми талантами, способностями. Следует отметить, что в отличие от индивидуального творчества креативная группа может решать далеко не все задачи, например, сложные задачи теоретического плана не входят в ее функции. Для этого в зарубежной практике используются другие методы и формы организации творческой деятельности [8, 9].

Процесс формирования студенческой креативной группы это творческий процесс. Здесь учитывается курс, дисциплина, цели, задачи и т.д. В данном случае приведена методика с учетом профиля кафедры, «Экология и промышленная безопасность». Это значит, что в студенческой креативной группе при разработке технических систем, технологий безопасных в экологическом отношении, следует использовать «Методические рекомендации для анализа вредных воздействий технических систем на человека и окружающую среду». Эти рекомендации были изложены выше в данной статье. Необходимо также в креативной группе проработать раздел «Влияние вредных факторов промышленного производства на человека и окружающую среду», который имеется в учебной программе. Такой подход выражает согласованность требований и определенную форму направленности при решении инженерных задач, которые рассматриваются с учетом не только технической надежности, но и экологической безопасности. Процесс разработки экологически безопасных технических систем и технологий в студенческой креативной группе следует осуществлять не только с использованием рассмотренных в данной работе положений «Методические рекомендации для анализа вредных воздействий технических систем на человека и окружающую среду», но и с применением методов активизации творческой деятельности. Такой подход значительно повышает эффективность работы, а также способствует формированию практических навыков поиска инженерных идей и решений.

В отечественной и зарубежной практике существует множество методов активизации поиска инженерных идей и решений. Они разнообразны, и выбор осуществляется в зависимости от сложности решаемой задачи. Кстати, если зарубежные методики в основном базируются на активизации психологических моментов технического творчества, то отечественная методология основана на анализе закономерностей развития технических систем, разработанных на основе анализа патентного фонда [10], который имеется только в технике. В работе со студентами следует

сочетать зарубежный и отечественный опыт. Применение методов активизации требует учета многих факторов, таких, как специфика дисциплины, уровень сложности решаемых задач, опыт преподавателя, курс и т.д.

Методика организации работы студенческих креативных групп, изложенная в данной работе, является скорректированным, переработанным вариантом зарубежной технологии с учетом студенческой аудитории и профиля кафедры «Экология и промышленная безопасность». В этой связи из зарубежных методик работы креативных групп на промышленных предприятиях Франции [11] используются не все положения, а лишь те которые можно использовать в студенческой аудитории при решении инженерных задач с экологической направленностью. К ним относятся: **принципы отбора участников, мотивация и ее значение, количество участников, график, время работы, гибкость мышления у участников при поиске инженерных идей и решений, психологический климат, значение соревновательного момента в группе, роль руководителя.** Этих факторов вполне достаточно для эффективной работы студенческой креативной группы.

**1. Принципы отбора участников.** Набор участников студенческой креативной группы невозможно осуществлять по методикам, которые разработаны в зарубежной практике для креативных групп, работающих на промышленных предприятиях. Действительно, существует множество различий между креативными группами, работающими на производстве, и студенческими. Не перечисляя их, выделим лишь основные. Различны цели и задачи производственных и студенческих креативных групп. Если в производственных креативных группах обязательным является поиск решения проблемы, значимый результат, который с необходимостью нужно получить, то в студенческих - осуществляется лишь процесс обучения творческим, практическим навыкам. . Различен также состав, возраст, качество и количество знаний участников, их практические навыки и т.д. В студенческой группе ограничен принцип разнородности. Все эти моменты следует учитывать и существенно корректировать методики зарубежных практик. Другими словами, принцип различия подбора группы не так ярко выражен. Тем не менее, следует стремиться реализовать его по мере возможности. Действительно, чем шире круг интересов и разнообразней по составу группа, тем продуктивней она будет работать, то есть «думать можно только о том, что знаешь». Новая идея, как правило, возникает на стыке знаний из различных областей, т.е. имеет междисциплинарный характер. И творческие процедуры связаны с генерацией, переработкой взаимодействием различных информации. Далее, учитывая, что это учебный процесс, можно включать всех желающих. Творчество интересует всех, «заразить» можно каждого, но мотивы различны. И на третьем, четвертом занятии происходит отсев, «творческого напряжения» выдерживает не каждый, остается «творческое меньшинство». Но и здесь следует провести анонимное анкетирование, где главным вопросом должно быть положение: «кто с кем бы хотел работать».

