

## ПРАКТИКА ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ БАКАЛАВРОВ НАПРАВЛЕНИЯ ИННОВАТИКА

Волкова О.С.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный университет экономики и управления “НИИХ”», Новосибирск, e-mail: o.s.volkova@edu.nsuem.ru

В данной работе описывается опыт преподавания дисциплины «Проблемы энергетики и энергосберегающих технологий» для студентов, обучающихся по образовательной программе для направления 27.03.05 Инноватика (уровень бакалавриата) в НГУЭУ. Изучение указанного курса способствует формированию у студентов представления о современных технологиях получения энергии, закладывает основы знаний о принципах рационального использования энергоресурсов и энергии. Необходимость последнего подчеркивается приводимыми статистическими данными о непрерывном росте энергопотребления и сроках исчерпания разведанных запасов невозобновляемых энергоресурсов. На аудиторных занятиях наряду с традиционными формами работы используются и интерактивные формы преподавания, такие как выполнение творческих заданий, поиск и анализ информации в сети Интернет. Выступление студентов с докладами по актуальным вопросам для энергетики региона и последующее обсуждение работ в группе способствуют закреплению теоретического материала и росту интереса к теме. На примере конкретных заданий показано, как могут использоваться на занятиях компьютерные технологии, и указывается, что их применение во многом облегчает освоение изучаемых тем для студентов. Итоговая проверка знаний осуществлялась в форме экзамена по билетам.

Ключевые слова: направление Инноватика, бакалавриат, дисциплина «Проблемы энергетики и энергосберегающих технологий», энергоресурсы, ресурсообеспеченность.

## PRACTICE OF APPLICATION OF THE MODERN TEACHING TECHNOLOGIES FOR BACHELORS OF THE DIRECTION INNOVATION

Volkova O.S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>FGBOU VO «Novosibirsk state university of economics and management», Novosibirsk, e-mail: o.s.volkova@edu.nsuem.ru

In this paper the teaching experience of the discipline «The problems of energetics and energy saving technologies», for students which are tutored according the educational program on the direction 27.03.05 Innovation (bachelor's level) in NSUEM, is described. The studying of the specified discipline contributes to the formation in students of the insight on the modern technologies of energy generation, establishes the foundations of knowledge about the rational use of the energy resources and energy. The necessity of the later is emphasized by quoted statistical data on the continuous growth of the energy consumption and on the deadlines of exhaustion of the proved reserves of non-renewable energy resources. In classroom lessons, along with traditional forms, the interactive methods of teaching, such as performing of some creative tasks, searching and analysis of information on the Internet, are used. The presentation of student's reports on the actual problems of regional energetics and the subsequent discussion concerning these speeches in team promote to the consolidation of theoretical material and to the increase of interest about the subject. In the terms of specific tasks, it has pointed out how the computer technologies could be used in classroom work, and it is indicated that their application greatly facilitates for students the comprehending of the topics under study. The final grading has carried out in a form of exam with tickets.

Keywords: direction Innovation, bachelor's level, discipline «The problems of energetics and energy saving technologies», energy resources, resource availability.

Направление ВПО «Инноватика», отнесенное к группе «Управление в технических системах», было утверждено приказом Министерства образования Российской Федерации № 3676 от 25.09.2003 г. [1], и в том же году для него был разработан и введен первый Государственный образовательный стандарт [2]. А к 2022 г. это направление подготовки (по данным сайта Вузотека.ру [3]) представлено уже в 63 вузах России, одним из которых является

Новосибирский государственный университет экономики и управления «НИНХ». Здесь обучение по направлению Инноватика (профиль – «Управление инновациями (по отраслям и сферам экономики)») открылось в 2007 г. При поступлении требуется результат ЕГЭ по математике и физике, балл не меньше 39. При разработке ООП в рабочий учебный план по Инноватике среди других профессиональных дисциплин в рамках вариативной части была включена дисциплина «Проблемы энергетики и энергосберегающих технологий». Предполагается, что ее введение должно способствовать как личностному развитию студента, так и успешной работе в выбранной им сфере профессиональных интересов.

