

$\alpha$  – скорость конвекционного переноса радионуклида;  $\beta$  – скорость сорбции радионуклида в твердой фазе. Скорость конвекции  $\alpha$  будет соответственно положительной или отрицательной в зависимости от направления потока в глубь почвы или к поверхности.

Дополнительно к (8) необходимо записать уравнение баланса, имеющего место при переносе и сорбции вещества из почвенного раствора к твердой фазе:

$$v_2 \cdot \frac{\partial C_2}{\partial t} = \beta \cdot C_1 \cdot v_1, \quad (9)$$

где  $C_2$  – концентрация радионуклида в твердой фазе в момент времени  $t$  на глубине  $z$ ;  $v_1$  и  $v_2$  – обменные доли жидкой и твердой фаз, зависящие от глубины.

Суммарная удельная активность почвы описывается тогда следующим образом:

$$A = (C_1 v_1 + C_2 v_2) / \rho, \quad (10)$$

где  $\rho$  – средняя плотность почвы.

Решения уравнений (8) и (9) находятся при начальных и граничных условиях:

$$D \cdot \frac{\partial C_1}{\partial z} \Big|_{z=0} - \alpha \cdot C_1 \Big|_{z=0} = 0, \quad (11)$$

$$C_1(z, 0) = C \delta(z, 0), \quad (12)$$

$$C_1(z, t) \Big|_{z \rightarrow 0} = 0, \quad (13)$$

где  $C$  – количество радиоактивных атомов, выпавших на единицу площади, в момент аварии;  $\delta(z, 0)$  – дельта-функция.

Решение уравнения (8) примет вид:

$$C_1(z, t) = C \left\{ \frac{1}{\sqrt{\pi D \cdot t}} \exp \left[ -\beta \cdot t - \frac{(z - \alpha \cdot t)^2}{4D \cdot t} \right] - \frac{\alpha}{2D} \exp \left( -\beta \cdot t + \frac{\alpha \cdot z}{D} \right) \operatorname{erfc} \left( \frac{z}{2\sqrt{D \cdot t}} + \frac{\alpha}{2} \sqrt{\frac{t}{D}} \right) \right\} \quad (14)$$

Из (9) следует, что

$$C_2(z, t) = \beta \frac{v_1}{v_2} \int_0^t C_1(z, t) dt. \quad (15)$$

Подставив (14), (15) в (10) получаем выражение для удельной активности почвы:

$$A(z, t) = A_0 \left\{ \frac{1}{\sqrt{\pi D \cdot t}} \exp \left[ -\beta \cdot t - \frac{(z - \alpha \cdot t)^2}{4D \cdot t} \right] - \frac{\alpha}{2D} \exp \left( -\beta \cdot t + \frac{\alpha \cdot z}{D} \right) \operatorname{erfc} \left( \frac{z}{2\sqrt{D \cdot t}} + \frac{\alpha}{2} \sqrt{\frac{t}{D}} \right) \right\} +$$

УДК 574

**Халецкий В.А.**

## СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММ ПО ХИМИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ НЕХИМИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ ТЕХНИЧЕСКИХ ВУЗОВ

Высокий уровень развития химической науки в значительной степени является основой материальной культуры

$$+ A_0 \beta \cdot \int_0^t \left\{ \frac{1}{\sqrt{\pi D \cdot t}} \exp \left[ -\beta \cdot t - \frac{(z - \alpha \cdot t)^2}{4D \cdot t} \right] - \frac{\alpha}{2D} \exp \left( -\beta \cdot t + \frac{\alpha \cdot z}{D} \right) \operatorname{erfc} \left( \frac{z}{2\sqrt{D \cdot t}} + \frac{\alpha}{2} \sqrt{\frac{t}{D}} \right) \right\} dt, \quad (16)$$

где  $A_0 = C \cdot v_1 \cdot e^{-\lambda t} / \rho$ ,  $\lambda$  – постоянная радиоактивного распада рассматриваемого изотопа.