**2. Мотивация.** Как показывает опыт, процесс творчества интересует всех, но мотивы могут быть различны. Одни хотят участвовать из любопытства, другие – для обогащения знания, развития своей личности, третьи хотят присутствовать, находиться в

творческом, интересном коллективе, для самоутверждения и т.д. Но все это не входит в задачу группы. Она формируется для того, чтобы осуществлять поиски новых решений и обязательно достичь успеха. Участники со слабой мотивацией при определенном напряжении, трудностях растормаживаются, а это значительно снижает эффективность работы группы (см. рис. 1).



Рис 1. Значение мотивации.

1-я кривая графика характеризует работу наиболее творческих индивидов. Но, дело в том, что творческие личности нередко очень чувствительны к условиям и обстановке. Это создает определенную заторможенность, скованность, что не способствует процессу генерации идей, выдвижению смелых проектов. 2-я кривая выражает деятельность индивида, который способен к преодолению определенной совокупности препятствий, различных тормозящих факторов для креативности. 3-я кривая характеризует сильную мотивацию к творчеству, индивидуальную энергию, инициативу. Эта кривая наиболее важная из трех кривых. Индивид, который теоретически обладает большими творческими способностями, но имеет слабую мотивацию, будучи помещен в сковывающие условия, ничего не создаст. И наоборот, индивид, имеющий сильную мотивацию и помещенный в такие же условия, будучи устойчив к препятствиям, даст высокие показатели творчества. Поэтому при наборе группы следует учитывать данные особенности и ориентироваться на индивидов с наибольшей мотивацией к творчеству.

Но следует отметить, что высокая мотивация, которая иногда выражается в стремлении найти решение быстро, немедленно достичь результата, часто способствует

принятию неадекватных, ложных, спекулятивных, некачественных решений, в практике этот момент следует учитывать.

**3. Количество участников.** В связи с тем, что формирование практических творческих навыков поиска идей и решений технических задач осуществляется в рамках учебного процесса, и здесь нет такого напряжения, которое царит в рабочих креативных группах, количество участников можно увеличивать. На зарубежных предприятиях обычно в креативных группах не больше 7 человек, в студенческой креативной группе можно принять количество, удобное в работе преподавателя и на его усмотрение. То есть, с каким оптимальным количеством студентов ему удобно работать без снижения эффективности, меняются только применяемые методы активизации творческой деятельности, поиска инженерных идей и решений.

**4. График, время работы.** В зарубежных методиках отмечается, что креативная группа может эффективно работать около трех часов в неделю. С этим вполне можно согласиться, и принять данную рекомендацию. Как показывают экспериментальные данные, наиболее интересные идеи высказываются через два часа после начала работы, затем их количество уменьшается, наступает усталость, создается впечатление, что все уже сказано, но через некоторое время происходит некоторый подъем творчества, далее идет спад. Такой ритм работы можно изобразить графически (см. рис. 2). График показывает работу одного сеанса креативной группы, что касается периодичности сеансов, то, как показывает практика, продуктивно группа может работать, как отмечалось выше, лишь три часа в неделю. В конце занятия возникает ощущение исчерпанности решений по данной проблеме, но когда на следующем сеансе креативности группе предлагают вернуться к прошлой теме, возникают опять совершенно новые идеи, и старые принимают более продуманную форму, на следующем сеансе то же самое. Группа приходит к убеждению о наличии значительного резерва творчества.

