

## СТАНДАРТИТЕ ЗА ОБЩООБРАЗОВАТЕЛНА ПОДГОТОВКА ПО БИОЛОГИЯ В САЩ И В БЪЛГАРИЯ – СРАВНИТЕЛЕН АНАЛИЗ

Мая Гачева

Софийски университет „Св. Климент Охридски“ (България)

**Резюме.** За разлика от българските държавни образователни стандарти за учебно съдържание в САЩ има специфика на приложението в различните щати и някои от тях са незадължителни. След установената неефективност стандартите там претърпяват много и разнообразни промени, като най-вече се акцентира върху стандартите за природни науки, които буквално се създават наново. Целите им са да включват борба с незнанието за науките, създаване на общи стандарти за преподаване в САЩ и развиване на по-голям интерес към науките сред учениците, така че повече от тях да направят избор за висше образование по природни науки и технологии. В статията се разглеждат примери от използваните в САЩ стандарти за преподаване на природни науки, в частност – биология за общообразователна подготовка в средното училище, по които се преподава днес. Описаните примери са извадка от новите стандарти за различните области от биологията за два прогимназиални класа – V и VII, и един общо за гимназиален курс – IX – XII клас.

**Ключови думи:** образователни стандарти; учебно съдържание по биология

### Въведение

В книгата „Теории за образованието“ Иван Иванов определя образователните стандарти като „система от основни показатели, приемани в качеството на държавна норма за образование (еталон), отразяващи обществения идеал и отчитащи реалните възможности на личността и образователната система за достигане на този идеал“ (Ivanov 2004, 12). Един от най-известните руски педагози – В. П. Беспалко, под стандарт на образованието разбира „диагностично описание на минималните образователни изисквания към отделни страни на образованието или към образованието като цяло“ (Bespalko 1982).

Международната класификация на стандартите в образованието (ISCED 97-International Standard Classification of Education) е инструмент, който позволява по съпоставими показатели да се постигне прибилизително уеднаквяване степента на подготвеност и образование на лицата. Тя е изключително полез-

на при признаването степента на образование от една в друга образователна система. Тези съпоставими показатели са ниво и област на образование. Според тази международна класификация образователните нива са: ISCED 0 – предучилищно образование; ISCED 1 – начално образование; ISCED 2 – първи етап на средно образование (прогимназиален етап), основно образование от I – VIII клас; ISCED 3 – втори етап на средно образование (гимназиален етап); ISCED 4 – след средно, невисше образование с квалификация „непрофесионален бакалавър“; ISCED 5 – първи етап на висше образование, ОКС „бакалавър“; ISCED 6 – втори етап на висше образование, ОКС „магистър“; ISCED 7 – трети етап на висше образование, ОНС „доктор“. През 2013 г. Европейският съюз актуализира системата за квалификация. Направените корекции обаче не променят съдържателно посочените степени. Въведен е изразът „успешно завършено ниво“, което се доказва с получено удостоверение или диплома.

### **Български образователни стандарти**

Добре известно е, че в българската образователна система съществуват единни държавни образователни стандарти относно изготвянето на учебен план, учебно съдържание, оценяване, за образователните ресурси и т.н., които важат и съответно трябва да се прилагат във всички училища в цялата страна (ЗПУО, гл. 3, чл. 22<sup>1)</sup>).

Тук трябва да се уточни и че в българската образователна система се употребяват термините „образователна степен“ и „образователен етап“. Образователната степен е „значим период от обучението, в който се поставят относително самостоятелни цели, има относително завършен характер и осигурява подготовка на учениците, която е основа както за по-нататъшното им обучение, така и за реализацията в обществената практика“<sup>(1)</sup>. Една от промените, които се направиха със ЗПУО, беше в структурно отношение. В предходния Закон за народната просвета е регламентирана двустепенна структура на средното образование с три образователни етапа: основна, включваща два етапа – начален (I – IV клас) и прогимназиален (V – VIII клас), и средна, включваща гимназиалния етап (IX – XII клас) намиращи се във взаимна връзка и обусловеност (ЗПУО, гл. 6, раздел 1, чл. 73, т. 2 – в сила от 14.11.2015 г.). Развитието на идеята за степените и етапите на обучение в средното образование у нас е свързано с промяна продължителността на прогимназиалния етап и обособяване на нови етапи в средната степен. Прогимназиалният етап обхваща V – VII клас и се отдиференцират два гимназиални етапа: първи – VIII – X клас, и втори – XI – XII клас. Сега в чл. 79 на ЗПУО е посочено, че „според степента училищното образование е основно и средно. Обучението за придобиване на основно образование се осъществява от I до VII клас включително в два етапа, както следва:

1. начален – от I до IV клас включително, и
2. прогимназиален – от V до VII клас включително.

