



**ФОРМИРАНЕ НА ОСНОВНИ ХИМИЧНИ ПОНЯТИЯ НА  
СЪВРЕМЕННО ПОЗНАВАТЕЛНО РАВНИЩЕ С ПРИЛАГАНЕ НА  
МОДЕЛ НА ОБРАЗОВАТЕЛЕН ДИЗАЙН GERLACH & ELY  
(НА ПРИМЕРА НА КАЛЦИЙ, МАГНЕЗИЙ И АЛУМИНИЙ)**

**Христивелина Костадинова Жечева**

Университет „Проф. д-р Асен Златаров“, гр. Бургас

**FORMATION OF BASIC CHEMICAL CONCEPTS AT MODERN  
COGNITIVE  
LEVEL WITH APPLICATION OF MODEL OF EDUCATIONAL  
DESIGN GERLACH & ELY  
(FOR EXAMPLE CALCIUM, MAGNESIUM, ALUMINUM)**

**Hristivelina Kostadinova Zhecheva**

University „Prof. Dr. Assen Zlatarov“, city of Burgas

**Abstract:** *The article offers a design solution option for a lesson related to the formation of basic chemical concepts: chemical element, substance, chemical reaction at a modern cognitive level. For this purpose, the model Gerlach & Ely has been adapted and concretized to topics from the chemistry and environmental protection curriculum for the 8th grade-Metals from II A (2.) and III A (13.) group of The periodic system (table). The possibilities of chemistry as an experimental science are manifested by including an educational chemical experiment based on the application of the problem-research and competence approach.*

**Key words:** *model of educational design, educational chemical experiment, basic chemical concepts.*

**Въведение**

Основните химични понятия (вещество, химичен елемент и химична реакция) обобщават знанията за най-общите закономерности, свързани с химичната форма на организация и движение на материята. Те се развиват като система от знания от пониско към по-високо познавателно равнище през целия курс на обучение, следвайки историко-логическия път на химичното познание. От методическа гледна точка е целесъобразно тяхното формиране да се извършва на основата на експериментално изучаване на химичните обекти. В качеството си на източник на емпирична информация експериментът улеснява преминаването от сетивната към логическата степен на познание посредством извършване на мисловна дейност и логически операции, при което се реализират мисловни форми (понятия) [4]. За формиране на основните химични понятия, е необходимо да се проектират учебни събития, които предоставят условия за активиране на минал познавателен опит и активно конструиране на нови знания чрез надграждане на собствен опит на учениците в условия на учебно експериментирание. Това предполага планиране на динамична, интерактивна и конструктивистка учебна среда, която спомага да се поддържа необходимото равнище на мотивация на учениците чрез обвързване с техните емоции и желание за успех. Възможности за проектиране на такава учебна среда предоставят различни модели на образователен дизайн, разглеждани като структуриране на учебния процес на основата



на единна научнообоснована система от цели на обучението, учебно съдържание, педагогически инструментариум, чието съгласуване се извършва в отворена образователна информационна среда [3].

В настоящия доклад е предложен вариант на дизайнерско решение за формиране на компетентности за проектиране на обучение по химия в условията на подготовка на студенти ОКС „Бакалавър“ специалност „Химия“ и ОКС „Магистър“ специалност „Информатика и информационни технологии в химията и химичното образование“ в Университет „Проф. д-р Асен Златаров“ - Бургас. Докладът представлява част от монографичен труд, който разглежда въпросите за проектиране на обучение по химия в условията на учебно експериментиране [2]. Представената методическа разработка е приложена в реална педагогическа ситуация в условията на стажантска практика на студенти-бъдещи учители по химия (2021-2023).

