

УДК 378:372.854

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ НОВОЙ ХИМИЧЕСКОЙ ДИСЦИПЛИНЫ С УЧЕТОМ ИНЖЕНЕРНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ

Голянская С.А., Агейкина О.В.

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Тюмень, e-mail: golyanskaya.sv@yandex.ru

В статье предложен вариант проектирования химических дисциплин с учетом инженерной направленности обучения, реализуемой в Тюменском индустриальном университете. Изложены подходы к формированию содержательной части новой химической дисциплины, основанные на анкетном опросе преподавателей и контент-анализе рабочих программ профильных дисциплин направления «Техносферная безопасность» профиля «Безопасность технологических процессов и производств». Показаны межпредметные связи дидактических единиц с профильными дисциплинами, обозначены наиболее важные разделы и темы. Проведен посеместровый анализ учебного плана на предмет востребованности химических знаний в профильном образовании и скорректировано содержание дидактических единиц курса «Химия». Наглядно показано перераспределение разделов и тем между двумя химическими дисциплинами для уменьшения информационной перегруженности курса «Химия» и обеспечения преемственности тем по параллельно изучаемым химическим дисциплинам. Подробно представлена содержательная часть новой вариативной дисциплины «Основы инженерной химии» по разделам и их значимость в инженерной подготовке. Проведена апробация новой дисциплины с корректировкой учебного плана. Анкетный опрос обучающихся старших курсов и выпускников направления «Техносферная безопасность» показал, что изучение основ инженерной химии облегчает восприятие учебной информации профильных дисциплин.

**Ключевые слова:** основы инженерной химии, инженерная подготовка бакалавров, профессиональные компетенции, техносферная безопасность, безопасность технологических процессов и производств

## DESIGNING THE CONTENT OF A NEW CHEMICAL DISCIPLINE TAKING INTO ACCOUNT THE ENGINEERING DIRECTION

Golyanskaya S.A., Ageykina O.V.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Tyumen Industrial University, Tyumen, e-mail: golyanskaya.sv@yandex.ru

The article proposes a variant of designing chemical disciplines, taking into account the engineering orientation of education, implemented at the Tyumen Industrial University. Approaches to the formation of content of the new chemical discipline, based on a questionnaire survey of teachers and content analysis of the work programs of core disciplines in the direction Technosphere safety of the profile Safety of technological processes and productions, are described. The interdisciplinary connections of didactic units with specialized disciplines are shown, the most important sections and topics are indicated. A semester analysis of the curriculum for the relevance of chemical knowledge in specialized education was carried out and the content of didactic units of the chemistry course was adjusted. The redistribution of sections and topics between the two chemical disciplines is clearly shown in order to reduce the information overload of the Chemistry course and ensure the continuity of topics in parallel studied chemical disciplines. The content of the new variable discipline Fundamentals of Engineering Chemistry is presented in detail by sections and their importance in engineering training. The approbation of the new discipline with the adjustment of the curriculum was carried out. A questionnaire survey of senior students and graduates of the Technosphere Safety direction showed that the study of the fundamentals of engineering chemistry facilitates the perception of educational information of specialized disciplines.

**Keywords:** fundamentals of engineering chemistry, engineering training of bachelors, professional competencies, technosphere safety, safety of technological processes and productions

В XXI в. теоретики и практики инновационного инженерного образования подчеркивают необходимость формирования у специалиста в области техники и технологий не только определенных знаний, умений и навыков, но и особых компетенций, сфокусированных на способности применения их на практике. Соответствующим образом изменяются образовательные программы и учебные планы [1]. Возникает потребность в создании новых дисциплин.

Если ранее профессиональные компетенции образовательных программ формировались в основном на старших

курсах, то на сегодняшний день требуется осуществить взаимосвязь академических знаний и практических умений уже в первый год обучения. В рамках компетентностного подхода знания, умения фундаментальных естественнонаучных дисциплин также входят в качестве составляющих профессиональных компетенций [2], для развития которых важен междисциплинарный подход.

При разработке дисциплины первым элементом в технологии обучения является проектирование содержательной части, включая отбор и структурирование учеб-

ного материала. В рамках данной работы не рассмотрены применяемые формы организации учебного процесса, методы и средства технологии обучения инженерной химии, что будет представлено в следующей работе. Материал данной статьи носит информативный характер и может быть использован при разработке образовательных программ по технико-технологическому направлению.