Цель данного исследования заключается в презентации опыта использования различных педагогических методик при изучении студентами теоретических положений в области получения энергии и реализованных на практике технологий.

### **Материалы и методы исследования**

Материалом исследования являлись образовательные стандарты высшего образования, РУП по направлению 27.03.05 Инноватика, статистические отчеты по тематике, личные разработки автора для проведения лекционных и практических занятий. Использовались теоретические (анализ научной и учебно-методической литературы, а также документов и отчетов по проблеме исследования) и эмпирические (наблюдение, анализ опыта преподавания) методы исследования.

### **Результаты исследования и их обсуждение**

Как указано в рабочей программе дисциплины «Проблемы энергетики и энергосберегающих технологий», основная цель курса – «ознакомление студентов с базовыми принципами современных технологий получения энергии, с методологией решения проблем энергетики на основе достижений фундаментальных наук, а также с возможностями более рационального использования выработанной энергии» [4]. Исходя из описанной цели в процессе изучения дисциплины решаются такие задачи, как:

- усвоение студентами фундаментальных понятий и инновационных идей современной энергетики;
- формирование представления об особенностях наукоемких технологий в области энергосбережения и о перспективах развития энергетики;
- формирование представления о современном состоянии топливно-энергетического комплекса России;
- выработка отношения к энергетике как к основе современной экономики.

Однако, когда в 2011 г. произошел переход к образовательным стандартам 3-го поколения, от дидактических единиц к компетенциям, то оказалось, что в разработанных Минобрнауки формулировках компетенций для направления Инноватика какие-либо

упоминания об энергетике, энергоэффективности, энергосбережении отсутствуют. Поэтому подобрать полностью подходящую профессиональную компетенцию не удастся, и в результате за дисциплиной в РУП была закреплена компетенция, в которой хотя бы упоминается термин «ресурс», – это отнесенная к организационно-управленческой деятельности ПК-5: «определять стоимостную оценку основных ресурсов и затрат по реализации проекта» [5]. Однако при изучении курса основной упор делается все же на знакомство с базовыми принципами технологий получения и преобразования энергии, с современными тенденциями энергосбережения в различных отраслях промышленности, дальнейшими направлениями совершенствования технологий (повышения КПД, использования ВЭР и развития альтернативной энергетики) и пр. В таком случае логично было бы дополнить эту неблизкую к содержанию предмета компетенцию общекультурной, например ОПК-7 – «способность применять знания математики, физики и естествознания, химии и материаловедения, теории управления и информационные технологии в инновационной деятельности» [5].

Поскольку согласно РУП данная дисциплина относится к 4-му году обучения, то ее изучению предшествует освоение таких базовых дисциплин, как «Физика и естествознание» и «Химия и материаловедение», где рассматриваются и анализируются теоретические положения термодинамики. В другой блок предшествующих дисциплин, связанный с инженерными аспектами инновационной деятельности, входят «История науки и техники», «История и методология инженерного дела». Здесь наряду с рассмотрением научных идей и технических решений прошлого, что является неотъемлемым элементом культуры специалиста, также поднимаются вопросы современных проблем человечества, порождаемых научно-техническим прогрессом, и поиска путей их решения. Технологическая составляющая представлена в обучении предшествующей дисциплиной «Промышленные технологии и инновации», в рамках которой происходит формирование фундаментальной базы знаний о технологиях по отраслям промышленности и выпускаемому конечному продукту, а также умения сравнивать традиционные и новые технологии, рассчитывать основные технологические параметры процессов, в том числе и энергетические.

