

To sum up, all these facts prove that inventions are inevitable. Even if a particular inventor had never been born, there is a great chance that someone else would still have created the invention. The fact that certain ideas or inventions occur at the same time to different people proved that they seem to have been destined to come about precisely when they did because of cultural factors [5].

Speaking for myself, I absolutely support this theory and believe that inventions are the necessary results of a social process and independent simultaneous discoveries are unavoidable.

#### REFERENCES:

1. Martin Griswold. Are inventions inevitable? Simultaneous invention and the incremental nature of discovery. – November 25 2012 [electronic resource] Access mode: <https://mgriz.wordpress.com/2012/11/25/are-inventions-inevitable-simultaneous-invention-and-the-incremental-nature-of-discovery/>
2. Reijo Miettinen. Theories of Invention and an Industrial Innovation// Science Studies. – (1996) – Vol. 9, No. 2 – p. 34-38.
3. Mark A. Lemley. The myth of the sole inventor.- U of M Law School Publications Center, 2011- p.13
4. William F. Ogburn, Dorothy Thomas. Are Inventions Inevitable? A Note on Social Evolution // Political Science Quarterly – 1922 – Vol. 37, No. 1 – p.83.
5. Eugene Garfield. Multiple Independent Discovery & Creativity in Science// Current Contents – N 44 – November 3, 1980 – p.5.

Scientific adviser: V.S. Ivanova, Ph.D., Associate Professor, Tomsk Polytechnic University.

### **ПРИМЕНЕНИЕ КЕЙС-МЕТОДА ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ БУДУЩИХ ЭНЕРГЕТИКОВ**

Е.Я. Бельская, Н.А. Старцев, В.В. Шестакова  
Томский политехнический университет  
Энергетический институт

Несмотря на то, что ВУЗы России каждый год выпускают тысячи молодых специалистов с высшим техническим образованием, в нашей стране имеется дефицит высококвалифицированных инженерных кадров. Проблема характерна не только для России, педагоги

высших учебных заведений всего мира пытаются ответить на вопрос, что делать для повышения качества обучения будущих инженеров [1–7], как сформулировать учебные планы [8–12].

Один из способов повышения заинтересованности студентов – кейс-метод, который впервые был применен в Гарвардском университете в 1924 году. Можно отметить, что до сих пор этот университет является лидером «кейс-индустрии» всего мира. Почти столетний опыт применения кейс-метода позволяет сделать однозначный вывод об эффективности и привлекательности данного активного метода обучения.

Суть кейс-метода можно коротко описать так: это практическая задача, основанная на реальной ситуации, которая не имеет однозначного решения. При написании заданий для кейсов большое значение имеет сюжетная канва, позволяющая сделать задание увлекательным, динамичным и хорошо запоминающимся. Для создания интересного сюжета рекомендуется применять оперативную информацию из средств массовой информации, фрагменты из известных художественных произведений или придумывать собственные сюжеты и персонажи. Участники, разбитые на команды, должны предложить несколько или один, с их точки зрения оптимальный, вариант решения проблемы, опираясь на свои теоретические знания, экономические расчеты, логику и интуицию. Задание для кейса одновременно является техническим заданием и источником информации для его решения, поэтому авторы кейсов не должны забывать о научной корректности исходных данных.

За рубежом и в России имеется немалый опыт разработки кейсов по таким направлениям, как экономика, бизнес, управление и др. В России в последние годы активно развивается технология инженерных кейсов, предназначенных для студентов и молодых специалистов горного дела [13]. Впервые в России (а, возможно, и в мире) кейс-технология для обучения будущих энергетиков была применена в 2014 г. Опыт создания первых энергетических кейсов для студентов энергетических специальностей имеется в Уральском Федеральном университете (доцент кафедры АЭС Егоров А.О.).

В 2015 г. перед сотрудниками кафедр Электроэнергетических систем (ЭЭС) и Электрических сетей и электротехники (ЭСиЭ) Энергетического института Национального исследовательского Томского политехнического университета (ТПУ) была поставлена задача разработки инженерного кейса по энергетике для школьников 10-х, 11-х классов для занятий по профориентации. В частности, кейс планиру-

ется использовать для занятий со школьниками г. Зеленогорска в марте 2016 г. во время каникул.

