

С.В. МЕЧИК
(Тюмень)

**ОСОБЕННОСТИ
КОНСТРУИРОВАНИЯ
ИНФОРМАЦИОННО-
КОМПЕТЕНТНОСТНЫХ ЗАДАЧ
В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ
МАТЕМАТИКЕ БУДУЩИХ
ИНЖЕНЕРОВ-ТЕХНОЛОГОВ**

Рассматривается возможность использования при обучении математике будущих инженеров-технологов кейсов, которые представлены в виде информационно-компетентностных задач. Решение данных задач позволяет формировать способность проведения анализа и оценки процессов и явлений, образующих химико-технологический процесс.



Ключевые слова: инженерное образование, кейс-технология, математическое моделирование, химико-технологический процесс, информационно-компетентностные задачи.

В настоящее время объектами профессиональной деятельности инженера-технолога являются технологические процессы установок нефтегазоперерабатывающих заводов. Для организации безаварийной эксплуатации технологического оборудования специалисту необходимо уметь анализировать и систематизировать информацию, представленную в технической документации, и на основе оценки различных факторов принимать решения об оптимизации работы химико-технологической системы.

На основе анализа федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» [3] и профессионального стандарта «Специалист по химической переработке нефти и газа» [2] можно сказать, что подготовка будущего инженера к осуществлению анализа и оценки технологической системы и отдельных ее узлов является необходимым условием становления квалифицированного специалиста. Формирование способности проведения анализа и оценки химико-технологического процесса у студентов технических вузов должно осуществляться на всех предметах, в том числе и на математи-

ке. В качестве средства подготовки будущих инженеров-технологов к анализу и оценке химико-технологического процесса при обучении математике может быть использована кейс-технология. Это обосновано тем, что:

– во-первых, данная технология позволяет учитывать междисциплинарные связи математики и профессионально ориентированных предметов, таких как «Физика», «Процессы и аппараты химической технологии», «Общая неорганическая химия. Химия элементов», «Моделирование химико-технологических процессов», «Основы проектирования технологических установок», «Ремонт и монтаж оборудования отрасли» (см. рис. 1);

– во-вторых, кейсы содержат определенную информацию, которая основана на реальном фактическом материале или приближена к реальной ситуации, а преобразование данной информации позволяет раскрыть особенности изучаемого объекта путем разложения его на структурные единицы (анализ) и определить их значение для данного объекта и поставленной цели (оценка).

Использование кейсов в качестве средства подготовки будущих инженеров-технологов к анализу и оценке химико-технологического процесса при обучении математике может быть представлено в виде задачи, поиск решения которой предполагает анализ, структурирование и оценку представленной информации для преобразования ее в некоторую математическую модель изучаемого процесса или явления. Данные задачи будем называть информационно-компетентностными [1].

Особенность информационно-компетентностных задач состоит в том, что условие задачи содержит информацию, отражающую специфику будущей профессиональной деятельности, а решение включает в себя деятельность по проведению исследования, направленного на выделение зависимостей (свойств, параметров, характеристик), определение уровня их значимости (степени воздействия) на целостную систему, и прогнозирования в случае изменения некоторых параметров.

При конструировании информационно-компетентностных задач преподавателю рекомендуется использовать следующий алгоритм.

1. Проведение теоретического анализа изучаемого раздела или темы (выделение основных понятий, свойств, теорем и методов решения).