Цель исследования заключалась в формировании содержательной части новой дисциплины «Основы инженерной химии» в рамках химической подготовки бакалавров направления «Техносферная безопасность», профиль «Безопасность технологических процессов и производств».

### **Материалы и методы исследования**

В исследовании использовались общетеоретические и социологические методы: анализ, синтез, классификация, анкетирование, изучение и обобщение педагогического опыта, анализ специализированной литературы, образовательной практики фундаментальной химической подготовки, анализ содержания дисциплины (контент-анализ).

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

В инженерных вузах нашей страны имеется разный подход к изучению химических дисциплин при подготовке бакалавров направления 20.03.01 «Техносферная безопасность» (ТБ) [3–5]. В учебные планы включены фундаментальные химические дисциплины, такие как «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Физическая химия», «Аналитическая химия», «Коллоидная химия». Либо фундаментальные знания данных дисциплин представлены в виде отдельных разделов в курсе химии высокой трудоемкости. Этой же позиции придерживался Тюменский индустриальный университет до перехода на новые образовательные стандарты ФГОС 3, ФГОС 3+.

В рамках новых образовательных стандартов, когда содержание образования регламентируется вузовскими образовательными программами, возрастает роль дисциплин вариативной части [6, 7], позволяющих осуществить профилизацию образовательной программы, проектирование содержания, формирование универсальных компетенций модернизированных ФГОС. Содержание фундаментальной химической подготовки бакалавров технико-технологических направлений также должно включать инвариантное ядро и вариативн Формирование профессио-

нальных компетенций инженера возможно только за счет интеграции знаний, умений и навыков естественнонаучных, общепрофессиональных и специальных дисциплин. Необходимость такой интеграции в профессиональной подготовке бакалавра направления «Техносферная безопасность» показана в работе [3].

Остается актуальной реализация принципа межпредметных связей, что позволяет наиболее полно связать образование с практической деятельностью в выбранной области [8]. Для успешного освоения профессионально значимых дисциплин в системе предлагается формировать содержание предметов естественнонаучного цикла на основе «учебно-профессионального заказа» [9]. Подобный заказ был получен от выпускающей кафедры техносферной безопасности Тюменского индустриального университета на разработку курса инженерной химии, сочетающего фундаментальные и профессиональные знания и навыки химических дисциплин.

При разработке нового курса, с целью установления межпредметных связей (МПС), был проведен анкетный опрос преподавателей кафедры техносферной безопасности, а также анализ рабочих программ профильных дисциплин учебного плана на предмет востребованности основных разделов «Химии» при их изучении. Результаты проведенного анализа представлены в табл. 1. Знаком «+» отмечены МПС между элементами содержания дисциплин для направления ТБ, профиль «Безопасность технологических процессов и производств» (БТП).

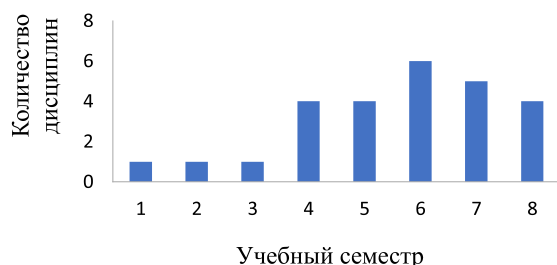
Из таблицы видно, что прослеживается востребованность всех дидактических единиц, включенных ранее в рабочую программу дисциплины «Химия». Наряду с важностью изучения свойств химических соединений, в профильном образовании бакалавра направления ТБ занимают особое место основы коллоидной и аналитической химии, а также наиболее важной является тема «Способы выражения состава раствора».

Согласно графику учебного процесса изучение химических дисциплин для БТП предусмотрено в первых трёх семестрах: базовая дисциплина «Химия» – первый, второй семестр, новая вариативная дисциплина «Основы инженерной химии» (ОИХ) – во втором и третьем семестрах, что согласуется с тем, что данные дисциплины будут формировать начальные элементы профессиональных знаний, умений, навыков для изучения последующих профильных дисциплин (рисунки).