При разработке задания кейса должны быть учтены следующие условия:

- очень ограниченные временные рамки, на решение кейса отводится по 3 часа в течение четырех дней (заранее, как это обычно делается, задание школьникам не выдается);
- полное отсутствие подготовки участников в области энергетики.

В данной работе предложена возможная структура энергетического инженерного кейса для такой специфичной аудитории, как школьники. Первый вопрос, который встает перед авторами: формулировка проблемы. Для школьников более подходящим, по мнению авторов, является не реальный кейс, так называемый - «полевой», как для студенческой аудитории, а «кресельный», т.е. полностью вымышленный кейс.

Задание, оформленное в виде небольшого художественного рассказа, включает в себя описание богатого ископаемыми, но малонаселенного района северо-восточной части России. Действующие лица – молодые выпускники энергетических институтов, перед которыми открываются большие перспективы при реализации нового глобального проекта России. Перед героями рассказа, то есть перед нашими юными энергетиками, ставится задача электрофикации заданного района с учетом будущего строительства жилых поселков, обеспечения энергией золотых и алмазных приисков, а также строительства тепловой электростанции (ЭСТ) для обеспечения тепло- и электроснабжения всей инфраструктуры.

Далее разделим общее задание на 4 части, в соответствии с количеством рабочих дней, отведенных на решение.

День 1. Школьникам выдается карта местности, на которой указаны реки, озера, имеющиеся дороги, населенный пункт, месторождения золота, алмазов, угольный карьер, а также отмечены около дюжины мест, подходящих для строительства жилых поселков и несколько мест, подходящих для строительства тепловой электростанции. Также заданы минимальные и максимальные мощности всех нагрузок (прииски, угольный разрез, бытовая нагрузка) с учетом перспективы на 15 лет.

Участникам нужно принять решение, где построить электростанцию и жилые поселки, определить установленную мощность электростанции и выбрать генераторы нужной мощности из списка, предложенного в задании. Кроме того, необходимо придумать названия для поселков, приисков и ЭСТ.

При решении школьники должны руководствоваться дополнительными условиями. Например, электростанция должна быть построена рядом с водоемом и поближе к угольному разрезу, поселки должны быть расположены ближе к приискам. Но, с другой стороны, они не должны быть слишком удалены от ЭСТ, иначе будут слишком большие потери тепла при передаче. На ЭСТ должен быть предусмотрен резервный генератор, необходимо учесть технологический минимум генераторов по выработке энергии и т.д.

**День 2.** Задание – спроектировать электрическую сеть для передачи электрической энергии от ЭСТ к потребителям. Местоположение всех объектов выработки и потребления энергии уже известно. Учитывая отсутствие специальной подготовки участников необходимо заранее разработать несколько вариантов схем электроснабжения радиальной, кольцевой, смешанной структуры. Школьники должны будут выбрать один вариант, например, из пяти возможных исходя из двух условий: первое – суммарная длина линий должна быть минимальна, второе – каждый потребитель должен снабжаться не менее чем по двум линиям. Кроме того, нужно будет выбрать напряжение сети исходя из стоимости строительства 1 км воздушной линии при разных номинальных напряжениях и величины потерь при передаче энергии на известные расстояния.

**День 3.** В этот день команда делится на группы по 2-3 человека, которые решают задания разного направления. Одно из заданий включает в себя технико-экономические расчеты и предусматривает определение суммарной стоимости спроектированной мини-энергосистемы (электростанция, повышающие трансформаторы, линии, понижающие трансформаторы на подстанции). Другие представители команды решают задачи, связанные с некоторыми частными вопросами эксплуатации энергообъектов, например, с расчетом тока исходя из заданной мощности нагрузки и выбором нужного сечения провода воздушной линии.

**День 4.** Подготовка итоговой презентации и доклада. Распределение ролей между докладчиками.

Роль преподавателя во время решения кейса столь неподготовленной аудиторией очень велика. Преподаватель должен ежедневно ненавязчиво задавать направление дискуссии, поддерживать деловой настрой, оценивать вклад школьников в анализ ситуации. Если сочтет необходимым, назначать спикера своим волевым решением.