Учебный план по дисциплине «Проблемы энергетики и энергосберегающих технологий» предусматривает проведение лекционных, а также практических (семинарских) занятий. Здесь применяются инновационные технологии, такие как информационно-коммуникационные, личностно-ориентированные, дидактические и др. [6]. На семинарах студенты разбирают типичные расчетные задачи, находят в Интернете и анализируют научные публикации по теме, сопоставляя прочитанное с теоретическими знаниями и возможностью последующего применения рассматриваемой информации в своей профессиональной

деятельности, а также выполняют творческие задания, в том числе в форме доклада по выбранной для более детального изучения теме.

К примеру, в ходе первой лекции дается определение понятий «энергия», «первичные энергетические ресурсы» и разбираются масштабы их использования современной цивилизацией. Так, по данным сайта [ourworldindata.org](http://ourworldindata.org), за период с начала промышленной революции с 1800 по 2019 гг. (т.е. до начала пандемии) потребление первичных энергетических ресурсов увеличилось в 28,1 раза и достигло 158 839 ТВт·ч. В качестве другого источника информации используются отчеты компании British Petroleum (BP) [7], где приводится цифра мирового потребления энергоресурсов 583,9 ЭДж. Соответственно, возникает необходимость привести данные к одинаковой размерности, выяснить, какие еще единицы энергии используются в энергетике (например, тонна условного топлива, баррель нефтяного эквивалента и пр.) и в науке (электрон-вольт, эрг, калория), как соотносятся эти значения энергии с привычными нам действиями (скажем, работа человека по поднятию тяжестей, выстрел из ружья, взрыв атомной бомбы), с процессами в микромире (энергия электрона в атоме водорода, деления ядра урана, кванта видимого света), с астрономическими событиями (годовое излучение Солнца, вспышка сверхновой звезды) – это демонстрируется по логарифмической шкале энергий, приведенной в [8]. Для перевода единиц можно использовать онлайн-конвертер величин, например сайт [convert-me.com](http://convert-me.com).

Кроме того, в отчетах BP приводятся и оценки по запасам невозобновляемых энергоресурсов, доля которых в общемировом потреблении составляет 88,5%. Информация представлена по миру в целом, по континентам и отдельным странам, а также указываются сроки возможного исчерпания энергоресурсов при текущем уровне добычи: нефть – 49,9 года (для РФ – 25,5 года), природный газ – 49,8 года (для РФ – 55,9 года), уголь – 132,0 года (для РФ – 369,0 лет) [7]. Оценки британской компании несколько отличаются от данных Минприроды РФ, приводимых в [9], из которых следует, что ресурсообеспеченность по нефти для РФ составляет 33,5 года, по природному газу – 70,9 года, по углю – 282,8 года. Учащимся предлагается произвести свою оценку того, как на эти сроки повлияет прогнозируемое экспертами увеличение потребления энергоресурсов (например, в [10] предполагается ежегодный рост на 1,13%). А значит, дополнительно подчеркивается актуальность энергосбережения. Неслучайно в некоторых вузах предусмотрено рассмотрение этих вопросов в рамках отдельного курса [11].

Далее на одном из семинарских занятий более детально рассматривается вопрос о теплотворной способности различных углеводородных топлив. Студентам предлагается рассчитать этот показатель для определенного вида ресурсов, используя эмпирические формулы Менделеева, связывающие теплоту сгорания с составом топлива. Эти вычисления