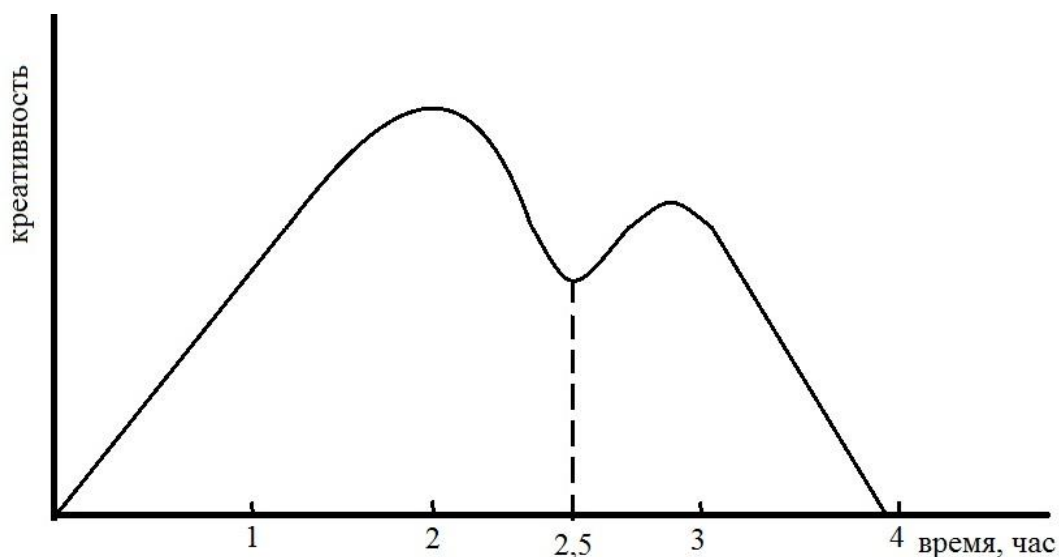


Рис.2. Время работы



**5. Гибкость мышления при поиске инженерных идей и решений.** Этот фактор является важным в креативной группе при разработке экологически безопасных технических систем и технологий, осуществлении экологической направленности инженерных задач. Формирование таких навыков у студентов, как критическое осмысление в плане экологической оценки применяемых современных технологий, использование физико-химических методов анализа, позволяющих обнаружить наличие вредных факторов промышленного производства и т.д. является значимым моментом работы креативной группы. Другими словами, требуется анализ не только надежности технической системы, но и ее экологической безопасности. Экологическая направленность при разработке технических систем и технологий требует междисциплинарного, системного подхода, чтобы своевременно предотвратить воздействие вредных факторов промышленного производства, технических систем и технологий на человека и окружающую среду. Такой подход необходимо формировать у студентов. Современный студент эрудирован, но, как правило, он недостаточно подготовлен к творческому использованию данных знаний при решении инженерных проблем. Он не всегда может оперировать полученными знаниями, применять их в конкретной практической деятельности. В ходе работы в креативной группе у студента выстраивается определенная градация значимости знаний, их междисциплинарный характер, формируется тип профессионального мышления. Системность знания, которая осуществляется в креативной группе, дает определенный синергетический эффект, что необходимо для творческого процесса. Творческий подход к решению тех или иных инженерных задач характеризуется целостным видением, выявлением комплекса проблем и способов их решения, здесь необходимы варианты комбинаций, гибкости, сочетания научных и конкретно-практических моментов в процессе поиска оптимальных решений. Гибкость означает также избегать стандартных, привычных решений. И часто сила инерции, т.е. привычный способ решения, мешает творческому подходу, препятствуют новому взгляду на проблему. Поэтому группу следует обучить «забыть» жесткие, формализованные правила стандартного подхода, четко выраженные логические структуры, привычные рассуждения. Изобретательский дух неотделим от дерзости, и только так можно преодолеть психологическую инерцию.