Обучението за придобиване на средно образование се осъществява от VIII до XII клас включително в два етапа, както следва:

1. първи гимназиален – от VIII до X клас включително, и
2. втори гимназиален – от XI до XII клас включително.“

Държавните образователни стандарти позволят да се търси отговор на въпроса „С какъв резултат е постигната дадената цел и усвоено ли е учебното съдържание през всички тези степени и етапи?“<sup>(1)</sup>. Това е посочено и в чл. 22 от ЗПУО, където е казано, че: „Държавните образователни стандарти са съвкупност от задължителни изисквания за резултатите в системата на предучилищното и училищното образование, както и за условията и процесите за тяхното постигане.“ Чрез Държавните образователни стандарти се регламентират 19 дейности в българското образование. Тук обаче се поставя акцент само върху тези, свързани с учебното съдържание, и по-точно този за общообразователната подготовка. На базата на тези стандарти са разработени и учебните програми по човек и природа и биология и здравно образование в прогимназиален и I и II гимназиален етап, които са общодостъпни и публикувани на сайта на Министерството на образованието.

### **Образователни стандарти в САЩ**

Разликите в стандартите в българската и в американската (в частност калифорнийската) образователна система са незначителни, но са регламентирани по различен начин. В американската образователна система липсва описан стандарт за учебен план и такъв документ не е наличен. Историята за преобразуването на образователните стандарти е доста интересна и динамична. Всички образователни стандарти за обучение по основните предмети – в случая английски език и математика, са описани в така наречения *common core* документ, или това отговаря на българските образователни стандарти за придобити знания и умения, обхващайки учениците от детската градина до XII клас включително.

За сравнение обаче, през 2010 година в Съединените щати се провежда така наречената *Common core state standards initiative*, която е спонсорирана от национална институция – *National Governors Association* (Национална правителствена асоциация), и търси да установи последователни и устойчиви образователни стандарти за всички щати, както и да осигури на дипломиращите се гимназисти добра подготовка за последващо обучение в дву- или четиригодишен курс в колеж, или да ги включат в пазара на труда като работна сила<sup>2)</sup>. Двайсет години по-рано в САЩ се появява движение за установяване на национални стандарти, в които ясно е обяснено какво се очаква от учениците да знаят и могат в края на всеки клас, и да се приложат начини на оценяване за

това дали и доколко учениците отговарят на тези стандарти. Като част от тази образователна реформа, през 1996 год. губернаторите и корпоративните лидери създават организация, която да повиши академичните стандарти и изисквания, да подобри оценяването и да затегне отговорността във всичките 50 щата. През 2004 год. работодателите започват да усещат все по-нарастващата нужда от служители с образование. Установява се, без съмнение, че завършилите успешно средно образование не притежават необходимите умения и знания, които ще им помогнат да успеят с по-нататъшно образование или в дадена кариера. Това се оказва факт, независимо от всеобщото убеждение, че дипломата им отговаря на адекватна интелектуална подготовка за реалния живот. В действителност изобщо не се достига до тази необходима цел. По тази логика през 2009 год. Националната правителствена асоциация организира експерти, които да разработят горепосочените стандарти. Поставят се ясни цели на стандартите – „да се осигури последователно и ясно разбиране на това, какво се очаква от учениците да научат, така че техните учители и родители да знаят какво трябва да направят, за да им помогнат“. В допълнение „стандартите са създадени да са устойчиви и да са адекватни на реалния свят, отразявайки знанията и уменията, от които нашите млади хора се нуждаят за успех в колежа, университета и кариерата, което трябва да постави американските ученици в позиция, която да могат да се конкурират в глобалната икономика.“ До 2010 година 41 щата възприемат Common core стандартите и започват да работят според техните правила и изисквания. До 2015 година всички останали щати са окужени да приемат тези стандарти. Както вече бе отбелязано по-горе, Common core стандартите обхващат само основните предмети, но тъй като не покриват природните и обществените науки, през 2012 год. са създадени т.нар. научни стандарти от следващо поколение, или Next Generation Science Standards, които веднага биват възприети от много от щатите, включително и от щата Калифорния, чиято образователна система е обект на настоящото изследване.