**Таблица 1**  
Межпредметные связи химических и профильных дисциплин для БТП

Разделы и темы дисциплины «Химия»		Дисциплины профиля БТП*									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Общая химия	Строение атома и молекулы			+		+					
	Способы выражения состава раствора			+			+	+	+	+	+
	Растворы электролитов	+		+						+	
	ОВР					+	+			+	
	Стехиометрические расчеты					+			+		+
Неорганическая химия	Обзор свойств элементов	+	+	+	+	+	+			+	
Органическая химия	Свойства углеводородов		+		+	+	+			+	
	Свойства производных углеводородов		+		+	+	+			+	
	Полимеры		+			+	+			+	
Физическая химия	Основы химической термодинамики		+			+				+	
	Химическая кинетика и катализ		+			+				+	+
	Химическое и гетерогенное равновесие	+	+							+	
	Свойства растворов		+	+							
	Электрохимические процессы		+		+					+	
Коллоидная химия	Поверхностные явления и адсорбция				+		+		+	+	
	Дисперсные системы			+		+	+	+	+	+	+
	Дисперсионный анализ			+			+	+	+	+	+
Аналитическая химия	Идентификация веществ, основы количественного анализа				+			+	+	+	+

Примечание. \*Дисциплины, обозначенные цифрами: 1 – экология; 2 – ноксология; 3 – микробиологические основы безопасности; 4 – производственная безопасность; 5 – теория горения и взрыва; 6 – промышленная экология; 7 – производственная санитария и гигиена труда; 8 – эксплуатация средств контроля безопасности; 9 – безопасность жизнедеятельности; 10 – основы экологического мониторинга.



*Распределение по семестрам количества профильных дисциплин, имеющих МПС с химическими дисциплинами*

С учётом востребованности химических знаний в профильном образовании бакалавра направления ТБ, целью дисциплины «Основы инженерной химии» является ознакомление обучающихся с основными физико-химическими характеристиками окружающей среды, химическими и физико-химическими методами их контроля и снижения уровня опасности.

Для достижения поставленной цели требуется выполнение следующих задач:

- познакомить обучающихся с основными физико-химическими характеристиками

окружающей среды, с методами их контроля и расчета;

- дать представление о физико-химических процессах в дисперсных системах; о химических и физико-химических процессах, применяемых для снижения уровня опасности;

- привить навыки соблюдения техники безопасности в проведении химического эксперимента;

- научить обрабатывать и анализировать результаты эксперимента.

Изучение дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций: ПК-15 – Способность проводить измерения уровней опасностей в среде обитания, обрабатывать полученные результаты, составлять прогнозы возможного развития ситуации; ПК-16 – Способность анализировать механизмы воздействия опасностей на человека, определять характер взаимодействия организма человека с опасностями среды обитания с учетом специфики механизма токсического действия вредных веществ, энергетического воздействия и комбинированного действия вредных факторов [10].

Таблица 2

Взаимосвязь разделов и тем химических дисциплин

Химия (разделы, темы)		Основы инженерной химии (элементы содержания)
Строение атома и молекулы (1)	↔	Избирательность сорбции, свойства сорбентов, применяемых в промышленности (3)
Основы химической термодинамики (1)	↔	Безопасность проведения адсорбционных процессов (3)
Химическая кинетика, катализ и равновесие (1)	↔	Прогнозирование изменения концентрации химических процессов (2)
Способы выражения состава раствора (1)	↔	Расчет и контроль концентрации в лабораторных и технологических измерениях (2)
Свойства растворов	→	Основные физико-химические характеристики окружающей среды. Практическое применение свойств (2)
Растворы электролитов (1)	↔	Потенциометрия. Прогнозирование pH (2)
Окислительно-восстановительные реакции (2)	↔	Окислительно-восстановительное титрование (2)
Электрохимические процессы (2)	↔	Потенциометрия (2)
Обзор свойств элементов и их соединений (2)	↔	Характеристика основных загрязнителей техносферы и методов их обезвреживания (3)
Коллоидная химия	→	Методы дисперсионного анализа. Физико-химические процессы в техносфере (3)
Стехиометрические расчеты	→	Вольтометрический анализ, гравиметрия, расчет плотности газа и др. (2)
Аналитическая химия	→	Основы количественного анализа. Примеры применения для анализа окружающей среды (2)
Органическая химия (2)	↔	Характеристика основных загрязнителей техносферы и методов их обезвреживания (3)

Примечание. В схеме разделы и темы, полностью перенесенные в курс «Основы инженерной химии», отмечены знаком →, а межпредметные связи – знаком ↔. Цифрами в скобках обозначены учебные семестры.