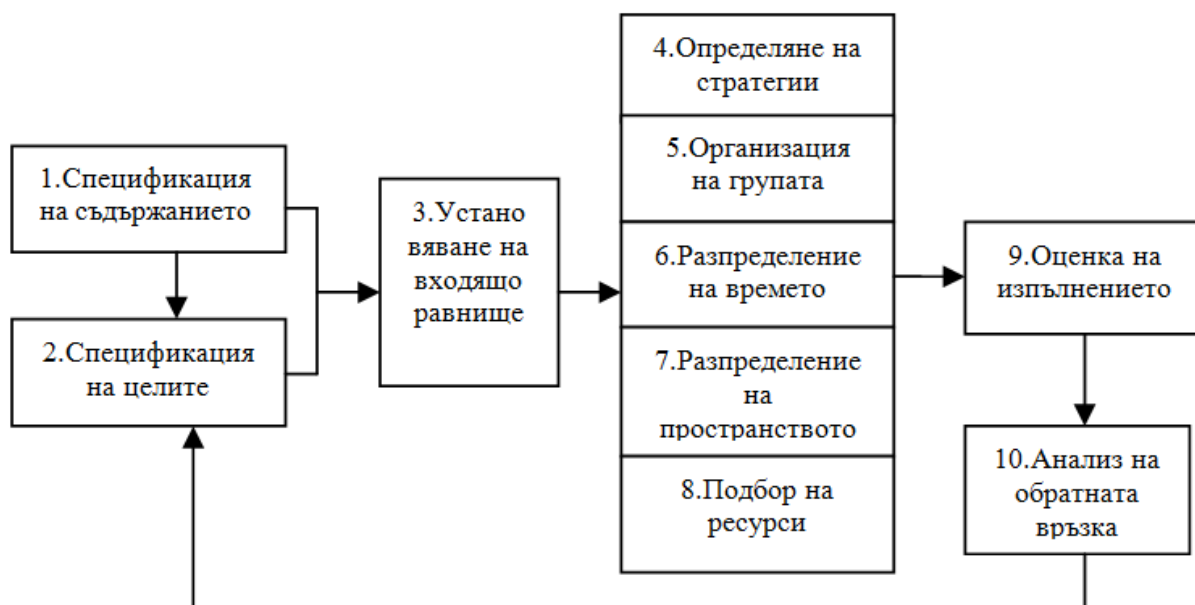
#### Изследване

Проведеното изследване се основава на виждането, че проектирането на обучение по химия в условията на експериментиране се реализира посредством разработване на дизайнерски решения и съпътстващи инструкции, които отразяват системния подход при конструиране на определени учебни ситуации върху конкретно учебно съдържание.

Значимо място в структурата на учебното съдържание по ХООС заемат знанията за основните химични понятия (химичен елемент, вещество и химична реакция). Основните химични понятия се формират при обучението по интегративния учебен предмет Човекът и природата 5. и 6. клас на емпирично описателно равнище от гледна точка на атомно-молекулната теория и се надграждат и разширяват с някои съвременни представи за градивните частици на атома и веществото в 7. клас. След изучаване на Периодичния закон в края на 7. клас постепенно познавателният процес започва да включва изясняване строежа на изучаваните химични обекти, позволяващи обясняване на механизма на химичните процеси.

При уточняване на технологията отчитаме, че по-големият познавателен опит на учениците от 8. клас позволява прилагане на дедуктивния подход, формулиране на хипотези и тяхното експериментално доказване от съвременно гледище. Съобразно рамката Reigeluth [7] изборът на модел на образователен дизайн се насочва към тип обучение, свързан предимно с разбиране на зависимости и прилагане на умения заедно със запомняне на информация за експериментално изследваните обекти. Контролът на обучение изисква модел, ориентиран не само към учителя, но и към учениците, които притежават в определена степен умения за експериментално изследване на вещества по алгоритъм. Фокусът на обучение е насочен към определена тема от учебното съдържание, като се включва интердисциплинарният подход (междупредметна връзка с Физика и астрономия, Биология и здравно образование, Информационни технологии и други), както и проблематизирането на учебното съдържание. Формата на организация на експериментирането предполага групова работа. Моделът на общуване включва разнообразни взаимодействия между субектите и средата. Подкрепата от учителя е предимно когнитивна с изразени емоционални аспекти.

Подходящ е модел, който се основава на предписания за систематично планиране, проектиране и моделиране на процеси на обучение, като същевременно предоставя по-голяма възможност за промени в дизайнерското решение съобразно условията. Избираме модел Gerlach & Ely [5], защото считаме, че отговаря на посочените изисквания – ориентиран е към класната стая, акцентира върху учебното съдържание и позволява съгласувани решения за подбор на стратегии, начин на организация, времево и пространствено локализиране на учебните дейности, подходящи ресурси (фиг.1).



