

Липатникова Ирина Геннадьевна,

доктор педагогических наук, профессор, Свердловский областной педагогический колледж; 620014, г. Екатеринбург, ул. Юмашева, 20; e-mail: lipatnikovaig@mail.ru.

Мечик Софья Валерьевна,

старший преподаватель, Тюменский индустриальный университет; 625000, г. Тюмень, ул. Володарского, 38; e-mail: mechiksv@tyuiu.ru.

**КЕЙС-ТЕХНОЛОГИЯ КАК ОДНО ИЗ СРЕДСТВ ПОДГОТОВКИ БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ
К АНАЛИЗУ И ОЦЕНКЕ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА**

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: кейс-технологии; профессиональная компетентность; инженерное образование; подготовка инженеров; химико-технологические процессы; корреляция.

АННОТАЦИЯ. Современному инженеру-технологу необходимо обладать способностью оптимального поведения в различных производственных ситуациях, уметь принимать обоснованные решения на основе анализа и оценки полученной аналитической или статистической информации. В качестве способа подготовки к анализу и оценки химико-технологического процесса будущего инженера в процессе обучения математике рассмотрен метод математического моделирования, который является основным при описании технологических процессов и позволяет определить оптимальные условия протекания процессов, оценить влияние различных факторов на процесс. В качестве инновационного средства подготовки к анализу и оценке рассмотрена кейс-технология, которая представляет собой информационную оболочку для данных, на основе которых студенты составляют математическую модель. В исследовании выделены структурные единицы кейса: методическая, сюжетная и информационная части. Описание содержания выделенных компонентов составлено с учетом того, что данный кейс будет использоваться при обучении будущих инженеров. В процессе обучения математике кейсы рационально представлять в виде задач. В работе введен термин «информационно-компетентностная» задача, поиск решения которой способствует формированию навыков проведения анализа, оценки и овладению профессиональными компетентностями. Данные задачи позволяют осуществлять связь между разделами математики и профессионально ориентированными дисциплинами. Приведен пример задачи на составление, анализ и оценку математической модели с использованием методов корреляционного и регрессионного анализа. Студенты анализируют данные, полученные эмпирическим путем, строят их графическое изображение (корреляционное поле). Для количественной характеристики проведенного анализа студенты вычисляют коэффициент корреляции, проверяют гипотезу. Для данной выборки находят коэффициенты линейного уравнения регрессии, изображают его графически. С помощью справочных данных проводят оценку точности полученной математической модели.

Lipatnikova Irina Gennadjevna,

Doctor of Pedagogy, Professor, Sverdlovsk Regional Pedagogical College, Ekaterinburg, Russia.

Mechik Sofya Valerjevna,

Senior Lecturer, Tyumen Industrial University, Tyumen, Russia.

**CASE TECHNOLOGY AS A METHOD OF TEACHING FUTURE ENGINEERS
TO ANALYZE AND EVALUATE CHEMICAL ENGINEERING PROCESSES**

KEYWORDS: case technology; professional competence; engineering education; teaching engineers; chemical engineering process; correlation.

ABSTRACT. A modern engineering technologist should have the ability of optimal behavior in various production situations to be able to make their decisions based on the analysis and evaluation of the received analytical or statistical information. When studying mathematics, mathematical modeling is considered as a method of teaching prospective engineers analysis and evaluation of the chemical engineering process. It is the main method in describing technological processes which allows determining the optimal conditions for the process and assessing the influence of various factors on the process. Case technology is viewed as an innovative tool for teaching students analysis and assessment, and as an information shell for the data based on which students compile a mathematical model. In the study, structural units of the case were identified: methodological, plot and information parts. Description of the content of the identified components is based on the fact that this case will be used in training of future engineers. In the process of teaching mathematics, cases are rationally represented as problems. The article introduces the term «information and competence-based» problem, the search for a solution of which contributes to the formation of skills of analysis, assessment and mastery of professional competences. These problems help connect sections of mathematics and profession-oriented disciplines. An example of a problem for compiling, analyzing and assessing a mathematical model using the methods of correlation and regression analysis is presented. The students analyze data obtained empirically, and build their graphic image (correlation field). To quantify the performed analysis, the students calculate the correlation coefficient, and check the hypothesis. For this sample, coefficients of the linear regression equation are found and the latter is represented graphically. Using reference data, the accuracy of the obtained mathematical model is evaluated.