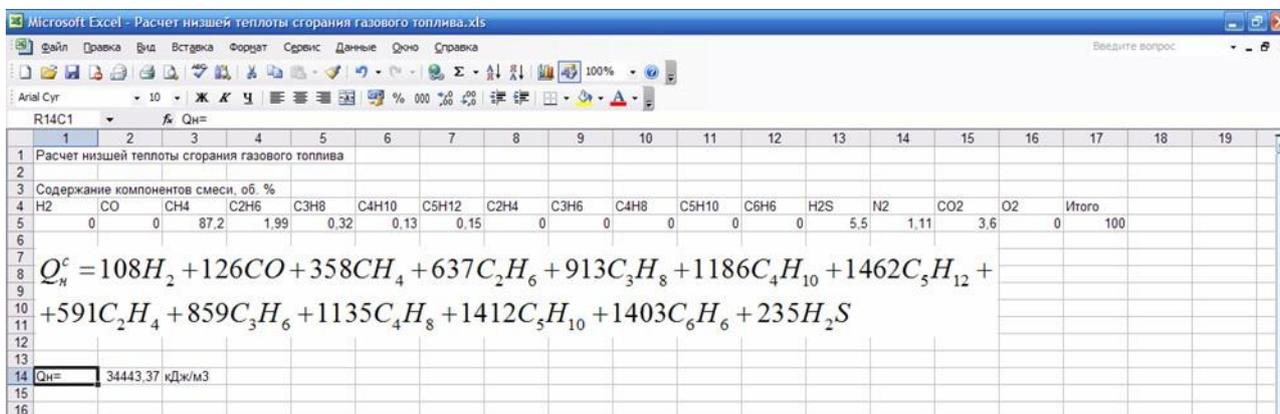
существенно облегчаются, если использовать компьютерные программы (Mathcad или Excel), поскольку часто в процессе решения приходится производить много однообразных вычислений. Взамен этого для рассматриваемых заданий предлагается использовать шаблоны, основанные на программе Excel, ведь этой программой, в отличие от Mathcad, большинство студентов умеют пользоваться еще со школы.

Проиллюстрируем, как можно использовать подобный шаблон на примере расчета низшей теплоты сгорания  $Q_H$  сухого газа. Так, согласно [12]:

$$Q_H = 108 \cdot H_2 + 126 \cdot CO + 358 \cdot CH_4 + 637 \cdot C_2H_6 + 913 \cdot C_3H_8 + 1186 \cdot C_4H_{10} + 1462 \cdot C_5H_{12} + 591 \cdot C_2H_4 + 859 \cdot C_3H_6 + 1135 \cdot C_4H_8 + 1412 \cdot C_5H_{10} + 1403 \cdot C_6H_6 + 235 \cdot H_2S, \text{ (в кДж/м}^3\text{)};$$

где  $C_nH_m$ ,  $H_2S$ ,  $H_2$  и  $CO$  – концентрации индивидуальных компонентов природного газа в объемных процентах, а коэффициенты учитывают тепловые эффекты при сгорании соответствующего компонента топлива.

При расчете по данной формуле с помощью калькулятора любая невнимательность при наборе цифр станет причиной ошибки в итоговом значении, причем проверке подобная неточность студента просто не поддается. А если на данной стадии была допущена чисто арифметическая ошибка, то последующие вычисления, по сути, теряют смысл. Однако использование файла-шаблона (рисунок) позволит исключить ошибку такого вида.



*Использованный шаблон Excel для расчета низшей теплоты сгорания сухого газа*

Основываясь на указанном в условии задачи составе газового топлива, студент вводит свои данные в строку R5 (при этом по мере ввода одновременно меняется и значение общего содержания компонентов в ячейке R5C17, которое при правильном наборе всех данных должно составить 100%). Под строкой с данными приводится расчетная формула, а в ячейке R14C2 отображается посчитанное программой по ней искомое значение низшей теплоты сгорания для исследуемого топлива. В дальнейшем в зависимости от условий предложенной задачи полученное значение может быть использовано, например, для расчета низшей

теплоты сгорания влажного газа, объема полученных газообразных продуктов сгорания, КПД котельного агрегата и пр. Применение подобных шаблонов при проведении на семинарских занятиях проверочных работ существенно ускоряет процесс решения, так что можно констатировать, что студенты, использовавшие программу Excel во время контрольных, сумели разобрать и решить большее число заданий, чем те, кто производил вычисления обычным методом [13].