**Фиг. 1. Модел Gerlach & Ely на проектиране на обучение (адаптиран вид)**

Моделът Gerlach & Ely поставя еднакъв акцент върху дефиниране на целите и методите за постигане на очакваните резултати. Процесът на планиране на обучението според авторите започва със спецификация на учебното съдържание и целите, които предполагат оценяване на входящо равнище.

Тъй като е ориентиран към класната стая се предполага дефиниране на учебното съдържание, определено в учебния план, затова не включва оценка на потребностите на учениците и на образователния контекст. Акцентът е върху учебното съдържание и не толкова върху целите, затова началната точка е изследване на съдържанието и дефиниране на целите. След анализа на резултатите следват етапите: избор на стратегии, организация на работа в група, разпределение на време и пространство, избор на ресурси. Включването на рефлексията се отнася до провеждането на текущо оценяването на дейността и анализа на обратната връзка, които позволяват повторно дефиниране на целите и съдържанието и затварят цикъла на обучение.

Първите два компонента, свързани със спецификацията на целите и учебното съдържание са взаимосвързани и могат да променят реда си. По принцип отправна точка при проектирането са целите, очакваните знания, умения, демонстрирани от учениците в конкретни условия и в определен времеви интервал. В редица случаи е възможно проектирането да започне от учебното съдържание, поради необходимост от разместване на последователността в неговия логически ход съобразно тематичното разпределение и външни организационни причини.

Третият компонент, свързан с установяване на входящото равнище на познавателен опит, е определящ за планиране на следващите дейности, защото въз основа на получените и анализирани данни се разработва стратегията, планира се организацията на работа във времеви и пространствен контекст, избират се учебните ресурси.

Компонентите от четвърти до осми представляват пет на брой интерактивни взаимосвързани процедури и изискват съгласувани решения, защото изборът на стратегия и подходи определя и следващия етап на вземане на решение за начина на организация (самостоятелна работа, екипна работа) съобразно планираните цели. Това от своя страна води до ограничаване вариантите за избор относно времето и пространствено локализиране на учебните дейности. Уточняването на подходите,



стратегии, начина на организация във време и пространство от своя страна определят и избора на подходящи учебни ресурси.

След планиране на тази част от процеса се пристъпва към решения, свързани с оценяване на резултатите, разработване на критерии, показатели за измерване на постиженията на учениците и на ефективността на избраните стратегии на преподаване.

Последният компонент е анализът на обратната връзка, въз основа на който се ревизират и преразглеждат предишните технологични решения и се затваря цикълът на процеса [5].

### *1. Спецификация на съдържанието*

В съответствие с учебната програма по ХООС 8. клас обогатяването на съдържанието и обема на понятието просто вещество метал е в посока алкалоземни метали (Ca, Mg), а развиването на понятието химичен елемент е в посока елемент с двойствен характер (чрез примера за Al).

Въвеждането на съвременните представи за строежа на веществото дава основание химичният експеримент да се превърне в критерий на истината, позволяващ проверка на хипотези за свойства на простите вещества метали въз основа на мястото на елементите в Периодичната таблица и строежа на техните атоми.

Алгоритъмът за описание на химичен елемент се обогатява с характеристиките: строеж на атома, място в Периодичната таблица, вид на химичната връзка и строеж на простото вещество.

### *2. Спецификация на целите*

Когнитивните, афективни и психомоторни цели се отнасят до:

– разширяване и задълбочаване на знанията за метали чрез изучаване на конкретни представители Ca, Mg, Al на база експериментално изследване на техните физични свойства (състояние, цвят, метален блясък, топлопроводност, електропроводимост), общи химични свойства (взаимодействие с кислород, с други неметали и с киселини) и специфични свойства (взаимодействие на Al с основи, разпознаване по оцветяване на пламъка);

– развиване на теоретичното мислене чрез изграждане на работни хипотези, анализ на опитни данни и представяне на информация за изследваните вещества и наблюдаваните взаимодействия в резултат на експеримент;

– формиране и усъвършенстване на специфично химични умения за работа с вещества, лабораторни прибори и апаратура, за провеждане на експерименти по инструкции и представяне на резултатите от тях, за оформяне на протоколи по образец;