Развитие технологий современного производства предполагает изменения требований к подготовке молодых специалистов, в том числе и инженеров различных направлений. Это непосредственно влияет и на содержательную компоненту образования, которая предусматривает модификацию целей и задач обучения будущих инженеров и использование в учебном процессе инновационных методов и средств.

Одной из профессиональных задач будущего инженера является проведение анализа и оценки технологической системы, отдельных ее узлов и других определяющих параметров химико-технологического процесса, значимость которой определена в Федеральном государственном образовательном стандарте высшего образования по направлению подготовки 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» [11].

Однако проблема подготовки к анализу и оценке химико-технологического процесса студентов инженерных специальностей при обучении математике недостаточно изучена. В имеющихся исследованиях, в частности в работе В. Д. Львовой [10], описывается методика обучения математике, ориентированная на реализацию профессиональной направленности на химико-технологических специальностях технических вузов. При этом автор не раскрывает возможность подготовки будущих инженеров-технологов к анализу и оценке химико-технологического процесса.

В настоящем исследовании в качестве способа подготовки определен процесс моделирования, значимость которого в инженерном образовании обосновывает Е. И. Смирнов. Автор подчеркивает, что моделирование является средством появления новообразований и выступает «как высшая форма знаково-символической деятельности, ведущая к появлению нового знания о природе и технологических процессах в производстве» [13, с. 17].

Понимание инженерного анализа как исследования, основанного на построении упрощенных моделей, учитывающих лишь приоритетные аспекты поведения [15], позволило определить в настоящем исследовании метод моделирования как основу подготовки будущих инженеров. Эта идея подтверждается в определении понятия «моделирование», предложенное Е. Н. Коржовым [9], который раскрывает его как исследование основных закономерностей и особенностей функционирования реальных объектов с помощью моделей в целях возможности предсказания их поведения в определенных условиях.

В научно-педагогической литературе существует множество различных подходов к определению понятия «моделирование» (В. Ф. Беккер, А. А. Братко, А. Б. Дамбуева, Е. Н. Коржов, Ю. Б. Мельников, В. Н. Осташков, А. Г. Семенов, Е. И. Смирнов и др).

В инженерной практике под моделированием понимают процесс создания модели, ее исследование и распространение результатов на оригинал [19].

По мнению А. А. Братко [4], под моделированием понимается научный метод исследования различных систем путем построения моделей этих систем. Раскрывая преимущества метода моделирования, А. Б. Дамбуева подчеркивает возможность проведения целостного анализа всех компонентов построенной системы [6].

Преимущества использования моделирования в подготовке будущих инженеров раскрыты авторами: А. В. Алиевым, В. В. Аюповым, Е. А. Зубовой, В. А. Никулиным, А. Г. Семеновым, Е. И. Смирновым и др.

При этом изучение любого процесса, как подчеркивает В. В. Кафаров [7], возможно с помощью построения модели. Это обусловлено тем, что «внешний потенциал информации о химико-технологических процессах очень велик», а модель представляет собой упрощенную систему, отражающую отдельные, ограниченные в нужном направлении характеристики рассматриваемого процесса. В связи с этим подготовка будущих инженеров к анализу и оценке химико-технологического процесса при обучении математике предполагает знание элементарных процессов (их особенностей и закономерностей), которые образуют его структуру.

Выделяют физическое и математическое моделирование химико-технологических процессов.

В. Ф. Беккер [3] определяет физическое моделирование как метод исследования на моделях, которые имеют одинаковую физическую природу с объектом моделирования, то есть представляют собой некоторый макет изучаемого объекта.

Вместе с тем физическое моделирование предполагает построение новой модели для каждого изучаемого явления, что достаточно затруднительно, а также создание такой модели для сложных процессов и систем бывает практически невозможным. Решение данной проблемы возможно с помощью использования метода математического моделирования химико-технологических процессов.

В. В. Кондратьев отмечает, что для того, чтобы соответствовать требованиям «современного инженера», студент должен

овладеть методами моделирования химико-технологических процессов от составления математической модели процесса, которая отражает его основные особенности и может быть решена либо аналитически, либо численно за разумное время, до составления алгоритма решения, выбора вычислительных средств, средств визуализации и анализа результатов моделирования [8].

