

УДК 378.662.146.2.018.43:54(063)

## МЕТОД ОРГАНИЗАЦИИ И КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ЗАОЧНОГО ОБУЧЕНИЯ ПО НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Перевезенцева Д. О., Стась Н. Ф.

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, Россия (634050, г. Томск, пр. Ленина, 30); e-mail: dop@tpu.ru; stanif@mail.ru*

Разработана методика управления самостоятельной работой и контроля знаний студентов заочного образования при изучении неорганической химии, которая состоит из перечня дидактических единиц (знаний и умений), которые должен усвоить студент при изучении дисциплины, структуры экзаменационного билета, соответствующего этому перечню, варианта экзаменационных билетов и методики оценивания экзаменационных работ. Студенты получают эти материалы в начале семестра вместе с программой и учебными пособиями, и они служат для них руководством для самостоятельной работы в семестре, компенсируя отсутствие аудиторных занятий и прямого контакта студентов с преподавателем. Приводятся два перечня дидактических единиц: прежний простой, построенный по принципу последовательного изучения материала, и сложный, форма которого и требования к знаниям и умениям студентов отражают взаимосвязи описательного материала неорганической химии с теоретическим материалом общей химии. Простой перечень знаний и умений используется последние 6 лет, а сложный – 2 года. Сравнение прежнего простого перечня с разработанным сложным свидетельствует о реализации компетентного подхода при изучении общей неорганической химии.

Ключевые слова: заочное обучение, неорганическая химия, самостоятельная работа студентов, метод управления, перечень дидактических единиц, экзамен.

## METHODS OF CERTIFICATION STUDENTS OF DISTANCE AND DISTANCE LEARNING

Perevezentseva D. O., Stas N. F.

*National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia, (634050, Tomsk city, Lenin street, 30), e-mail: dop@tpu.ru; stanif@mail.ru*

Control methodology of knowledge and management of students' independent work of inorganic chemistry of Extramural education is developed and used in teaching in National Research Tomsk Polytechnic University. It consists of a list of knowledge and skills that have assimilate student, structure of exam tests. examination ticket variant, and estimation rule. At the beginning of the semester students receive these documents with a program and a set of manuals estimation rule These documents allow students to study chemistry independently. These materials are for the lack of classes and students direct contact with the teacher. There are two lists of knowledge and skills. The first list of knowledge skills is simple in which material is located according to the order consistent study material. The first list of knowledge skills is used in six years. The second list of difficult which reflects relation-ship between the material of inorganic chemistry with theoretical material of general chemistry. The second list of knowledge skills is used in two years. The comparison of the two lists of knowledge and skills shows the development of the competence approach in the study of inorganic chemistry.

Key words: distance education, extramul education, independe students, chemistry, certification, exam.

**Значение контроля.** В университетах России широко применяется заочная формы обучения, но уровень знаний студентов заочной формы значительно ниже, чем студентов очного отделения. Основная проблема современного заочного обучения вызвана отсутствием способа управления самостоятельной работой студентов и контроля этой работы в семестре.

Контроль является важнейшим обязательным элементом технологии обучения, её составной частью. Известный специалист по разработке объективных методов контроля студентов В. С. Аванесов считает, что контроль в процессе обучения выполняет важнейшие функции: диагностическую, обучающую, развивающую, воспитательную [1]. Обучение не может быть полноценным без регулярной и объективной информации о том, как усваивается

студентами материал, как они применяют полученные знания для решения практических задач. Благодаря контролю между преподавателем и студентами устанавливается обратная связь, которая позволяет оценивать динамику усвоения учебного материала и действительный уровень овладения учебным материалом.

На кафедре общей и неорганической химии ТПУ разработана и применяется научно обоснованная система контроля на всех этапах изучения химии студентами очного обучения. Она обеспечивает пятиэтапный контроль студентов: 1) входной, 2) текущий, 3) тематический, 4) рубежный, 5) итоговый. Для каждого этапа разработаны соответствующие формы контроля: собеседование, тестирование, самостоятельная аудиторная работа, индивидуальные задания, рефераты, коллоквиумы, выступления на семинарах и конференциях.

Каждый этап обучения предполагает достижение определенных целей, и с помощью контроля устанавливается степень их достижения. Основные категории конкретных учебных целей, предложенные Клариним [3], использовали при разработке форм и средств контроля: 1) запоминание и воспроизведение (студент знает основные термины, понятия, определения, формулы, законы, принципы); 2) понимание (понимает и интерпретирует термины, понятия, определения, схемы и графики); 3) применение знаний в известной ситуации (умеет применять термины, понятия, определения, формулы, законы и принципы в знакомой ситуации); 4) применение знаний в незнакомой ситуации (использует законы и принципы в новых незнакомых ситуациях); 5) анализ (видит ошибки в логике рассуждений, корректирует неполные или избыточные постановки задач, различает факты и следствия). Применение этой системы обеспечивает уровень знаний студентов очного отделения, соответствующий ФГОСам третьего поколения.