Результатом освоения дисциплины «ОИХ» является знание основных понятий, законов и моделей химических систем, реакционной способности веществ; основных физико-химических характеристик состояния окружающей среды и методов их измерения; умение применять полученные знания при решении задач; анализировать факторы, влияющие на физико-химические процессы; обрабатывать и анализировать результаты эксперимента; владение навыками в проведении эксперимента и обращении с химическими веществами.

При разработке новой дисциплины одной из задач было разгрузить информационно перегруженный курс «Химия», а также обеспечить преемственность тем, учитывая параллельное изучение двух химических дисциплин во втором семестре. Поэтому часть учебного материала была вынесена в курс «Основы инженерной химии» согласно табл. 2.

С учётом корректировки рабочей программы курса «Химия» содержание дисциплины «Основы инженерной химии»

сформировано следующим образом. Во втором семестре большинство изучаемых тем опирается на знания, полученные ранее в первом семестре и при изучении школьной программы, а также на материал химии второго семестра, что позволяет не перегружать обучающихся большим количеством новой информации, повторять и закреплять знания.

Таким образом, содержательная часть второго семестра дисциплины «Основы инженерной химии» включает следующие разделы:

1. *Стехиометрические расчеты.* Рассмотрены простейшие стехиометрические понятия и законы, которые обобщены и применены во второй части при решении комплексных задач в разделе «Методы обезвреживания веществ» применительно к некоторым производственным процессам.

2. *Основные физико-химические характеристики окружающей среды.* Включает два подраздела, в которых рассматриваются такие характеристики, как растворимость, парциальное давление, плотность, различ-



ные способы выражения концентрации, вопросы нормирования содержания примесей, сделан акцент на единицы измерения и взаимосвязь между ними, влияние различных факторов на концентрацию, что важно в вопросах производственного контроля. Рассматривается практическое применение коллигативных свойств растворов.

*3. Основы количественного анализа.* Дана общая характеристика методов количественного анализа, рассмотрены методы, широко применяемые в инженерной практике применительно к исследованию физико-химических характеристик состояния окружающей среды: химические методы анализа: весовой, объемный; физико-химические: электрохимические, спектральные и др.

*4. Кинетические характеристики химического процесса.* Главная идея этого раздела в том, что концентрацию компонентов в системе можно не только определить аналитически, с помощью химических и инструментальных методов контроля, но и рассчитать изменение концентрации во времени на основании кинетических характеристик. Дается понятие порядка реакции, периода полураспада и предусмотрены расчеты с использованием кинетических уравнений. Также в этом разделе рассмотрены начальные сведения об особенностях гетерогенных, фотохимических, цепных реакций.

Как видно из табл. 2, раздел «Коллоидная химия», на изучение которого в курсе «Химия» отводилось достаточно большое количество часов, полностью перенесен в инженерную химию и составляет основу третьего семестра, поскольку изучение основных положений и моделей коллоидной химии является фундаментом для изложения специальных дисциплин направления «Техносферная безопасность».

В третьем семестре изучаются следующие разделы дисциплины:

*5. Методы дисперсионного анализа.*

*6. Физико-химические процессы в дисперсных системах.*

*7. Характеристика основных загрязнителей техносферы и методов их обезвреживания.*

В разделах 5, 6 рассматривается классификация примесей по фазово-дисперсному составу, оптические и молекулярно-кинетические методы исследования систем, поверхностные свойства дисперсных систем, основы сорбционных технологий и другие профессионально значимые вопросы [11].

Раздел 7 содержит сведения по защите окружающей среды и человека: классификация источников загрязнения, сущность

методов снижения опасности, выбор метода в зависимости от фазово-дисперсного состава.

Таким образом, разделы 5 и 6 третьего семестра содержат для обучающихся в основном новую информацию по дисциплине «Основы инженерной химии», а раздел 7 является завершающим с обобщением информации, полученной при изучении химических дисциплин.

Изначально учебным планом дисциплины с трудоёмкостью 6 ЗЕТ были предусмотрены лекционные и практические занятия с промежуточными формами контроля – зачёт во втором и экзамен в третьем семестрах. При апробации новой дисциплины стало понятно, что привить навыки проведения химического эксперимента на практических занятиях не представляется возможным. В связи с чем был скорректирован учебный план дисциплины путем замены практических работ на лабораторные, рассчитанные на четыре часа раз в две недели.