По мнению Т. И. Алиева, результаты математического моделирования позволяют определить значения показателей эффективности системы, обосновать ее оптимальную структуру и составить рекомендации по совершенствованию исследуемых вариантов [1].

Применительно к химической технологии математическая модель представляет собой совокупность математических зависимостей, отражающих сущность химико-технологического процесса и связывающих его физические, режимные, физико-химические и конструктивные параметры [16]. При этом адекватное отображение моделируемых свойств химических веществ представлено в математической форме [2].

Математические модели основаны на анализе и решении математических соотношений (уравнений, неравенств и их систем), которые позволяют оценивать оптимальные режимы проведения процессов и условия управления ими.

Однако построение математической модели для анализа и оценки процесса или явления невозможно без информационной

составляющей, которая способствует усвоению математического материала.

В качестве информационной составляющей математической модели в исследовании выбрана кейс-технология, под которой понимается интерактивная технология обучения, направленная на формирование у будущих инженеров знаний, умений, личностных качеств на основе анализа и решения реальной или смоделированной проблемной ситуации в контексте профессиональной деятельности, представленной в виде кейса [12].

Классифицируя кейсы по целям обучения, выделяют кейсы, которые предусматривают обучение анализу и оценке будущих инженеров. Основу данных кейсов составляет метод ситуационного анализа. Он позволяет преобразовывать информацию, анализировать, обрабатывать ее, делать соответствующие обоснованные выводы и оценивать возможные альтернативы принятым решениям, которые основаны на реальном фактическом материале или приближены к реальной ситуации.

Как показал анализ педагогической и методической литературы структура кейса образуется тремя составляющими: сюжетной частью, информационной частью и методической частью. Выделим структурные единицы для кейса, который будет использоваться для подготовки будущих инженеров-технологов к анализу и оценке химико-технологического процесса (рис. 1.):

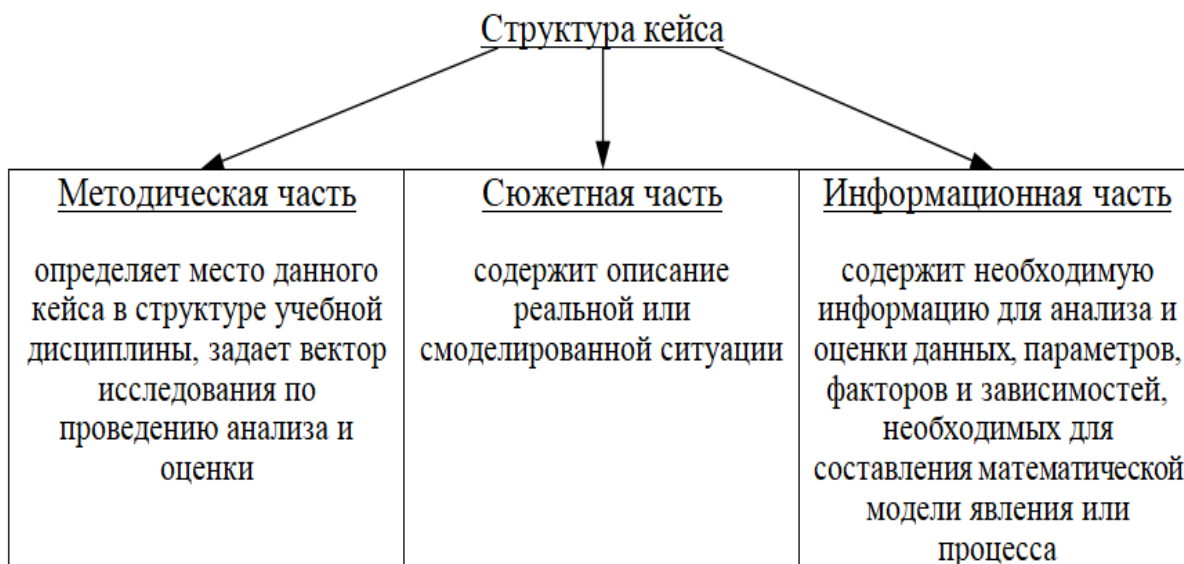


Рис. 1. Структура кейса

Методическая часть кейса позволяет учитывать междисциплинарные связи (математики и профессионально ориентированных предметов), раскрыть закономерности объекта путем разложения его на струк-

турные единицы (анализ) и определить их значение (оценка) для данного объекта и поставленной цели.