В качестве другого примера компьютерных программ, рекомендуемых студентам для работы, можно указать интернет-справочник «Расчет и графическая иллюстрация основных термодинамических циклов» [14]. В нем созданы шаблоны (на основе Mathcad) для решения некоторых типичных задач по применению термодинамических циклов в энергетике. Впрочем, использование сторонних ресурсов несет в себе и определенные отрицательные моменты. Во-первых, в ряде задач справочника пояснения, как именно был получен искомый результат, сведены до минимума. Так что для плодотворной работы с ним желательно предварительно разобрать эти задачи отдельно, с подробным объяснением алгоритма. А во-вторых, внести какие-либо изменения в условия задач этот интернет-ресурс не позволяет. И если опираться только на готовые разработки, то от преподавателя может потребоваться определенная корректировка в работе, чтобы подстроиться под задания, имеющиеся в используемых ресурсах. Еще одним минусом данного ресурса является то, что некоторая часть студентов не имеют опыта работы с Mathcad [13].

Также в качестве еще одной формы самостоятельной работы по дисциплине студенты готовят доклады с презентацией о предприятиях энергетической отрасли города, региона или зарубежных стран. В процессе подготовки к докладу они осуществляют поиск научно-технической информации, обращаясь к первоисточникам – научным статьям и обзорам по теме, интернет-сайтам рассматриваемых предприятий, статистическим отчетам различных ведомств; делают выписки, составляют библиографию, подбирают наглядные формы представления информации (диаграммы, графики, таблицы). Здесь развивается такое качество, как web-самостоятельность, которое подразумевает у участника образовательного процесса умение ориентироваться в информационном пространстве [15]. В докладах обязательно обсуждается информация о КПД используемых устройств, о возможностях его повышения, мероприятиях, предпринимаемых для экономии энергии и минимизации воздействия на окружающую среду, и пр. При этом часто поднимаются весьма злободневные для региона вопросы, такие как проблема перевода ТЭЦ с каменного на бурый уголь, экологические последствия работы гидроэлектростанции, возможности развития в Сибирском регионе альтернативной энергетики (солнечной, ветровой) и др.

Выступление студентов с подготовленными докладами и последующее обсуждение их работ в группе являются важной частью процесса обучения. При этом проверяется, насколько обучающийся способен выделить наиболее важные моменты в тексте, проанализировать имеющуюся научно-техническую информацию, привести оптимальные технологические решения, учитывающие интересы энергосбережения и экологической безопасности. Подчас доклады вызывают дискуссию среди одногруппников, поскольку вопросы, поднимаемые в них, затрагивают в той или иной мере всех жителей города.

Итоговая аттестация проводится в виде экзамена по билетам, где проверяется как знание студентом теоретических принципов энергетики, так и сформированное умение разбирать типичные расчетные задачи. Количественные результаты проведения экзамена за период с 2016 по 2021 гг.: всего сдавали 78 студентов, из них положительную оценку по предмету получили 64 (82%), при этом за последние 3 года оценки «неудовлетворительно» не ставились, после первой пересдачи все 100% учащихся были аттестованы по предмету. Доли студентов, получивших «отлично» и «хорошо», составили соответственно 25,6% и 35,9%.

Предполагается, что после изучения описанного курса студенты смогут применять полученные знания как в быденной жизни, так и на производстве. Подтверждением этому может служить тот факт, что объектом ВКР у нескольких выпускников было предприятие Новосибирскэнергосбыт, а в некоторых ВКР также рассматривались аспекты использования солнечных батарей для различных организаций Новосибирской области.

Также, помимо знаний по предмету, в процессе обучения формируются навыки использования ИКТ, умения творчески мыслить, самостоятельно обучаться и работать в команде. Эти качества можно считать показателями уровня сформированности для ОПК.

### **Заключение**

Проведение занятий по дисциплине «Проблемы энергетики и энергосберегающих технологий» восполняет у студентов пробелы в знаниях, связанные с технологиями получения и рационального использования энергии. Это также способствует пониманию, что при внедрении инноваций необходимо учитывать аспекты энергосбережения, а кроме того, вызывает существенный интерес к научной литературе и публикациям в СМИ по указанной тематике. Следует, однако, заметить, что в 2019 г. в НГУЭУ был изменен профиль обучения для направления Инноватика, теперь это «Инновации в ИТ-сфере». И в дальнейшем в связи с изменениями в учебных планах студенты будут знакомиться с этими вопросами уже не в рамках отдельной дисциплины, а в формате отдельных тем в других курсах.