**6. Психологический климат.** Важнейшим принципом успешной работы креативных групп, как считают авторы зарубежных методик, это организация «комфортного психологического климата». Это важный фактор. Но подходы к реализации в производственных креативных группах и студенческих разные, хотя имеются и общие моменты. В студенческих креативных группах возникают свои трудности. Группу нужно, в первую очередь, научить понимать друг друга в плане решаемой проблемы. Каждый должен научиться слушать и слышать другого участника. На этой стадии работы недопустима критика, неконструктивные споры. Студентов нужно научить высказывать смелые идеи, не бояться ошибиться, подхватывать и развивать высказывания других участников, то есть создавать общее поле деятельности. Но с другой стороны, в студенческой среде быстрее возникает атмосфера взаимопонимания, чем в производственных группах. Студент студента понимает быстрее и лучше, чем участники

производственных групп. И в этом плане в студенческой креативной группе на создание психологического климата тратится на много меньше времени, чем в производственной группе.

Следует обратить внимание на рекомендацию зарубежных авторов относительно критики. К студентам это в большей степени применимо. Студентов категорически нельзя критиковать, читать «нотации». Это разрушает творческую атмосферу. Шутки, художественные приемы, эксцентричные притчи, афоризмы, которые по своему парадоксальны, способствуют творчеству, хотя и они в определенной степени содержат скрытый элемент критики. Такие приемы на первый взгляд кажутся путанными и запутанными, а на проверку оказываются точным, словесным выражением ситуации. И у каждого преподавателя имеется свой арсенал таких подходов.

**7. Значение соревновательного момента в студенческой креативной группе.** В производственных креативных группах категорически запрещен соревновательный фактор. В студенческой, особенно при помощи деловых игр, а также других форм активизации творческого процесса, соревновательный принцип вызывает интерес у студентов и дает хорошие результаты, но длительное время его тоже не рекомендуется использовать.

**8. Роль руководителя.** Встает следующий очень важный вопрос, как управлять в креативной группе знаниями, информацией, осуществлять их синтез, направлять на решение конкретных проблем? Здесь оправдывает себя индивидуальный подход. Каждая группа в определенной степени неповторима, взаимодействие преподавателя и студентов также имеет свои особенности. Другими словами, это творческий процесс. И преподаватель в каждом конкретном случае, т.е. в зависимости от сложности решаемой задачи, состава участников и т.д. всегда конкретно применяет те или иные методы активизации поиска инженерных идей и решений. Разумеется, эти моменты в работе следует учитывать, но абсолютизировать не следует. В студенческой креативной группе, как показывает практика работы со студентами, понятней, лучше воспринимаются отечественные методы, которые отражают принципы развития технических систем, процесс их совершенствования, модернизации и т.д., чем, например, «метод свободных ассоциаций» и другие психологические установки зарубежных форм активизации. Но сочетание отечественных и зарубежных методов активизации творческой деятельности дает существенные результаты в решении сложных инженерных задач. Далее, студенческую креативную группу нужно учить работать не только в организационном плане, создания определенного психологического климата и т.д., но и обучать методам технического творчества, а это тоже входит в задачу руководителя.

Следует также подчеркнуть, что нельзя решать проблемы в студенческой креативной группе, которые выходят за рамки компетенции студентов, и что речь идет об учебном процессе, формировании практических навыков разработки экологически безопасных технических систем и технологий.

Новым и важным моментом, который отсутствует в зарубежных методиках, является создание студенческой группы критики. В этом случае речь идет о создании двух студенческих групп – группы генерирования творческих идей и группы критики, то есть

происходит разделение функций. Такой подход направлен на формирование критического мышления у студентов. Если творческое мышление – это мышление, результатом которого является открытие принципиально нового решения задачи, то критическое мышление представляет собой проверку предложенных решений с целью определения области их возможного применения. Другими словами, творческое мышление направлено на создание, поиск новых идей и решений, а критическое – выявляет их недостатки. Понятно, что для эффективной разработки инженерных задач необходимы оба вида мышления. Но следует отличать критическое мышление, для которого конечная цель носит конструктивный характер, от деструктивной критической установки, а любителей только критиковать среди студентов достаточно.