В сюжетной части определяется инструментарий, то есть ситуация, представ-

ленная в виде задачи, которая является основным средством обучения математике.

Согласно Л. М. Фридману [17], в настоящем исследовании под задачей будем понимать модель проблемной ситуации, в которую попадает субъект в процессе своей деятельности, а решение задачи – это последовательный переход от поставленной извне проблемы через ее принятие и осознание, к ее переформулировке в терминах, близких субъекту.

Информационную часть ситуации составляет сама информация. Это связано с тем, что информация в инженерной практике занимает особое место. В практической деятельности инженеру-технологу для решения профессиональных задач необходимо уметь анализировать и систематизировать большие массивы структурированной и неструктурированной информации, представленные в различной документации, технических заданиях и схемах, технологических регламентах, инструкциях, стандартах и на основе оценки полученной информации, принимать решения.

Под информацией, согласно А. В. Хорошилову [18], будем понимать данные, определенным образом организованные, имеющие смысл, значение и ценность для своего потребителя и необходимые для принятия им решений, а также для реализации других функций и действий.

В настоящем исследовании организованная определенным образом деятельность (переработка, анализ, структурирование, преобразование и оценка) с представленной информацией в процессе обучения математике будет направлена на достижение определенного образовательного результата, то есть на формирование профессиональных компетенций будущего инженера.

В связи с этим под «компетентностью» будем понимать проявленные на практике стремление и способность (готовность) реализовывать свой потенциал (знания, умения, опыт, личностные качества и др.) для успешной деятельности в профессиональной и социальной сфере, осознавая социальную значимость и личную ответственность за результаты этой деятельности, необходимость ее постоянного совершенствования, согласно определению Ю. Г. Татура [14].

Как отмечает Р. С. Гиляревский [5], «структурированная информация, то есть связанная причинно-следственными и иными отношениями и образующая систему, составляет знания». Таким образом, организованная определенным образом деятельность с информацией приводит к получению новых знаний, которые переходят в умения. Преобразование информации, отражающей специфику будущей специаль-

ности, обеспечивает успешную деятельность в профессиональной сфере. А оценка и прогнозирование способствуют осознанию ответственности за результат принятого решения, что свидетельствует о сформированной профессиональной компетентности будущего инженера.

В настоящем исследовании введено понятие «информационно-компетентная» задача, поиск решения которой предполагает анализ, структурирование и оценку представленной информации для преобразования ее в некоторую математическую модель изучаемого процесса или явления. Работа с полученной моделью, ее анализ и оценка результата способствует формированию профессиональной компетентности будущего инженера-технолога.

На основе вышесказанного можно сделать вывод о том, что для подготовки к анализу и оценки будущих инженеров в процессе обучения математике целесообразно использовать в качестве средства обучения кейс-технологии, структурной единицей которой являются информационно-компетентностные задачи, направленные на развитие профессиональных компетенций у будущих инженеров и подготовку их к анализу и оценке химико-технологического процесса.

В исследовании представлены виды информационно-компетентностных задач:

- 1) задачи на выявление существенных зависимостей, факторов и параметров, оказывающих влияние на процесс или явление;
- 2) задачи на представление в математической форме выявленных зависимостей и закономерностей.

Рассмотрим вышесказанное на примере решения следующей информационно-компетентностной задачи:

Методическая компонента. Для анализа полученных данных, составления математической модели и оценки полученной модели будут использоваться методы корреляционного и регрессионного анализа, поэтому данную задачу следует рассматривать при изучении разделов математической статистики.

Сюжетная и информационная компоненты. В ходе выполнения лабораторной работы студентами направления 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» были получены следующие данные плотности спирта и процентного содержания спирта (табл. 1).

Цель работы состояла в определении эмпирическим путем зависимости между содержанием этилового спирта в водном растворе и плотностью полученного раствора. Гипотеза о существовании зависимости

подтвердилась, но установить форму и вид

связи данным методом невозможно.