### **Список литературы**

1. Приказ Министерства образования Российской Федерации от 25.09.2003 № 3676 "О создании направления подготовки бакалавров «инноватика»". [Электронный ресурс]. URL: <http://www.edu.ru/documents/view/16035/> (дата обращения: 22.08.2022).
2. Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования направление 553800 – Инноватика, степень (квалификация) – бакалавр техники и технологии. [Электронный ресурс]. URL: <https://refdb.ru/look/2088073.html> (дата обращения: 22.08.2022).
3. Вузы России со специальностью инноватика – 27.03.05. [Электронный ресурс]. URL: <https://vuzoteka.ru/%D0%B2%D1%83%D0%B7%D1%8B/%D0%98%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0-27-03-05> (дата обращения: 22.08.2022).
4. Волкова О.С. Рабочая программа дисциплины Проблемы энергетики и энергосберегающих технологий. Направление 27.03.05 Инноватика. [Электронный ресурс]. URL: [https://nsuem.ru/education/umm\\_prep/?d=1658979029&hash=02c616ce5a46475b15c608876c562ef3&type=umm](https://nsuem.ru/education/umm_prep/?d=1658979029&hash=02c616ce5a46475b15c608876c562ef3&type=umm) (дата обращения: 22.08.2022).
5. Приказ Минобрнауки России от 11.08.2016 № 1006 "Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 27.03.05 Инноватика (уровень бакалавриата)". [Электронный ресурс]. URL: <https://fgosvo.ru/uploadfiles/fgosvob/270305.pdf> (дата обращения: 22.08.2022).
6. Раевская Л.Т., Карякин А.Л. Инновационные технологии в преподавании технических дисциплин // Современные проблемы науки и образования. 2017. № 5. [Электронный ресурс]. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=26753> (дата обращения: 08.09.2022).
7. Statistical review of world energy 2020. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2020-full-report.pdf> (дата обращения: 22.08.2022).
8. Лишевский В. Справочник Вселенная XX столетия. Энергия // Наука и жизнь. 1988. № 10. С. 32-33.
9. Государственный доклад «О состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2019 году». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rosnedra.gov.ru/data/Fast/Files/202105/da9530e87ca241467e176a41e0793ed4.pdf> (дата обращения: 22.08.2022).
10. Макаров А., Галкина А., Грушевенко Е., Грушевенко Д., Кулагин В., Митрова Т., Сорокин С. Перспективы мировой энергетики до 2040 г. // Мировая экономика и международные отношения. 2014. № 1. С. 3-20.

11. Джазовский Н.Б., Назиров Р.Р., Васильев П.В. Содержание курса «Энергосбережение» для высших и средних учебных заведений // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 6. [Электронный ресурс]. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=7490> (дата обращения: 08.09.2022).
12. Кульчицкий А.Р. Топлива для энергоустановок. Расчет термодинамических показателей: учеб. пособие. Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2009. 100 с.
13. Волкова О.С. Применение информационных технологий в практике проведения семинарских занятий при подготовке бакалавров техники и технологий // Современные технологии в физико-математическом образовании: сборник трудов научно-практической конференции (26-28 июня 2014 г., Челябинск) / под. ред. С.А. Загребинной. Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2014. С. 18-22.
14. Расчет и графическая иллюстрация основных термодинамических циклов. [Электронный ресурс] URL: <http://twf.mpei.ac.ru/tthb/2/tdc.html> (дата обращения: 22.08.2022).
15. Любимова Е.М., Хисамиева Р.М. Web-технологии как средство развития самостоятельности студентов вузов // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 3. [Электронный ресурс]. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=19097> (дата обращения: 08.09.2022).