Сравнивая две модели, можно утверждать, что вторая намного сложнее, чем первая. Но студентам, имеющим достаточные навыки в работе с программными продуктами, расчеты большого труда не составят. Если в первой модели можно рассчитать только коэффициенты переноса  $k_i$  и по ним оценить скорость миграции радионуклидов в каждом слое, то из второй рассматриваемой модели можно извлечь намного более полную информацию о процессах миграции. Нужно отметить, что курс «Сельскохозяйственная радиология» читается в том же семестре, что и «Почвоведение». К моменту изучения моделей миграции студентам уже были знакомы понятия «адсорбция», «десорбция», «почвенный раствор», следовательно, давать определения этим терминам не было необходимости. Таким образом, студенты получают определенный багаж знаний, которые сопрягаются в двух дисциплинах. Вторая модель оказалась для них более понятной с точки зрения рассматриваемых процессов. Многие отметили, что вертикальный перенос Cs-137 в целинных почвах можно адекватно описать в рамках модели, учитывающей процессы диффузии и конвекции радионуклида в почвенном растворе, а также его сорбции твердой фазой почвы.

Не вызывает никаких сомнений, что полученные сведения о моделях миграции радионуклидов в почве помогут студентам позже при изучении специальных дисциплин на кафедре сельскохозяйственных и гидротехнических мелиораций.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Коноплев А.В., Борзилов В.А., Бобовникова Ц.И. и др. // Метеорология и гидрология. – 1988. – №12. – С. 63-74.
2. Буравлев Е.П., Лебединский М.Н., Дрич С.К. и др. // Агротехника. – 1991. – №6. – С. 70-73.
3. Прохоров В.М. // Миграция радиоактивных загрязнений в почвах. – М.: Агропромиздат, 1981. – 160 с.
4. Frissel M.J., Penners R. Models for the accumulation and migration of Sr-90, Cs-137, Pu-239, Pu-240 and Am-241 in the upper layers of soils // Ecological Aspects of Radionuclide Release. Backwell Sci. Publ. Oxford. – 1983. – P. 63-72.
5. Bunzl K., Schimmack., Kreutzer K., Schierl R. Die Ausbreitung von Fallout Cs-134, Cs-137 und Ru-106 aus Tschernobyl // Z. Pflanz. Bodenk. – 1989. – №152. – P. 39-44.
6. Олехнович Н.М., Маковецкий Г.И., Галяс А.И. и др. // ИФЖ. 1995. – Т. 68, №1. – С. 33-38.
7. Фрид Ф.С., Граковский В.Г. // Почвоведение. – 1988. – №2. – С.78-86.

*Халецкий Виталий Анатольевич, доцент каф. инженерной экологии и химии Брестского государственного технического университета.*

*Беларусь, БГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.*

новых химических исследований, сконцентрированных, прежде всего, в области синтеза, материаловедения, технологии, предполагает большое влияние химии на жизнь общества и в ближайшем будущем. Качественное образование в области химических наук, таким образом, является необходимым условием экономического развития государства, а важнейшая роль в формировании химических знаний у будущих специалистов принадлежит высшей школе. Представляет интерес рассмотреть, каким образом изменялось содержание химического образования, его цели и задачи за последние годы на примере программ по химии для студентов нехимических специальностей технических вузов.

Начало изучения химии в вузах бывшего Советского Союза было положено в 1921 году с подписанием Постановления Совета народного хозяйства, устанавливающего научный минимум для преподавания в высших учебных заведениях. В этот перечень была включена и химия, что сделало ее обязательной дисциплиной для всех инженерных специальностей. Поскольку развитие химической промышленности было одной из приоритетных задач советского государства, преподаванию химии также уделялось большое внимание.

Практически до конца 50-х годов XX века в методике преподавания в высшей школе преобладала точка зрения, согласно которой содержание химического образования должно быть одинаково для студентов всех специальностей, независимо от их будущей профессии [4]. Однако большой фактический материал, накопленный наукой, появление новых материалов и технологий и их широкое внедрение в практику привело к тому, что химическое образование стало отставать от потребностей экономики. Для решения данной проблемы с начала 60-х годов начался коренной пересмотр содержания программ с целью их профилирования согласно специальности студента. Одновременно были пересмотрены цели и задачи курса химии, в частности студентам следовало «...показать роль химии в промышленности и сельском хозяйстве; сообщить определенный комплекс знаний по химии, необходимый для успешного изучения последующих дисциплин и правильного использования материалов, применяемых в технике...» [5, с.4].

Практически данный подход был реализован в программе по химии 1964 года и ее переработанном варианте 1967 года, разработанным авторским коллективом под руководством М.К. Стругацкого. Помимо общетеоретической части, в них содержится специальная часть, «предусматривающая ... изучение специфических сведений для подготовки инженеров соответствующего профиля» [6]. Специальная часть была подготовлена для очень широкого круга возможных специальностей и включала в себя разделы для следующих специальностей:

- авиационных;
- механических специальностей вузов пищевой и легкой промышленности;
- энергетических;
- горных, геологических и металлургических;
- строительных;
- машиностроительных и транспортных;
- инженерно-экономических.