Таблица 1

плотность спирта	0,9979	0,998	0,9877	0,9806	0,9696	0,945	0,94	0,935	0,922	0,91	0,905	0,877	0,845	0,833	0,819
% масс	0,2	3	6	11	8	32,2	38	52	46,3	51	52,9	66,1	79,4	76,4	89,6

Задание:

а) провести анализ полученных данных, оценить гипотезу (H_0) о существовании связи между приведенными данными (подтвердить или опровергнуть), используя методы математической статистики;

б) если гипотеза будет подтверждена, то данную зависимость представить в виде математической модели, оценить ее точность.

Решение.

а) Для первичного анализа данных студенты принимают плотность спирта как признак X (факторный признак), а процентное содержание спирта – признак Y (результативный признак). В координатной плоскости отмечают точки с координатами (x_i, y_i) , проводят линию тренда.

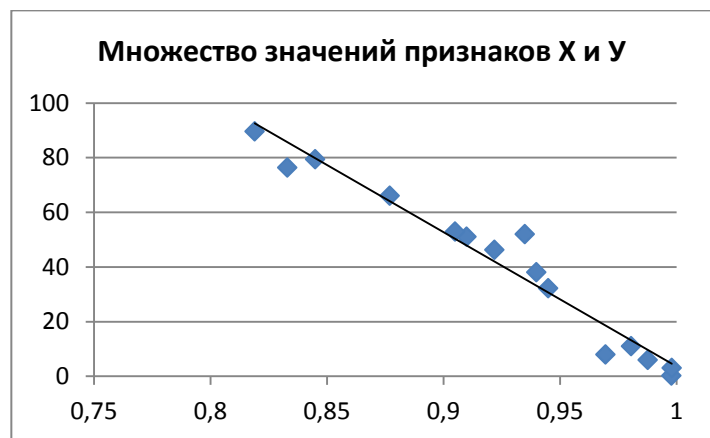


Рис. 2. Корреляционное поле

Анализируя полученное корреляционное поле (точки вытянуты вдоль линии тренда сверху вниз, расположены тесно относительно друг друга), студенты предполагают, что меж-

ду признаками существует обратная линейная корреляционная связь. Для количественной характеристики полученного анализа вычисляют коэффициент линейной корреляции:

$$r = -0,91 \left\{ \begin{array}{l} 1) \text{ знак минус подтверждает, что связь} \\ \text{обратная;} \\ 2) \text{ абсолютное значение коэффициен-} \\ \text{та показывает, что связь между при-} \\ \text{знаками сильная.} \end{array} \right.$$

Для проверки гипотезы H_0 вычислим критерий Стьюдента:

$$t = -7,98; |t| = 7,98 > t_{кр} = 2,65$$

гипотеза H_0 подтверждается.

б) Для математического описания данной зависимости студенты используют ме-

тоды регрессионного анализа. Для данной выборки находят коэффициенты линейного уравнения регрессии и изображают его графически:

$$y = -453,48x + 458,0016$$

уравнение регрессии для данной выборки.

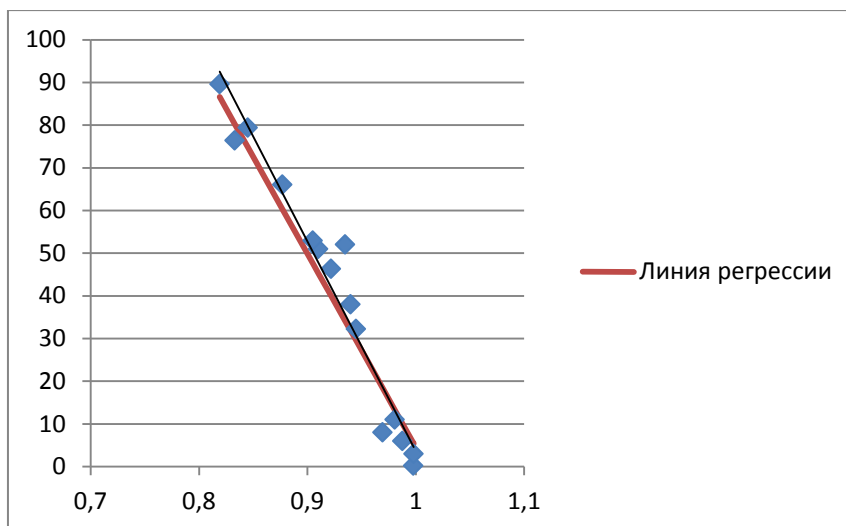


Рис. 3. Корреляционное поле и линия регрессии

Далее следует рассказать студентам о том, что данная зависимость между величинами изучена и представлена в виде