Набор студентов в группу критики осуществить значительно трудней. Многие студенты пассивно воспринимают новое знание, они добросовестно заучивают ту или иную информацию, и таких студентов большинство. Здесь требуются студенты, которые активны в учебном процессе, любознательны, имеют альтернативные рассуждения, свою точку зрения на анализируемые проблемы, которая аргументирована и логична, они проявляют самостоятельный подход к заданиям, курсовым работам, и таких студентов, к сожалению, не так уж много.

Данные группы, то есть группа генераторов и критиков не должны работать вместе, ибо критическое мышление часто является помехой для творческого мышления, совмещение этих двух стадий работы исключается полностью, они будут блокировать друг друга. Более того нельзя афишировать, кто, какие и чьи идеи критикует. Это очень важный момент в работе креативных групп.

Следует еще остановиться на вопросе формирования критического мышления у студентов. Дело в том, что современному студенту необходимы навыки критического осмысления информации, ее оценки, практического применения, выбора. И учебный процесс должен строиться с учетом развития у студентов данных навыков пользования информацией. К сожалению, анализ отечественной литературы по вопросам формирования критического мышления у студентов свидетельствует о том, что этому вопросу недостаточно уделяется внимание [12, 13]. После того, как креативная генерирующая группа наработала значительное количество идей относительно разработки той или иной технической системы в плане надежности и экологической безопасности, осуществляется следующий не менее важный и сложный этап. Это критическая оценка данных идей, проектов, и на основе чего осуществляется выбор наиболее удачного варианта не только с позиций технической, экономической эффективности, но и отвечающий показателям экологической безопасности.

Здесь возникают определенные трудности психологического плана. Не всегда сочетаются экономические и экологические интересы. Соблюдение определенных экологических норм и положений в производственной практике часто вступает в противоречие с экономическими интересами, вплоть до пересмотра природоохранных нормативов в выгодную, но экологически небезопасную сторону. В этом плане следует напомнить высказывание В.В. Путина на встрече с главой МОК по подготовке Олимпиады – 2014 Жан-Клодом Килли: «Из приоритетов по важности между деньгами и

экологией мы делаем выбор в пользу экологии. Иначе природе будет нанесен такой ущерб, который мы не сможем устранить никакими финансовыми усилиями»[14]. Поэтому возникает острая необходимость анализировать возможные экологические риски, так как, в конечном счете, они могут нанести значительный экономический ущерб обществу.

Анализ экологических характеристик должен основываться на системном принципе, то есть с учетом всех составных элементов в их взаимодействии, взаимосвязи. Подобный анализ требует определенного навыка и осуществляется под руководством опытного преподавателя, что позволяет рассматривать существенные, значимые аспекты анализируемого объекта. Но провести анализ того или иного объекта еще недостаточно, требуется еще конструктивно найти и предложить альтернативные варианты. Можно также выбрать из предложенных группой разработки оптимальный вариант, обеспечивающий уменьшение вероятности экологических рисков, последствий.

Следует отметить, что креативная группа критики не имеет правовых, административных и других обязательств. Все ее предложения носят рекомендательный характер, которые либо утверждает, либо отвергает руководитель группы, ведь это учебный процесс, и здесь важен лишь исследовательский, научный аспект, но, тем не менее, выводы должны быть доказательны, аргументированы. В этом плане встает следующее необходимое требование к участникам креативной группы, которое имеет очень большое значение. В креативной группе важным моментом является процесс формирования экологической ответственности, навыков соблюдения принципов профессиональной этики, этических норм, которые должны быть в единстве с профессионализмом при разработке технических систем.