**Главный недостаток заочного обучения.** В заочном обучении контроль четырёх первых этапов обучения невозможен, и это является главным недостатком заочного обучения. Понимая, что этот недостаток преодолеть невозможно, нами разработана альтернативная система управления самостоятельной работой при изучении химии студентов-заочников общетехнических направлений [5]. Она состоит из перечня дидактических единиц (знаний и умений), которые должен усвоить студент; кодификатора экзаменационного билета, соответствующего этому перечню; комплекта заданий для формирования вариантов экзаменационного билета. Такая же работа проведена по первой части дисциплины «Общая и неорганическая химия» – по общей химии, которую изучают студенты химико-технологических направлений 240100 (Химическая технология) и 241000 (Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, профиль «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов»).

Заключительным этапом работы, которому посвящена эта статья, стала разработка перечня дидактических единиц и кодификатора экзаменационного билета по второй части дисциплины «Общая и неорганическая химия» – неорганической химии для студентов химических направлений, которую они изучают во втором семестре первого курса. Эта часть содержит огромный по объёму материал, отбор которого для изучения студентами и для последующего контроля является сложной проблемой и требует методического обоснования. Мы предлагаем студентам два варианта перечня: простой и сложный. Простой перечень построен по принципу последовательного изучения материала, соответствующему учебному пособию [7]. Материал неорганической химии в этом перечне разделён на 15 тем, в каждой теме содержится 4–5 дидактических единиц, формулировки которых практически повторяются. Для примера приводим фрагмент перечня по темам «Халькогены» и «Галогены».

#### *Халькогены*

1. Нахождение элементов в природе, строение их атомов, изменение характеристик атомов и свойств элементов в подгруппе.
2. Кислород: аллотропные модификации, их состав и свойства, получение и применение. Вода и пероксид водорода.
3. Свойства серы; соединения серы с водородом, кислородом, галогенами, металлами: их состав, свойства, получение и применение.
4. Серная кислота и её соли: состав, свойства, получение и применение.
5. Свойства селена, теллура и полония, свойства селеновой кислоты.

#### *Галогены*

1. Нахождение элементов в природе, строение их атомов, изменение характеристик атомов и свойств элементов в подгруппе.
2. Хлор, бром, йод: получение, свойства и применение простых веществ, окислительно-восстановительные реакции с их участием.
3. Соединения хлора, брома и йода с водородом: получение, свойства и применение, окислительно-восстановительные реакции с их участием.
4. Кислородосодержащие кислоты хлора, брома, йода и соли этих кислот, их названия; окислительные свойства хлората калия, реакции вскрытия минералов расплавленными окислительными смесями хлората и гидроксида калия, хлората и гидроксида натрия.
5. Особенности свойств фтора и фтороводорода; их получение и применение.

Студенты могут использовать этот перечень на первом этапе изучения неорганической химии: для запоминания и воспроизведения приобретаемых знаний. Это соответствует первому и второму уровню по известной классификации учебных достижений, разработанной В. П. Беспалько [2]. Но для студентов химико-технологических специальностей этого недо-

статочно: они должны не только помнить, но понимать и объяснять изучаемый материал, применять знания как в известной ситуации (третий уровень учебных достижений), так и в незнакомых условиях (четвёртый уровень). Достижение этих более высоких уровней владения неорганической химией возможно при усвоении внутрипредметных связей между её материалом и с теоретическим материалом общей химии, изученной в первом семестре.

В этом плане привлекателен перечень ключевых вопросов по неорганической химии, разработанный в Российском химико-технологическом университете [6], который построен по принципу усвоения взаимосвязей описательного материала неорганической химии с теоретическим материалом общей химии. Он состоит из трёх разделов: 1) методы получения важнейших веществ в промышленности и в лабораторной практике, 2) химические превращения и 3) типовые задачи. Мы считаем, что из списка типовых задач этого перечня можно исключить задачи «Вычисление концентрации комплексообразователя», но дополнить его задачами на расчёт энергии активации химических реакций, а также задачами на выяснение направления протекания окислительно-восстановительной реакций. Кроме этого, список методов получения важнейших веществ в химической промышленности и в лабораторной практике необходимо дополнить указанием пероксида водорода. С этими исправлениями и дополнениями перечень по неорганической химии имеет следующее содержание.