справочных данных, которые необходимо использовать для оценки точности полученной математической модели (табл. 2):

Таблица 2

Значение признака X (плотность)	Значение признака Y вычисленное	Значение признака Y по справочным данным	Отклонение, %
0,9818	12,77	10,05	27,11
0,968	19,03	20,48	-7,07
0,82	86,15	92,56	-3,44
0,81	90,68	92,56	-2,03

На основе анализа оценки точности модели студенты делают вывод о том, что при более меньших значениях факторного признака X вычисленное значение результирующего признака Y более точно.

В конце работы следует сказать о том, что рассмотренные методы помогают проводить анализ и оценку существования связи между признаками, ее значимости, используются при вероятностном (стохастическом)

моделировании процессов.

Целенаправленное использование кейс-технологии, структурной единицей которой является информационно-компетентностная задача, позволяет обогатить подготовку будущих инженеров к анализу и оценке химико-технологических процессов инструментарием и приблизить их к решению реальной профессиональной ситуации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алиев Т. И. Основы проектирования систем. – СПб. : Университет ИТМО, 2015. – 120 с.
2. Ахметов С. А., Гайсина А. Р. Моделирование и инженерные расчеты физико-химических свойств углеводородных систем. – СПб. : Недра, 2010. – 128 с.
3. Беккер В. Ф. Моделирование химико-технологических объектов управления : учеб. пособие. – М. : РИОР ИНФРА-М, 2014. – 142 с.
4. Братко А. А., Волков П. П. Моделирование психической деятельности. – М. : Мысль, 1969. – 384 с.
5. Гиляревский Р. С. Основы информатики : курс лекций. – М. : ЭКЗАМЕН, 2003. – 318 с.
6. Дамбуева А. Б. Модель формирования профессиональной компетентности студентов-физиков // Вестник БГУ. – 2014. – № 1–2. – С. 57–59.
7. Кафаров В. В. Методы кибернетики в химии и химической технологии. – М. : Химия, 1976. – 464 с.
8. Кондратьев В. В. Высшее техническое образование как инструмент инновационного развития : сб. докл. и программа науч. шк. с междунар. участием / под ред. В. Г. Иванова, В. В. Кондратьева. – Казань, 2011. – 158 с.
9. Коржов Е. Н. Математическое моделирование. – Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2012. – 74 с.
10. Львова В. Д. Профессиональная направленность обучения математике студентов химико-технологических специальностей технических вузов (на примере раздела «Дифференциальные уравнения») : автореф. дис. ... канд. пед. наук. – Астрахань, 2009. – 22 с.

11. 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]. – Режим доступа: <http://fgosvo.ru> (дата обращения: 20.09.2017).
12. Описание образовательной технологии «кейс-технология» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://edu.ifmo.ru> URL: http://edu.ifmo.ru/file/pages/363/keys._opisanie.pdf (дата обращения: 19.02.2018).
13. Смирнов Е. И., Абатурова В. С., Сергеев С. В. Наглядное моделирование единства математики в задачах // Народное образование. – 2008. – № 4. – С. 16–22.
14. Татур Ю. Г. Компетентностный подход в описании результатов и проектировании стандартов высшего профессионального образования. – М. : Исслед. центр проблем качества подготовки специалистов, 2004. – 16 с.
15. Технический словарь. Том V [Электронный ресурс] // Большая техническая энциклопедия. – Режим доступа: <http://www.ai08.org/index.php/term/> (дата обращения: 10.10.2017).
16. Ушева Н. В., Мойзес О. Е., Митянина О. Е., Кузьменко Е. А. Математическое моделирование химико-технологических процессов. – Томск : Изд-во Томского политех. ун-та, 2014. – 135 с.
17. Фридман Л. М. Сюжетные задачи по математике. История, теория, методика. – М., 2002. – 208 с.
18. Хорошилов А. В. Информационные системы в экономике. – М. : МЭСИ, 1998. – 168 с.
19. Ячиков И. М., Логунова О. С., Портнова И. В. Математическое моделирование теплофизических процессов : учеб. пособие. – Магнитогорск : МГТУ, 2004. – 175 с.