Итак, краткий анализ различных циклов решения экологических проблем от генерации идей, их выбора, критики показывает всю сложность достижения приоритета экологической безопасности. Возникают серьезные противоречия между экологическими, экономическими, технологическими и другими аспектами используемой технологии. Внедрение современных достижений науки и техники, а также принципов креативности при решении экологических проблем значительно облегчает и ускоряет достижение экологически безопасных результатов.

В итоге в качестве выводов следует выделить следующие положения работы в креативных группах, которые отмечают сами студенты:

1. При работе в креативных группах становятся более понятными задачи и функции будущего инженера. Формируются навыки творческого подхода в инженерной деятельности, навыки анализировать и выбирать оптимальное решение из множества возможных вариантов.
2. Обосновывается практическая значимость знаний по инженерным дисциплинам, что вырабатывает более серьезное отношение к учебному процессу, стимулирует самообразование.
3. Формируется междисциплинарный подход в решении технических и экологических задач, осознается его необходимость и значение.
4. Оказывает положительное влияние на развитие личности.

Студенческая креативная группа, которая занималась анализом и критикой выдвинутых идей, также высказала некоторые положения, в частности, о препятствиях, которые возникали в работе.

1. Критиковать – значит быть невежливым.
2. Опасение критики, возможна неадекватная реакция на критику.
3. В техническом плане осуществим анализ той или иной идеи, но оценить экономическую, экологическую эффективность выдвигаемых проектов достаточно сложно, что затрудняет выбор оптимального варианта и требуется компетентная консультация преподавателя. Но выбор оптимального варианта - самый интересный вопрос.
4. Формирование убеждения о необходимости развития навыков критического мышления.

### **Заключение**

Итак, краткий анализ работы студенческих креативных групп показывает необходимость поиска и внедрения в учебный процесс новых активных форм обучения, направленных на подготовку будущих инженеров с экологической направленностью и на формирование практических навыков разработки экологически безопасных технических систем и технологий. Подчеркивается значимость и необходимость приоритета экологической безопасности.

В студенческих креативных группах результативность работы связана также с применением методов активизации поиска инженерных идей и решений, междисциплинарного и системного подходов при разработке экологически безопасных технических систем и технологий.

Особый интерес вызывает обсуждение применения «Методических рекомендаций для анализа вредных воздействий технических систем на человека и окружающую среду». При этом у студентов возникают идеи, предложения относительно разработки экологически безопасных технических систем, технологий, техники безопасности в условиях промышленного производства.

Следует отметить, что процесс работы в студенческой креативной группе является творческим не только для студентов, но и для преподавателей. Положения, изложенные в данной работе, являются лишь частью решения задачи подготовки будущих инженеров с экологической направленностью. Это комплексная проблема, и требуется дальнейшая серьезная работа в данном направлении.

### **Список литературы**

1. Бушуев Н.Н., Бушуева В.В. Основные направления экологической подготовки будущего инженера // V Всероссийское совещания заведующих кафедрами вузов по вопросам образования в области безопасности жизнедеятельности и защиты