#### *I. Методы получения важнейших веществ в промышленности и лабораторной практике*

1. Натрий, гидроксид натрия карбонат натрия.
2. Оксид и гидроксид кальция, хлорная известь.
3. Бор, борная кислота; алюминий, оксид и гидроксид алюминия.
4. Оксиды углерода; кремний, силикаты, стекло.
5. Аммиак, азотная кислота, нитраты калия и аммония.
6. Фосфор, фосфорная кислота, фосфорные удобрения.
7. Водород, хлор, бром, фтороводород, хлороводород, хлорат калия.
8. Кислород, пероксид водорода, сероводород, оксиды серы, серная кислота.
9. Титан, оксид титана.
10. Хром, марганец, железо, никель.
11. Пирометаллургическое получение металлов (свинец, медь, цинк) из сульфидных руд.

#### *II. Химические превращения*

1. Взаимодействие металлов и неметаллов с азотной и серной кислотами.
2. Взаимодействие с растворами щелочей:
  - 2.1. Амфотерных металлов.
  - 2.2. Неметаллов (сера, фосфор, хлор, бром).
  - 2.3. Кислотных и амфотерных оксидов.

3. Образование аммиакатов и гидрокомплексов металлов, их разрушение кислотами, термическая дегидратация гидроксокомплексов.
4. Гидролиз солей по катиону, по аниону, необратимый гидролиз.
5. Реакции перманганата калия и дихромата калия с восстановителями в кислой, нейтральной и щелочной средах.
6. Реакции нитрита калия и пероксида водорода с окислителями и восстановителями.
7. Окислительное действие нитрата и хлората калия при нагревании.
8. Окислительное действие хлора и брома в щелочной среде.
9. Реакции термического разложения нитратов различных металлов.
10. Реакции термического разложения кислых солей.
11. Реакции термического разложения солей аммония:  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_2$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ .
12. Получение водородных соединения неметаллов путем гидролиза соединений неметаллов с металлами.
13. Получение летучих хлоридов кремния, алюминия, бора, титана путем хлорирования оксидов в присутствии углерода.

### *III. Типовые задачи*

1. Пересчет концентраций: массовая доля, молярная концентрации, молярная концентрация эквивалента, моляльность, титр, мольная доля.
2. Применение закона эквивалентов для решения задач на материальный баланс в обменных и окислительно-восстановительных химических превращениях.
3. Расчет энтальпии, энтропии и энергии Гиббса химических реакций с использованием справочных данных.
4. Расчет константы равновесия по величине энергии Гиббса реакции.
5. Расчет энергии активации химических реакций по известным значениям констант скоростей при различных температурах.
6. Выяснение направления протекания окислительно-восстановительных реакций по справочным значениям окислительно-восстановительных потенциалов полуреакций.
7. Вычисление pH растворов кислот и оснований.
8. Нахождение растворимости соли по величине ПР и обратная задача.
9. Выяснение возможности образования осадка малорастворимой соли при смешивании растворов двух солей.
10. Расчет константы и степени гидролиза соли, определение pH раствора гидролизующейся соли.

11. Выяснение возможности разрушения комплексного иона с образованием осадка малорастворимой соли при заданных концентрациях комплексной соли и осадителя, известных объемах растворов,  $IP$  образующегося осадка и константе нестойкости комплексного иона.

12. Объяснение пространственного строения молекул с использованием понятия гибридизации атомных орбиталей и метода ОЭПВО.

На нашей кафедре используется кодификатор экзаменационного билета, построенный в соответствии со вторым (сложным) перечнем.

1. Нахождение элементов в земной коре и их распространенность:

Распространенность элементов в земной коре и космосе.

Природные соединения элементов.

2. Получение металлов, очистка металлов от примесей.

3. Получение неметаллов.

4. Общие закономерности изменения химических свойств простых веществ и их соединений.

5. Строение и свойства простых веществ – металлов:

6. Строение и свойства простых веществ – неметаллов:

7. Получение и свойства и бинарных соединений:

Номенклатура бинарных соединений.

Получение и свойства оксидов.

Получение и свойства карбидов.

Получение и свойства галогеноводородов.

Получение и свойства и галогенидов.

Получение и свойства и сульфидов.

8. Получение и свойства и гидроксидов:

Номенклатура гидроксидов.

Получение и свойства оснований.

Получение и свойства амфотерных гидроксидов.

Получение и свойства кислородсодержащих кислот.

Кислотно-основные свойства гидроксидов.

Окислительно-восстановительные свойства гидроксидов.