Несомненным достоинством данных программ являлась возможность уделить большее внимание практически важным вопросам, например, для студентов строительных специальностей подробно рассмотреть свойства соединений кальция, магния, кремния. Это не только повышало практическую применимость полученных студентами знаний, но и значительно увеличивало их мотивацию к изучению химии.

В 1974 году из всех 37 инженерно-технических специальностей машиностроительного профиля, обучение которым велось в СССР, только в двух (0516 «Машины и аппараты

химических производств» и 0562 «Механическое оборудование предприятий строительных материалов, изделий и конструкций») в качестве профилирующих дисциплин были предусмотрены химические спецкурсы [7]. Аналогичная ситуация была характерна для строительных и других специальностей. Поэтому основная задача по формированию химических знаний у будущих специалистов была возложена на курс общей химии, преподаваемый на первом курсе. Это потребовало принятия в этом же году программы по химии для студентов нехимических специальностей, разработанной Г.П. Лучинским [8]. Программа состояла из введения и пяти разделов. Четыре первых раздела посвящены теоретическим основам химии. В пятом разделе, на изучение которого отводилось 20-30% всего учебного времени, была отражена будущая специализация студентов в соответствии с тремя направлениями профилирования: инженерно-механическим, инженерно-строительным и инженерно-энергетическим. В 1984 году данная программа была пересмотрена и дополнена в соответствии с уровнем развития химической науки [9].

Программы, составленные Г.П. Лучинским, были рассчитаны на подготовку инженеров с высоким уровнем химического мышления и были очень прогрессивны для своего времени.

Для некоторых специальностей, которые находились в ведении отраслевых министерств, содержание химического образования регламентировали индивидуальные программы. Так, например, для студентов специальности 1511 «Гидрометеорология» программа по химии составлялась Министерством сельского хозяйства СССР. В частности программа 1983 года (авторы – В.В. Денисов и И.Н. Лозановская) учитывала специфику специализации студентов, что отражено в разделе «Химия сельского хозяйства и проблемы экологии» [10].

Сокращение количества часов на преподавание химии потребовало пересмотра содержания химического образования с целью его упрощения и сокращения. Данные тенденции в полной мере отражены в программе по химии 1988 года [11], составленной профессором Московского энергетического института Н.В. Коровиным. Как и предыдущие варианты программ, она содержит обязательную общетеоретическую часть, и раздел, содержание которого «...связано со специализацией будущих инженеров и изменяется в зависимости от основных направлений профилирования их подготовки» [11, с.6]. В отличие от предыдущих программ, в специальном разделе не указано, какие темы для каких специальностей предназначены. Само содержание специального раздела имеет более общий характер, непонятны также принципы отбора информации для программы. Например, в раздел «Элементы органической химии. Органические полимерные материалы» включены узкоспециальные темы «Физико-химические свойства и механизм воздействия рабочих сред гидравлических систем» и «Химия полимерных проводников» и даже не упоминается применение полимеров в строительстве и машиностроении.

Программа по химии 1988 года являлась последним документом, регламентирующим содержание химического образования для технических вузов в СССР. С распадом Советского Союза и обретением Республикой Беларусь государственности начался процесс разработки собственных нормативных документов по химическому образованию. В связи с отсутствием единой программы по химии для студентов нехимических специальностей технических вузов, обязанность по разработке программ во многом легла на ведущие вузы республики. Например, типовая рабочая программа курса химии для специальности Т.100.100 «Автоматические системы обработки информации» была составлена в 1995 году кафедрой химии Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники [12].

Начавшиеся в Республике Беларусь в 1994 году работы по стандартизации образования привели к разработке стандарта

образовательной области «Химия» для 11-летней школы. В 1998 году были разработаны образовательные стандарты и для высшей школы, которым присвоен статус руководящего документа Республики Беларусь (РД РБ). Данные стандарты устанавливают требованиям к знаниям в области химии, согласно которым студент должен иметь представление "об основных химических системах и процессах; о взаимосвязи между свойствами химической системы, природой веществ и их реакционной способностью; о методах химической идентификации и определении веществ; о физическом и химическом моделировании" [13-18].