- окружающей среды (30 сентября - 6 октября 2013г.) : матер. / под ред. А.А. Александрова, В.А. Девисилова. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. С. 39-45.
2. Наилучшие доступные технологии // Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации: сайт. Режим доступа: <http://www.mnr.gov.ru/activities/list.php?part=1551> (дата обращения 15.05.2015).
  3. Александров А.А. От ремесленных мастерских – к национальному исследовательскому университету // Высшее образование в России. 2015. № 4. С. 72-79.
  4. Ревенков А.В., Резчикова Е.В. Теория и практика решения изобретательских задач: учеб. пособие. 2-е изд. М.: ФОРУМ, 2009. 384 с.
  5. Крюкова Л.И. Принципы отражения экономической действительности в деловых играх. М.: Наука, 1988. 204 с.
  6. Потапцев И.С., Бушуева В.В., Бушуев Н.Н. Основные направления технического творчества в инженерном образовании // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. 2014. № 8. С. 80-88.
  7. Бушуева В.В. Креативные группы в зарубежной практике // Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2012. № 6. Режим доступа: <http://technomag.edu.ru/doc/419183.html> (дата обращения 05.04.2015).
  8. Бушуева В.В., Бушуев Н.Н. Анализ форм организации и методов решения инженерных задач в зарубежной практике // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. 2015. № 3. С. 68-76.
  9. Mathieu-Batsch С. Invitation a la creativite. Paris: Les Éditions d'Organisation, 1983. 132 p.
  10. Альтшуллер Г.С. Найти идею. Введение в ТРИЗ – теорию решения изобретательских задач. М.: Альпина Паблишер, 2013. 410 с.
  11. Aznar Gi. La creativite dans l'ertrepise. Paris: Editions d'Organisation, 1971. 185 p.
  12. Вдовина Е.К. Критическое мышление и планируемые результаты обучения // XVIII Международная научно-практическая конференция (23-25 октября 2012 г.): сб. тр. СПб.: Изд-во Полит. Ун-та, 2012. С. 328-335.
  13. Королева А.В. Философские аспекты критического мышления // Психолого-педагогический журнал «Гаудеамус». 2011. № 1 (17). С. 16-22.
  14. Сидибе П. Воз природы. Владимир Путин приехал в Сочи // Российская газета. 2008. Федеральный выпуск № 4700, 4 июля. Режим доступа: [www.rg.ru/2008/07/04/sochi-putin.html](http://www.rg.ru/2008/07/04/sochi-putin.html) (дата обращения 20.05.2015).



## **Environmental Aspects of the Engineering Training at Technical University**

V.V. Bushueva<sup>1,\*</sup>, N. N. Bushuev<sup>1</sup>

[\\*vbys2008@rambler.ru](mailto:vbys2008@rambler.ru)

<sup>1</sup>Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia

---

**Keywords:** environmental training of students, environmental orientation of scientific knowledge, interdisciplinary approach, environmental responsibility, analysis of the harmful impacts of technical systems, creative groups, heuristic methods

---

**Problem relevance.** The article gives a justification for a need to train professionally competent, ecologically oriented engineers capable to create new equipment taking into account the ecological characteristics. Such approach expresses a requirement coherence to develop technical systems and technologies taking into account, both technical reliability and human and environmental safety. Today, in conditions of modern industrial production it is an important point in engineer's activity. So to train future engineers who meet these requirements new forms and methods are to be found.

**Objectives.** To prove that involvement of creative student's teams in training the future ecologically oriented engineers is of importance. The organisational structure and methods of activities along with the principles of revitalizing search for engineering ideas and solutions to develop environmentally safe technical systems and technologies allow us to solve more complicated problems. This is the important characteristic in activities of creative groups. The article considers a significance of the future engineer's responsibility in terms of environment safety. It gives "Methodical advices to analyse the operational impacts of technical systems on the human and environment" to show that there is a need in development of reliable and environment-safe technical systems.

**Novelty** of this work is a technique for the organization and forms of student creative team's activities. It represents a revised and updated option of a technique of the creative teams working at the industrial enterprises in France. The revised technique takes into consideration both the specifics of student's audience at technical university and the environment-oriented tasks to be solved. Efficiency of search and solution of environment-oriented engineering tasks is enhanced owing to use of revitalizing methods for the creative team's activities, which are widely used today in student teaching.

**Practical importance.** The practical importance of ideas and advices proposed in the article consists in the following:

- a) involvement of creative student's teams to gain practical skills in development of environment-safe technical systems;
- b) use of the organizational forms and methods of creative student team's activities taking into account a profile of other chairs;
- c) introduction of new teamwork form of student's activities in educational process.