Как известно, одно из самых сильных средств стимулирования обучения и активизации познавательной активности – это ощущение успеха. Кейс-метод позволяет в полной мере сформировать устойчи-

вую позитивную мотивацию и подчеркнуть достижения каждого участника. Авторы надеются, что предложенный энергетический кейс в полной мере будет способствовать индивидуальному и групповому развитию, развитию компетенций, как профессиональных, так и универсальных, формированию навыков выполнения сложных заданий в составе группы и, самое главное, поможет школьникам сделать правильный выбор будущей профессии [14].

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Becker F.S. Why Don't Young People Want to Become Engineers? Rational Reasons for Disappointing Decisions//European Journal of Engineering Education, Vol. 35, No. 4, 2010.
2. Richard K. Miller. From the Ground up: Rethinking Engineering Education for the 21st Century. Symposium on Engineering and Liberal Education, Union College, Schenectady, NY, June 4-5, 2010.
3. Graham R. Achieving Excellence in Engineering Education: Ingredients of Successful Change, the Royal Academy of Engineering, London, 2012.
4. Lönngren J., Hanning A. Is it sustainable to educate engineers? Reflections on the purpose of Engineering Education//Engineering Education for Sustainable Development, Cambridge, UK. September 22 – 25, 2013.
5. Crawley E. F., Edström K. Stanko T. Educating Engineers for Research-based Innovation – Creating the Learning Outcomes Framework//Proc. of the 9th International CDIO Conference, Massachusetts Institute of Technology and Harvard University School of Engineering and Applied Sciences, Cambridge, Massachusetts, June 9 – 13, 2013.
6. Roberts, E. B. and Eesley, C. E., “Entrepreneurial Impact: The Role of MIT – An Updated Report”, Foundations and Trends in Entrepreneurship, Vol. 7, Nos. 1-2, 2011, 1-149.
7. Maassen P. and Stensaker B., “The knowledge triangle, European higher education policy implications”, Journal of Higher Education, v. 61, 2011, 757-769.
8. Всемирная инициатива CDIO. Планируемые результаты обучения (CDIO Syllabus): информационно-методическое издание / Пер. с англ. и ред. А.И. Чучалина, Т.С. Петровской, Е.С. Кулюкиной; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 22 с.

9. Edward F. Crawley, Kristina Edström, Tanya Stanko. EDUCATING ENGINEERS FOR RESEARCH-BASED INNOVATION – CREATING THE LEARNING OUTCOMES FRAMEWORK // Proceedings of the 9th International CDIO Conference, Massachusetts Institute of Technology and Harvard University School of Engineering and Applied Sciences, Cambridge, Massachusetts, June 9 – 13, 2013.
10. Chuchalin A.I. RAEE Accreditation Criteria and CDIO Syllabus: Comparative Analysis. // Materials of the 8th International CDIO Conference, Queensland University of Technology, Australia. – 1-4 July 2012. – p. 870-878.
11. Crawley E.F., Lucas W.A., Malmqvist J., Brodeur D.R., “The CDIO Syllabus v2.0: An update statement of goals for engineering education”, Proceedings of the 7th International CDIO Conference, Technical University of Denmark, Copenhagen, June 20-23, 2011.
12. Берестова С.А. Проектирование общеинженерного модуля программ производственно-технологического бакалавриата // Инженерное образование, 2014, №14. – С. 100–105.
13. Студенты ПНИПУ - участники Системы мониторинга АО «Минерально-химическая компания «ЕвроХим», дата обращения 10.09.2015 <http://pstu.ru/news/2014/12/08/3424/>
14. Е. Я. Бельская, В. В. Шестакова. Проектная и исследовательская деятельность школьников из БФ "Надёжная смена" // Информационные технологии в образовании XXI века: сборник научных трудов III Всероссийской научно-практической конференции, г. Москва, 2013 г. / Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ". — Москва: Изд-во НИЯУ МИФИ, 2013. — С. 322-326.

Научный руководитель: В.В. Шестакова, к.т.н., доцент, кафедра ЭЭС ЭНИН ТПУ.