В стандартах содержится краткое описание содержания курса химии, обязательного для изучения студентами различных технических специальностей (инвариантная часть). К сожалению, принятые национальные стандарты оказались несвободными от недостатков. Во-первых, стандарты для специальностей совершенно различного профиля (Т.04.02.00 «Эксплуатация транспортных средств», Т.19.01.00 «Промышленное и гражданское строительство» и Т.19.06.00 «Водоснабжение, водоотведение, очистка природных и сточных вод») оказались практически идентичными. Во-вторых, в стандартах содержатся некоторые устаревшие и практически не используемые в современной химии темы, например, эквивалент. В-третьих, некоторые стандарты неоправданно сокращены. В частности, все содержание стандарта по химии для студентов-мелиораторов свелось к нескольким предложениям: «Строение вещества. Периодический закон Д.И. Менделеева. Общие закономерности химических процессов. Закон действующих масс. Растворы и другие дисперсные системы. Коллоиды, почвенные коллоиды» [18].

Однако вышеупомянутые недостатки образовательных стандартов могут быть устранены при составлении учебных и рабочих учебных программ. Например, учебные программы можно дополнить вопросами специализации студентов, сведениями, отражающими новые достижения химической науки.

Таким образом, проведенный анализ содержания нормативных документов, регламентирующих содержание курса химии для студентов инженерных специальностей (программы и стандарты) за последние 40 лет, показывает необходимость обязательной профильной ориентации химического образования.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Липпард С.Д. Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева. 2001. т.XLV. №2. с.92-93
2. Устыннюк Ю.А. Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева. 2001. т.XLV. №2. с.83-91
3. Словохотов Ю.Л. Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева. 2001. т.XLV. №2. с.75-82
4. Толстая М.А., Романцева Л.М. Вестник высшей школы. 1979. №10. с.26-29
5. Министерство высшего и среднего специального образования СССР. Общая химия. Общетеоретическая часть Программа, краткие методические указания и первое кон-

трольное задание для студентов-заочников нехимических специальностей высших учебных заведений. М.: Высшая школа, 1964. 72с.

6. Министерство высшего и среднего специального образования СССР. Химия. Программы, методические указания и контрольные задания для студентов-заочников нехимических специальностей высших учебных заведений. – М.: Высшая школа, 1969. 78с.
7. Министерство высшего и среднего специального образования СССР. Учебно-методическое управление по высшему образованию. Отдел технического и сельскохозяйственного образования. Перечень действующих программ профилирующих дисциплин инженерно-технических специальностей. – М., 1974. 31бс.
8. Министерство высшего и среднего специального образования СССР. Программа по химии для инженерно-технических (нехимических) специальностей высших учебных заведений. – М.: Высшая школа, 1974. 12с.
9. Министерство высшего и среднего специального образования СССР. Химия. Методические указания, программа, решение типовых задач и контрольные задания для студентов-заочников инженерно-технических (нехимических) специальностей высших учебных заведений. – М.: Высшая школа, 1986. 94с.
10. Министерство сельского хозяйства СССР. Химия. Программа для высших сельскохозяйственных учебных заведений по специальности 1511 «Гидромелиорация». – М., 1984. 14с.
11. Государственный комитет СССР по народному образованию. Программа дисциплины «Химия» для инженерно-технических (нехимических) специальностей высших учебных заведений. – М., 1988. 12с.
12. Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. Рабочая программа курса «Химия» для студентов специальности Т.110.100 и Т.100.100. – Мн., 1995. 8с.
13. РД РБ 02100.5.006-98 Образовательный стандарт. Высшее образование. Специальность Т.03.01.00 Технология, оборудование и автоматизация машиностроения.
14. РД РБ 02100.5.008-98 Образовательный стандарт. Высшее образование. Специальность Т.04.02.00 Эксплуатация транспортных средств.
15. РД РБ 02100.5.026-98 Образовательный стандарт. Высшее образование. Специальность Т.19.01.00 Промышленное и гражданское строительство.
16. РД РБ 02100.5.028-98 Образовательный стандарт. Высшее образование. Специальность Т.19.03.00 Строительство дорог и транспортных объектов.
17. РД РБ 02100.5.031-98 Образовательный стандарт. Высшее образование. Специальность Т.19.06.00 Водоснабжение, водоотведение, очистка природных и сточных вод.
18. РД РБ 02100.5.199-98 Образовательный стандарт. Высшее образование. Специальность С.04.02.00 Мелиорация и водное хозяйство.