REFERENCES

1. Aliev T. I. Osnovy proektirovaniya sistem. – SPb. : Universitet ITMO, 2015. – 120 s.
2. Akhmetov S. A., Gaysina A. R. Modelirovanie i inzhenernye raschety fiziko-khimicheskikh svoystv uglevodorodnykh sistem. – SPb. : Nedra, 2010. – 128 s.
3. Bekker V. F. Modelirovanie khimiko-tehnologicheskikh ob"ektov upravleniya : ucheb. posobie. – М. : RIOR INFRA-M, 2014. – 142 s.
4. Bratko A. A., Volkov P. P. Modelirovanie psikhicheskoy deyatel'nosti. – М. : Mysl', 1969. – 384 s.
5. Gilyarevskiy R. S. Osnovy informatiki : kurs lektsiy. – М. : EKZAMEN, 2003. – 318 s.
6. Dambueva A. B. Model' formirovaniya professional'noy kompetentnosti studentov-fizikov // Vestnik BGU. – 2014. – № 1–2. – S. 57–59.
7. Kafarov V. V. Metody kibernetiki v khimii i khimicheskoy tekhnologii. – М. : Khimiya, 1976. – 464 s.
8. Kondrat'ev V. V. Vyshee tekhnicheskoe obrazovanie kak instrument innovatsionnogo razvitiya : sb. dokl. i programma nauch. shk. s mezhdunar. Uchastiem / pod red. V. G. Ivanova, V. V. Kondrat'eva. – Kazan', 2011. – 158 s.
9. Korzhov E. N. Matematicheskoe modelirovanie. – Voronezh : IPTs VGU, 2012. – 74 s.
10. L'vova V. D. Professional'naya napravlenost' obucheniya matematike studentov khimiko-tehnologicheskikh spetsial'nostey tekhnicheskikh vuzov (na primere razdela «Differentsial'nye uravneniya») : avtoref. dis. ... kand. ped. nauk. – Astrakhan', 2009. – 22 s.
11. Ob utverzhdenii Federal'nogo gosudarstvennogo obrazovatel'nogo standarta vysshego obrazovaniya po napravleniyu podgotovki 18.03.02 Energo- i resursosberegayushchie protsessy v khimicheskoy tekhnologii, neftekhimii i biotekhnologii (uroven' bakalavriata) : Prikaz ot 12 marta 2015 g. № 227 [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <http://fgosvo.ru> (data obrashcheniya: 20.09.2017).
12. Opisanie obrazovatel'noy tekhnologii «keys-tekhnologiya» [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <http://edu.ifmo.ru> URL: http://edu.ifmo.ru/file/pages/363/keys._opisanie.pdf (data obrashcheniya: 19.02.2018).
13. Smirnov E. I., Abaturova V. S., Sergeev S. V. Naglyadnoe modelirovanie edinstva matematiki v zadachakh // Narodnoe obrazovanie. – 2008. – № 4. – S. 16–22.
14. Tatur Yu. G. Kompetentnostnyy podkhod v opisaniy rezul'tatov i proektirovaniy standartov vysshego professional'nogo obrazovaniya. – М. : Issled. tsentr problem kachestva podgotovki spetsialistov, 2004. – 16 s.
15. Tekhnicheskii slovar'. Tom V [Elektronnyy resurs] // Bol'shaya tekhnicheskaya entsiklopediya. – Rezhim dostupa: <http://www.ai08.org/index.php/term/> (data obrashcheniya: 10.10.2017).
16. Uшева N. V., Moyzes O. E., Mityanina O. E., Kuz'menko E. A. Matematicheskoe modelirovanie khimiko-tehnologicheskikh protsessov. – Tomsk : Izd-vo Tomskogo politekh. un-ta, 2014. – 135 s.
17. Fridman L. M. Syuzhetnye zadachi po matematike. Istoriya, teoriya, metodika. – М., 2002. – 208 s.
18. Khoroshilov A. V. Informatsionnye sistemy v ekonomike. – М. : MESI, 1998. – 168 s.
19. Yachikov I. M., Logunova O. S., Portnova I. V. Matematicheskoe modelirovanie teplofizicheskikh protsessov : ucheb. posobie. – Magnitogorsk : MGTU, 2004. – 175 s.