2. Осуществление причинно-следственного анализа изучаемого раздела / темы с ра-

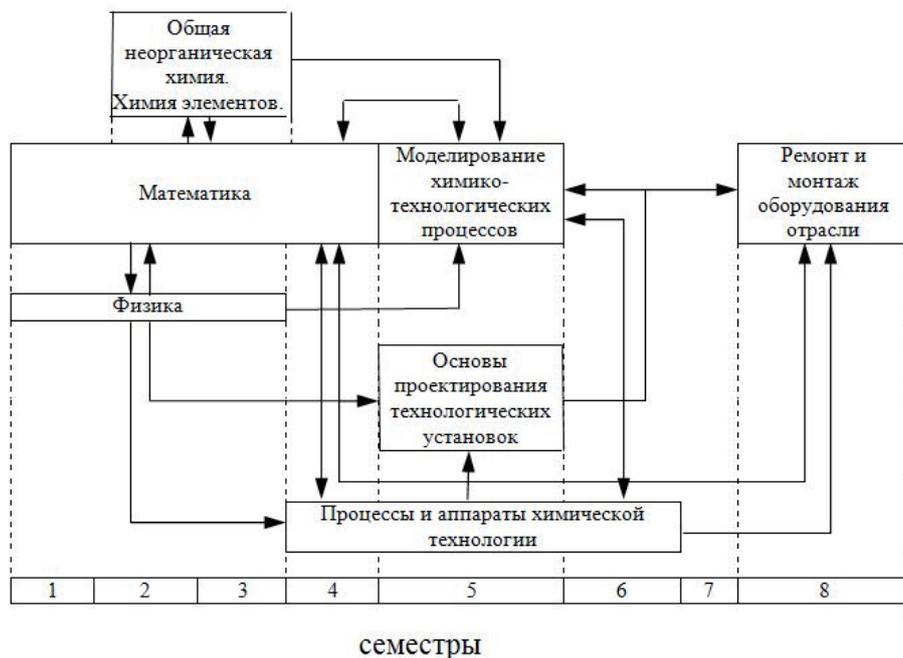


Рис. 1. Междисциплинарные связи математики и профессионально-ориентированных предметов

Таблица 1

Карточка-конструктор информационно-компетентных задач

<i>Причинно-следственный анализ</i>		<i>Теоретический анализ</i>		<i>Причинно-следственный анализ</i>	
Ранее изученные темы		Основные понятия, свойства, методы решения		Последующие темы	
Праксиологический анализ			Технологический компонент		
Постановка цели					
Информационный компонент					
Создание информационно-компетентной задачи					
Принцип фундаментальности	Принцип непрерывности	Принцип междисциплинарности	Принцип профессиональной направленности		
Вариации					

нее изученными и последующими разделами / темами.

3. Проведение праксиологического анализа с целью определения видов зависимостей, которые могут быть математически обоснованы с учетом изученного материала и приобретенных знаний, умений и навыков.

4. Выполнение технологического анализа, предполагающее определение видов процессов или явлений, которые образуют сложную структуру химико-технологического процесса и которые возможно смоделировать в рамках изучаемого раздела.

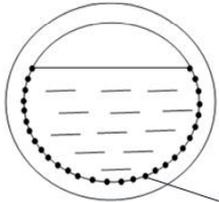
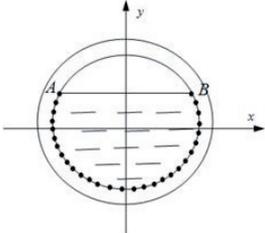
5. Определение цели использования задачи.

6. Создание информационного компонента задачи. Следует проанализировать моделируемый процесс (явление), определить его цель и значение в будущей профессиональной деятельности. Наиболее важную информацию, отражающую специфику будущей специальности, включить в условие задачи.

7. Формулировка условия задачи и проверка ее соответствия следующим принципам отбора содержания:

– принцип фундаментальности предполагает изучение основных законов, свойств, ме-

Конструирование информационно-компетентной задачи

<p><i>Причинно-следственный анализ</i></p> <p>Ранее изученная тема: «Определенный интеграл»</p> <p>Понятие определенного интеграла, основные свойства и методы интегрирования</p>	<p><i>Теоретический анализ</i></p> <p>Тема: «Приложения определенного интеграла»</p> <p>Изучение основных геометрических (вычисление площади плоских фигур, длины дуги плоской кривой, объема тела вращения) и механических приложений (определение работы переменной силы, давления жидкости на вертикальную пластинку) определенного интеграла</p>	<p><i>Причинно-следственный анализ</i></p> <p>Последующая тема: «Несобственные интегралы»</p> <p>Понятие несобственного интеграла I и II рода. Методы их вычисления, понятие о сходимости (расходимости) несобственных интегралов</p>
<p><i>Практиологический анализ</i></p> <p>Изучение данной темы позволяет продемонстрировать практическое применение конкретных приложений определенного интеграла (например, вычисление длины плоской кривой)</p>	<p><i>Технологический компонент</i></p> <p>Смоченный периметр – это некоторая часть периметра живого сечения трубопровода, по которой жидкость соприкасается со стенками трубопровода. В то же время это есть длина некоторой плоской кривой, которая может быть вычислена с помощью определенного интеграла</p>	
<p><i>Постановка цели</i></p> <p>Создание информационно-компетентной задачи, направленной на анализ информации о факторах, влияющих на движение жидкости, математическая модель которых может быть составлена с учетом изученного материала</p>		
<p><i>Информационный компонент</i></p> <p>При расчетах аппаратов и трубопроводов инженеры-технологи учитывают основные характеристики движения жидкости: скорость и расход жидкости, вид потока, режим движения жидкости, величину диаметра трубопровода. Диаметр, выраженный через гидравлический радиус, представляет собой эквивалентный диаметр. Для вычисления гидравлического радиуса необходимо определить смоченный периметр</p>		
<p><i>Создание информационно-компетентной задачи</i></p> <p>При расчетах технологических аппаратов в случае движения жидкости через сечение формы, отличной от круглой, или при несплошном заполнении его жидкостью в качестве расчетного линейного размера принимают гидравлический радиус или эквивалентный диаметр. Отношение площади затопленного сечения трубопровода, по которому протекает жидкость, к смоченному периметру называют гидравлическим радиусом и обозначают r_g. Смоченным периметром называют периметр живого сечения, который является внешней границей области жидкости (l) (рис. 2а).</p>		
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>а)</p>  <p>смоченный периметр</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>б)</p>  </div> </div>		
<p>Рис. 2. Схема сечения трубопровода</p>		
<p>Для расчета эквивалентного диаметра сечение трубопровода изобраили в плоскости Oxy (рис. 2б). Диаметр трубы равен диаметру $6\sqrt{2}$, точки A и B имеют соответственно координаты $\left(-\frac{3\sqrt{6}}{2}, \frac{3\sqrt{2}}{2}\right)$, $\left(\frac{3\sqrt{6}}{2}, \frac{3\sqrt{2}}{2}\right)$. На основе анализа представленной информации и графического изображения вычислить длину смоченного периметра, используя методы интегрального исчисления. Найти размер эквивалентного диаметра</p>		
<p>Принцип фундаментальности: решение данной задачи способствует формированию навыков составления и вычисления определенного интеграла, использованию соответствующего метода интегрирования, что соответствует заданным учебным задачам 2-го семестра при изучении дисциплины «Математика»</p>		
<p>Принцип междисциплинарности: введение понятия смоченного периметра и вычисление его с помощью определенного интеграла способствует установлению связей между дисциплинами «Математика» и «Процессы и аппараты химической технологии»</p>		
<p>Принцип непрерывности: понимание и анализ факторов, влияющих на движение жидкости, а также их математическое описание необходимо при изучении дисциплин профессионального цикла, таких как «Моделирование химико-технологического процесса» и «Основы проектирования технологических установок»</p>		
<p>Принцип профессиональной направленности: исследование параметров, влияющих на скорость движения жидкости в трубопроводе и обеспечение заданного режима, является элементом будущей профессиональной деятельности инженеров-технологов</p>		
<p>Вариации</p> <p>Сформулировать задачи для трубопровода прямоугольного и кольцевого поперечного сечения</p>		

тодов, алгоритмов решения, формирующих математическую подготовку, необходимую для усвоения других предметов; последовательное изложение теоретического и практического материала согласно программе обучения;