По результатам анкетирования 60 % обучающихся направления ТБ отмечают, что инженерная химия труднее, но интересней курса «Химия». При этом 80 % обучающихся старших курсов и 100 % выпускников считают, что химические знания необходимы в их профессиональном образовании, а изучение основ инженерной химии облегчает восприятие учебной информации профильных дисциплин.

### Выводы

Таким образом, проведенное исследование позволяет сделать следующие выводы:

– Для развития у обучающихся профессиональных компетенций необходимо создавать дисциплины естественнонаучного цикла с межпредметными связями.

– Проведенный контент-анализ рабочих программ и учебного плана позволил выявить наиболее значимые дидактические единицы химических дисциплин в профильном образовании бакалавров направления «Техносферная безопасность», профиля «Безопасность технологических процессов и производств».

– Спроектирована содержательная часть вариативной дисциплины «Основы инженерной химии» путём перераспределения дидактических единиц между информационно перегруженным курсом «Химия» и новой дисциплиной профессиональной направленности.

– Разработанная дисциплина расширяет профессиональный кругозор обучающихся и способствует формированию профессиональных компетенций с первого года обучения.

## Список литературы

1. Боровков А.И., Бурдаков С.Ф., Клявин О.И., Мельникова М.П., Пальмов В.А., Силина Е.Н. Современное инженерное образование: учеб. пособие. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. 80 с.
2. Вострикова Н.М. Химическая компетенция бакалавров технико-технологических направлений и подходы к ее развитию // Современные наукоемкие технологии. 2019. № 1. С. 141–145.
3. Харнутова Е.П. Особенности преподавания химических дисциплин при подготовке инженеров-бакалавров по направлению «Техносферная безопасность» // Практика высшей школы. Вестник высшей школы. 2019. № 7. С. 96–97.
4. Денисова Л.В. Особенности контроля качества знаний при преподавании химии бакалаврам по техносферной безопасности // Содействие профессиональному становлению личности и трудоустройству молодых специалистов в современных условиях: сборник материалов VI Международной заочной научно-практической конференции, посвященной 60-летию БГТУ им. В.Г. Шухова (Белгород, 20 декабря 2014 г.): в 2 ч. Ч. 1 / Под ред. С.А. Михайличенко, С.Н. Ломаченко. Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2014. С. 203–208.
5. Голянская С.А., Агейкина О.В. Актуальность корректировки учебного плана направления «Техносферная безопасность» профиль ИЗОС по химическим дисциплинам // Проблемы инженерного и социально-экономического образования в техническом вузе в условиях модернизации высшего образования: сборник материалов I Международной научно-практической конференции (Тюмень, 28 марта 2017 г.) / Отв. ред. О.В. Сарпова. Тюмень: ТИУ, 2017. С. 174–177.
6. Девисилов В.А. Принципы построения образовательных программ и технологии обучения по направлению «Техносферная безопасность» // Безопасность в техносфере. 2010. № 6. С. 54–62.
7. Галямина И.Г. Формирование содержания при модернизации государственных образовательных стандартов // Техносферная безопасность как комплексная научная и образовательная проблема: материалы Всероссийской конференции (Санкт-Петербург, 4–6 октября 2018 г.). СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2018. С. 22–26.
8. Горбунова Л.Г. Реализация междисциплинарного взаимодействия в химическом образовании студентов технического университета // Естественнонаучное образование: взгляд в будущее. М.: МГУ, 2016. С. 198–214.
9. Леонова Н.А., Каверзнева Т.Т., Ульянов А.И. Междисциплинарная связь курсов физики, безопасности жизнедеятельности и техносферной безопасности // Научно-технические ведомости СПбГУ. 2014. 3 (203). С. 160–164.
10. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования. Уровень высшего образования. Бакалавриат. Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность (утв. Приказом Министерства образования и науки РФ от 21 марта 2016. № 246, с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/71384972/53f89421bbdaf741eb2d1ecc4ddb4c33/#friends> (дата обращения: 10.09.2020).
11. Голянская С.А., Берлина О.В. Коллоидная химия // Международный журнал экспериментального образования. 2012. № 10. С. 111–112.