9. Получение и свойства солей:

Номенклатура химических солей.

Получение и свойства средних солей.

Получение и свойства кислых солей.

Получение и свойства основных солей.

Получение и свойства оксосолей.

Окислительно-восстановительные свойства солей.

Гидролиз солей.

10. Применение простых веществ и химических соединений.

11. Упражнение на составление уравнения окислительно-восстановительной реакции методами электронного баланса и полуреакций и определение её направления по справочным значениям стандартных окислительно-восстановительных потенциалов.

12. Расчетная задача на определение концентрации растворов.

13. Комбинированная расчетная задача, включающая следующие законы и расчёты:

Стехиометрические расчеты.

Газовые законы, закон Авогадро.

Содержание примесей.

Избыток и недостаток вещества.

Расчет процентного выхода.

Сравнение этого документа с простым перечнем свидетельствует о развитии учебного процесса в сторону реализации компетентностного подхода.

**Методика оценивания студентов.** Студенты получают перечни вместе с программами [4, 8], и они служат для них руководством для конкретной работы над материалом. Студенты получают также кодификатор экзаменационных билетов, пример варианта экзаменационного билета и информацию о методике оценивания ответов на экзамене.

Для проведения контроля составлен комплект обычных и тестовых заданий и расчетных задач; каждой дидактической единице соответствуют от 10 до 20 заданий. Из них формируются варианты экзаменационных билетов, число заданий в которых отвечает условию максимально полного охвата контролируемого материала. В экзаменационных билетах примерно одинаковая доля трудных, средней трудности и лёгких заданий, поэтому все варианты по общей трудности практически не отличаются один от другого. В билете представлены задания, соответствующие первым трём уровням классификации учебных достижений [5]: 1) узнавание, 2) воспроизведение и 3) применение знаний. Четвёртый уровень (перенос знаний) контролировать на первом курсе мы считаем преждевременным.

Экзамен проводится в письменной форме под контролем двух преподавателей, которые пресекают попытки использования шпаргалок, взаимодействия между собой и выхода на связь с «наёмниками». По результатам письменной работы выставляется оценка, связанная с долей правильных ответов (%): неудовлетворительно – менее 55, удовлетворительно – 55–70, хорошо – 71–90, отлично – более 90; со студентами, набравшими 44–55 % баллов, проводится собеседование. При такой форме проведения экзамена в аудитории сохраняется благоприятная психологическая обстановка, отсутствуют причины для апелляций.

Разработанный метод аттестации студентов заочного обучения является фактически средством организации их самостоятельной работы в семестре и частично нивелирует недостатки, которые характерны для этой формы обучения.

### Список литературы

1. Аванесов В. С. Основы научной организации педагогического контроля в высшей школе. – М.: Изд-во МИСиС, 1987. – 167с.
2. Беспалько В. П. Слагаемые педагогической технологии. – М.: Педагогика, 1998. – 192 с.
3. Кларин М. В. Инновационные модели обучения в зарубежных педагогических поисках. – М.: Арена, 1994. – 223 с.
4. Перевезенцева Д. О. Общая и неорганическая химия: Методические указания и индивидуальные задания для студентов ИДО, обучающихся по направлению 241000 «Энерго и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» профиль «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов». – Томск: Изд-во Томского политехнического ун-та, 2011. – 110 с.
5. Перевезенцева Д. О., Стась Н. Ф. Метод аттестации студентов дистанционного и заочного обучения // *Фундаментальные исследования*. – 2013. – № 4(1). – С. 162–166.
6. Российский химико-технологический университет им Д.И. Менделеева. Отделение очно-заочного и заочного обучения. Задания для студентов заочной формы. Первый курс. Неорганическая химия. [Электронный ресурс]. [http:// www.muotr.ru/univedu/remtrain/plans.php](http://www.muotr.ru/univedu/remtrain/plans.php)
7. Стась Н. Ф. Общая и неорганическая химия. Ч 2. Неорганическая химия: учебное пособие для студентов химических специальностей. – Томск: Изд-во Томского политехнического ун-та, 2012. – 250 с.
8. Стась Н. Ф., Плакидкин А. А. Общая и неорганическая химия: рабочая программа, методические указания и контрольные задания для студентов химических специальностей ИДО. – Томск: Изд-во Томского политехнического ун-та, 2009. – 99 с.

### Рецензенты:

Коробочкин Валерий Васильевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой общей химической технологии Национального исследовательского Томского политехнического университета, г. Томск.

Биматов Владимир Исмагилович, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой динамики полетов Национального исследовательского Томского государственного университета, г. Томск.