– принцип непрерывности достигается путем формирования многоуровневой структуры обучения будущих инженеров, в которой начальный уровень представляет математическая подготовка;

– принцип междисциплинарности раскрывается в установлении межпредметных связей дисциплины «Математика» и профессионально направленных дисциплин, способствует формированию представлений о математике как науке, позволяющей описывать и изучать процессы и явления с помощью математических моделей;

– принцип профессиональной направленности заключается в использовании педагогических средств, которые способствуют усвоению учащимися предусмотренных программами знаний, умений, навыков и в то же время успешно формируют интерес к выбранной профессии.

8. Разработка возможных вариаций условия задачи.

Для удобства конструирования задачи описанный алгоритм представим в виде карточки, являющейся конструктором информационно-компетентностной задачи (табл. 1).

Проиллюстрируем вышесказанное на примере составления задачи об эквивалентном диаметре. Составим задачу на основе представленного алгоритма, заполнив карточку-конструктор (табл. 2).

Применение информационно-компетентностных задач при обучении математике помогает сделать учебный процесс более гибким, динамичным и приблизить его к реальной профессиональной деятельности инженера-технолога.

Список литературы

1. Липатникова И.Г., Мечик С.В. Кейс-технология как одно из средств подготовки будущих инженеров к анализу и оценке химико-технологического процесса // Пед. образование в России. 2018. № 4. С. 78–85.

2. Об утверждении профессионального стандарта «Специалист по химической переработке нефти и газа» от 21 ноября 2014 г.: приказ Минтруда России от 21 нояб. 2014 г. № 926н [Электронный ресурс] // Портал федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования.

URL: <http://fgosvo.ru/uploadfiles/profstandart/19.002.pdf> (дата обращения: 13.10.2018).

3. Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (уровень бакалавриата)»: приказ от 12 марта 2015 г. № 227 [Электронный ресурс] // Портал федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования. URL: <http://fgosvo.ru/news/7/1070> (дата обращения: 13.10.2018).

* * *

1. Lipatnikova I.G., Mechik S.V. Kejs-tehnologija kao jedno iz sredstv podgotovki budushhikh inzhenerov k analizu i ocenke himiko-tehnologicheskogo procesa // Ped. obrazovanie v Rossii. 2018. № 4. S. 78–85.

2. Ob utverzhdenii professional'nogo standarta «Specialist po himicheskoy pererabotke nefiti i gaza» ot 21 nojabrja 2014 g.: prikaz Mintruda Rossii ot 21 nojab. 2014 g. № 926n [Elektronnyj resurs] // Portal Federal'nyh gosudarstvennyh obrazovatel'nyh standartov vysshego obrazovanija. URL: <http://fgosvo.ru/uploadfiles/profstandart/19.002.pdf> (data obrashhenija: 13.10.2018).

3. Ob utverzhdenii federal'nogo gosudarstvennogo obrazovatel'nogo standarta vysshego obrazovanija po napravleniju podgotovki 18.03.02 «Jenergo- i resursosberegajushhie processy v himicheskoy tehnologii, neftehimii i biotehnologii (uroven' bakalavriata)»: prikaz ot 12 marta 2015 g. № 227 [Elektronnyj resurs] // Portal Federal'nyh gosudarstvennyh obrazovatel'nyh standartov vysshego obrazovanija. URL: <http://fgosvo.ru/news/7/1070> (data obrashhenija: 13.10.2018).

Specificities of constructing information and competence problems in the process of teaching mathematics to future process engineers

The article explores the possibility of using case studies presented in the form of information and skill-based tasks in teaching mathematics to future process engineers. The author claims that solving the given problem helps to form the ability to analyze and evaluate the processes and phenomena that constitute the chemical and technological process.

Key words: *engineering education, case technology, mathematical modeling, chemical and technological process, information and skill-based tasks.*

(Статья поступила в редакцию 09.11.2018)