– овладяване на умения, свързани с наблюдение и сравнение на физичните и химични свойства на металите Ca, Mg, Al и сравняване на активността им с тази на алкалните метали на основата на строежа на техните атоми (брой електрони в последния валентен електронен слой и брой на електронните слоеве, свързани с атомния радиус), установяване на сходства и различия, разкриване на причинно-следствени връзки: строеж–свойства, обобщаване на информация от експерименталното изследване, формулиране на изводи за тяхната химична активност като функция от строежа на техните атоми и металната химична връзка в простите вещества;

– усвояване на закономерности:

*Строеж на атома (брой протони, брой електрони, брой електронни слоеве/атомен радиус, брой електрони във външния електронен слой) → място на елемента в Периодичната система → химичен характер (метален, двойствен) → вид и строеж*



на простите вещества метали (метална химична връзка) → химичен характер на оксидите и хидроксидите (основен, амфотерен) → свойства на простите вещества → употреба → здравно-екологично въздействие;

– развиване на умения за самостоятелно учене, свързани с проучване, извличане и обработване на информация от различни източници (експерименти, текст, таблици, графики, диаграми), включително и чрез използване на ИКТ, обсъждане на въпроси, отнасящи се до влияние на изучаваните вещества върху здравето и опазване на околната среда;

– формиране на ценностно и отговорно отношение по проблеми, свързани с опазване на околната среда, собственото здраве и здравето на другите при експериментиране.

### 3. Установяване на входящо равнище

Студентите проектират тестови задачи, чрез които се установява равнището на познавателен опит на учениците, който е необходима основа за усвояване на новото учебно съдържание. Задачите включват опорни знания и умения, свързани със строежа на атомите и мястото на елементите в Периодичната таблица, вида на химичната връзка, строежа на веществата, алкалните метали, изучени в 7. клас на класическо атомно-молекулно равнище. Въз основа на получените и анализирани данни разработваме следващите пет на брой интерактивни взаимосвързани компонента, включени в модела Gerlach & Ely за експериментално изследване свойствата на Ca, Mg и Al.

### 4. Подбор на учебни стратегии

При проектиране на дизайн ние използваме химичния експеримент за доказване на хипотези за химичния характер, вида и строежа на простите вещества, физичните и химични свойства на трите метала на основа строежа на техните атоми:

– според мястото в Периодичната таблица елементите Ca, Mg, Al имат метален характер, защото притежават малък брой електрони в последния електронен слой (по 2 и съответно 3) и сравнително голям атомен радиус;

– простите вещества Ca, Mg, Al са метали с метална кристална решетка и притежават общите свойства на всички метали (метален блясък, електро- и топлопроводимост, пластичност);

– калцият е по-активен метал от магнезия, защото неговите атоми имат по-голям брой електронни слоеве (четири) и по-голям атомен радиус от магнезия, при който слоевете са по-малко (3 на брой);

– според мястото в Периодичната таблица елементът Al има по-слабо изразен метален характер, защото има повече електрони в последния електронен слой (3 на брой) и по-малък атомен радиус спрямо Mg, въпреки, че се намират в един и същи период (трети) и имат еднакъв брой електронни слоеве (три на брой);

– металите Ca, Mg, Al са по-слабо активни в сравнение с алкалните метали.

Планираме предимно прилагане на дедуктивен подход при изучаване на общите физични и химични свойства на трите метала и индуктивен подход при изследване на свойства на Al, които го различават от тези на метали като Ca, Mg, Na.





Проектираме също така и прилагане на проблемно-изследователския подход чрез извършване на експеримент в реална и/или виртуална среда за отнасянето на алуминий към алкални основи (електронен учебник по ХООС 8. клас) [1]. Вземат се предвид изискванията в учебната програма за словесно описание на взаимодействието на Al с NaOH, както и факта, че не са фиксирани понятията двойствен характер, алуминотермия и пасивирание. Планираме създаване на условия за усвояване на познавателни стратегии от учениците за характеризирание на химичен елемент чрез експериментално изследване от гледна точка на съвременните представи за строежа на веществата.