## References

1. Bushuev N.N., Bushueva V.V. Main directions of the environmental training of the future engineer. *5 Vserossiiskoe soveshchaniya zaveduyushchikh kafedrami vuzov po voprosam obrazovaniya v oblasti bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti i zashchity okruzhayushchei sredy: mater.* [Proc. of the 5<sup>th</sup> all-Russian meeting of department heads of universities for education in the field of safety and environmental protection], September 30 – October 6, 2013. Moscow, Bauman MSTU Publ., 2013, pp. 39-45. (in Russian).
2. Nailuchshie dostupnye tekhnologii [The best available technology]. Ministry of Natural Resources and Environment of the Russian Federation: website. Available at: <http://www.mnr.gov.ru/activities/list.php?part=1551> , accessed 15.05.2015. (in Russian).
3. Aleksandrov A.A. From craft school to national research university of technique and technology. *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*, 2015, no. 4, pp. 72-79. (in Russian).
4. Revenkov A.V., Rezchikova E.V. *Teoriia i praktika resheniia tekhnicheskikh zadach* [Theory and practice of technical problems]. Moscow, FORUM Publ., 2009. 384 p. (in Russian).
5. Kryukova L.I. *Printsipy otrazheniya ekonomicheskoi deistvitel'nosti v delovykh igrakh* [The reflect principles of economic reality in business games]. Moscow, Nauka Publ., 1988. 204 p. (in Russian).
6. Potaptsev I.S., Bushueva V.V., Bushuev N.N. The main trends of technical creativity in engineering education. *Izvestiia vysshikh uchebnykh zavedenii. Mashinostroenie = Proceedings of Higher Educational Institutions. Machine Building*, 2014, no. 8, pp. 80-88. (in Russian).
7. Bushueva V.V. Creative groups in foreign experience. *Nauka i obrazovanie MGTU im. N.E. Baumana = Science and Education of the Bauman MSTU*, 2012, no. 6. Available at: <http://technomag.edu.ru/doc/419183.html> , accessed 05.04.2015. (in Russian).
8. Bushueva V.V., Bushuev N.N. Analysis of the forms of organization and methods of solving engineering problems in foreign practice. *Izvestiia vysshikh uchebnykh zavedenii. Mashinostroenie = Proceedings of Higher Educational Institutions. Machine Building*, 2015, no. 3, pp. 68-76. (in Russian).
9. Mathieu-Batsch C. *Invitation a la creativite* [Invitation for creativity]. Paris, Les Éditions d'Organisation, 1983. 132 p. (in French).
10. Al'tshuller G.S. *Naiti ideiu: vvedenie v TRIZ — teoriuu resheniia izobretatel'skikh zadach* [Find an Idea: Introduction to TRIZ — Theory of Inventive Problem Solving]. Moscow, Al'bina Publisher Publ., 2014. 410 p. (in Russian).

11. Aznar Gi. *La creativite dans l'entreprise* [Creativity in business]. Paris, Les Éditions d'Organisation, 1971. 185 p. (in French).
12. Vdovina E.K. Critical thinking and planning learning outcomes. *17 Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya sb. tr.* [Proc. of the 17<sup>th</sup> International Scientific-practical Conference], October 23-25, 2012. St. Petersburg, Polytechnical University Publ., 2012, pp. 328-335. (in Russian).
13. Koroleva A.V. Philosophical Aspects of Critical Thinking. *Psikhologo-pedagogicheskii zhurnal "Gaudeamus" = GAUDEAMUS. Psychological-Pedagogical Journal*, 2011, no. 1 (17), pp. 16-22. (in Russian).
14. Sidibe P. Nature. Vladimir Putin arrived in Sochi. *Rossiiskaya gazeta*, 2008, federal iss. 4700, July 4. Available at: [www.rg.ru/2008/07/04/sochi-putin.html](http://www.rg.ru/2008/07/04/sochi-putin.html) , accessed 20.05.2015. (in Russian).