Проектираме ръководство за дейности с инструкции за учениците, които включват: *актуализация и насочване на вниманието, информиране и обосноваване на целта, стимулиращи ситуации за усвояване на учебното съдържание чрез експериментирание, предоставяне на обратна връзка, затвърдяване, обобщаване и систематизиране на знания и умения.*

В планирания педагогически инструментариум включваме интерактивни методи. Студентите са подпомагани при разработване на химична кръстословица, химична криптограма, химична мозайка (за актуализация на опорни знания от тема Строеж на веществото – 8. клас, тема Метали – натрий и неговите съединения – 7. клас, тема 4. Периодичен закон и Периодична таблица – 7. клас), при изготвяне на презентации, при организиране на самостоятелната и екипна работа на учениците. Предвиждаме демонстрация на прости вещества (Ca, Mg, Al), моделиране на метални кристални решетки и на превръщането на атомите на елементите в съответни йони, наблюдаване на демонстрационни химични експерименти в реална и дигитална среда, извършване на лабораторни експерименти включително във виртуална лаборатория, инструктаж, обяснение, евристична беседа, осъществяване на междупредметни връзки с учебните предмети Физика и астрономия, Биология и здравно образование, Човекът и природата 6. клас, Информационни технологии, Чужд език, прилагане на историческия подход (получаване на металите), проблемния и компетентностния подход.

#### *5. Организация на работата*

Студентите се подпомагат при планиране на модели на взаимодействие с участие на учениците – самостоятелна работа и/или екипна работа:

– голяма група, разделена на малки групи с хетерогенен състав, синхронна активност и участие на учениците с оглед подпомагане и съгласувана подкрепа за преодоляване на съответните дефицити в знания, умения и отношение;

– малки групи, с хомогенен състав, асинхронна активност и участие на учениците с оглед движение по собствена учебна траектория с индивидуален темп на работа според познавателното равнище, мотивацията за експериментално изследване.

#### *6. Разпределение на времето*

Избраната организация на експериментално изследване на металите определя разпределението на времето в зависимост от формата на организация на обучение – присъствена или дистанционна форма. При организиране на изпълнението на всеки опит студентите предвиждат съответно време за целеполагане, предоставяне на указания за работа с инструкциите, за условията на извършване на опити в реална или виртуална среда, инструктаж по техника на безопасност, насоки за организиране на наблюдаване признаците на протичане, записване на резултатите в протокол, изразяване с химични уравнения, коментар и изводи, презентирание на изводите (самостоятелно или в група). За оптимално използване на учебното време планираме



предварително запознаване с начина на използване и управление на електронните ресурси, особено във виртуална лаборатория при манипулиране на екрана с дву- и тримерни обекти, работа с "Редактор за химични формули", "Конструктор на молекули" за визуализация на тримерни модели, интерактивен тест, информационно-справочни източници, съдържащи колекция и мултимедийни компоненти (фотоапарат за съхраняване на изображения в галерия за наблюдения, видеоматериали, анимации, графики, формули, учебни текстове, звуков коментар и др.), информация за учени-химици, връзка с интернет ресурси.

7. *Разпределение на пространството*

При проектиране на лабораторна работа в реална среда предвиждаме организиране на пространството в 8–9 работни места с малка група ученици (обикновено по трима), за да се осигури ефективна екипна работа при експериментално изследване. Проектираме презентирание с мултимедия при фронтална организация на работа. При осигуряване на индивидуалните или групови работни места с компютърни конфигурации проектираме екипна работа във виртуална лаборатория.

8. *Подбор на ресурси*

Изборът на ресурси зависи от условията на провеждане на експериментирането (в реална и/или виртуална среда). На този етап се осигуряват необходимите реактиви, лабораторно оборудване, инструкции, тестови задачи, електронни ресурси за реализиране на експериментално изследване на простите вещества, посочени в табл. 1.

**Таблица 1 . Химични експерименти за изследване свойствата на Ca, Mg, Al**

Експериментално изследване	Ca, Mg	Al
Общи свойства (дедуктивен подход)		
Физични свойства	Демонстрация на калций и магнезиева лента. Изследване на електропроводност с Мултицет.	Демонстрация на алуминий на гранули и на прах. Изследване на електропроводност с Мултицет.
Отнасяне към O <sub>2</sub>	Горене на калций (оцветяване на пламъка в керемиденочервено). Горене на магнезиева лента с ослепителна бяла светлина.	Горене на Al на прах (ослепително бели искри).
Отнасяне към други неметали Cl <sub>2</sub> (експерименти във виртуална среда)	Взаимодействие на Mg с Cl <sub>2</sub> при нагряване <sup>1</sup> (експеримент във виртуална среда).	Взаимодействие на Al с Cl <sub>2</sub> <sup>2</sup> <i>Допълнителни експерименти</i> (не се изискват в учебната програма): Взаимодействие на Al с Br <sub>2</sub> <sup>3</sup> и с I <sub>2</sub> (в присъствие на H <sub>2</sub> O) <sup>4</sup> .

<sup>1</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=52i8sszdzGo>

<sup>2</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=TIWfUfFo4eY>

<sup>3</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=QvIoyJD1DBU>

<sup>4</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=6LynCavegF8>



Отнасяне към H <sub>2</sub> O	към	Взаимодействие на Са и Mg с H <sub>2</sub> O при нагряване и сравняване на активността на металите. Причини за липсата на наблюдавани признаци при Mg.	Взаимодействие на Al с H <sub>2</sub> O при нагряване след предварително премахване на оксидния слой с NaOH. (електронен учебник по ХООС 8. клас, Боянова и колектив, 2008 или други електронни ресурси).
Отнасяне към киселини	към	Взаимодействие на Са и Mg с разредена 0,1n солна киселина.	Взаимодействие на Al със солна киселина (електронен учебник по ХООС 8. клас или др. електронни ресурси).

*9. Оценка на изпълнението*

Оценяването на резултатите от експерименталното изследване на свойствата на металите студентите извършват по разработени критерии съобразно познавателните равнища в съответната избрана таксономия. Формиращото оценяване се реализира в хода на експериментиране чрез непрекъсната обратна връзка при всеки опит, неговото анализиране, изразяване с химични уравнения, формулиране на изводи.

За обобщаващо оценяване предлагаме експериментална задача за прилагане на знанията и уменията.

\*Разполагате с магнезий и сплав на магнезий и алуминий (магналий). Предложете начин за тяхното експериментално разпознаване, като изберете от следните реактиви: 0,1 n HCl и 0,1 n NaOH. Попълнете с ключови думи текста:

*Описание на опита.* В две епруветки се слагат стружки от магнезий и магналий. Към тях се прибавят 3-4 cm<sup>3</sup> концентриран разтвор на ... и се загрева внимателно на спиртна лампа.

*Изисквания за безопасна работа.* С разтвор на ... се работи много внимателно, защото предизвиква ...

*Наблюдение.* В едната епруветка се отделя топлина и мехурчета ..., който дава пукот със запалена кибритена клечка, а в другата епруветка не се наблюдават промени.

*Изводи.* В епруветката, в която се наблюдават промени се съдържа ... В епруветката, в която не се наблюдават промени се съдържа ...

*10. Анализ на обратната връзка*

Резултатите от анализа на постиженията на учениците използваме за ревизия на целите, което затваря процеса на проектиране.

Адаптираният модел Gerlach & Ely е опит за надграждане на българските традиции в експериментирането в светлината на съвременните виждания за проектиране на модели на образователен дизайн.





Литература

- [1] Боянова и колектив (2008). Електронен учебник по ХООС, изд. "Просвета", София.
- [2] Жечева, Х. (2021). Проектиране на обучение по химия в условия на учебно експериментиране. Изд. „Либра Скорп“, Бургас.
- [3] Жечева, Х. (2021). Дизайн на обучението – от общи модели към конкретни педагогически практики. Изд. „Либра Скорп“, Бургас.
- [4] Жечева, Х. (2022). Методика на учебния експеримент по Химия и опазване на околната среда. Модул обща и неорганична химия. Университет „Проф. д-р Асен Златаров“. Печат: Изд. „Божич“, Бургас.
- [5] Gerlach, V., D. Ely (1980). Teaching & Media: A Systematic Approach (2nd ed.). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall Incorporated.
- [6] Grabowski, S., R. Branch (2003). Teaching & Media: A Systematic Approach. Retrieved October, 2, 2006.
- [7] Reigeluth, C, A.Yunjo (2021). Merging the Instructional Design Process with Learner-Centered Theory: The Holistic 4D Model.

За контакт с автора:

гл. ас. д-р инж. хим. Христивелина Костадинова Жечева

e-mail: hristivelina@gmail.com