Стандартите за обучение по природни науки от ново поколение са плод на усилията на много от щатите за създаване на нови образователни стандарти, които са „богати на учебно съдържание и практическо обучение, подредени по съгласуван начин по дисциплини и степени, за да осигурят на всички ученици международно ориентирано научно образование“<sup>(3)</sup>. Стандартите са разработени от консорциум от 26 щата, както и от Националната асоциация на учителите по природни науки, Американската асоциация за научен прогрес, Националният съвет за научни изследвания и Achieve, нестопанска организация, която също участва в разработването на стандарти по математика и английски език. Обществеността също е поканена да преразгледа стандартите, а организации като Калифорнийската асоциация на учителите по природни науки насърчават тази обратна връзка. Окончателният проект на стандартите е публикуван през април 2013 г.

Целите на тези нови стандарти включват борба с незнанието за науките, създаване на общи стандарти за преподаване в САЩ и развиване на по-голям интерес към науките сред учениците, така че повече от тях да изберат да учат в колеж по природни науки и технологии. Като цяло, насоките са предназначени да помогнат на учениците да разберат в дълбочина основни научни концепции, да разберат научния процес на разработване и тестване на идеи и да получат по-висока способност да оценяват научни доказателства (Ball & Forzani 2011). Учебните програми, основани на стандартите, могат да обхващат по-малко на брой теми, но за сметка на това навлизат по-задълбочено в конкретни теми, използвайки метода на казуса и развивайки критичното мислене и изследване. Възможните подходи за прилагане на стандартите могат дори да включват замяна на традиционно изолирани курсове в средните училища, като биология и химия, с метода на казуса, който използва по-холистичен подход за преподаване на природни науки, за да се разгледат две (или повече) теми в рамките на един учебен час. Много компании за образователни услуги започват да предлагат продукти и ресурси, съобразени с NGSS (Next Generation Science Standards)<sup>3</sup>, за да помогнат на учителите да прилагат тези нови принципи, и те вече се ползват в училищата, които са ги възприели.

### **Образователни стандарти по природни науки**

Научните стандарти от следващо поколение (NGSS) се основават на „Образователната научна рамка K-12“ (от детската градина до XII клас включително), създадена от Националния съвет за научни изследвания. Те имат три измерения, които са интегрирани в обучение на всички нива. Поради тази причина обучението по природни науки и инженерство според тези стандарти се нарича 3D обучение. Първото измерение представлява основни идеи и то, от своя страна, се изгражда съответно от конкретното съдържание в предметните области. Основните дисциплинарни (по предмети) идеи са ключовите идеи в природните науки, които имат широко значение в рамките на една или в различни научни или инженерни дисциплини. Тези основни идеи се изграждат една върху друга, докато учениците напредват през нивата на класа и са групирани в следните четири области: физика и химия, биология, геология и астрономия и инженерство. Второто измерение са науките и инженерните практики. От учениците се очаква не просто да научат съдържанието, а да разберат методите, които се използват от учените и инженерите. Научните и инженерните практики описват какво правят учените, за да изследват природата, и какво правят инженерите, за да проектират и изграждат технологични системи. Практиките обясняват и по-добре разширяват понятието „научно изследване“ и диапазона от познавателни, социални и физически практики, които то изисква. Учениците се ангажират в практики за изграждане, задълбочаване и прилагане на знанията си за основни идеи, както и за междусектор-

ни концепции. Третото измерение са именно междусекторните концепции: ключови основни идеи, които са общи за редица теми. NGSS дават еднакъв акцент на инженерния дизайн и научните изследвания. Тези концепции помагат учениците да изследват връзките в четирите области на науката, включително физика, биология, геология и астрономия, както и инженерния дизайн. Когато тези понятия, като „причина и следствие“, са достатъчно ясни на учениците, те могат да им помогнат да развият съгласуван и научно обоснован поглед върху света около тях<sup>3)</sup>. В допълнение, те са приведени в съответствие с Common core стандартите по основните предмети, по клас и степен на трудност. Стандартите описват „очакванията за изпълнение“ на учениците в областта на науката и инженерството. Те определят уменията на учениците да покажат съответната компетентност.

Важен аспект на стандартите е, че преподаването на съдържание е интегрирано с преподаването на практиките на учени и инженери. Това е промяна в традиционното преподаване, което обикновено или се занимава с тези теми отделно, или пък не включва преподаване на такива практически знания и умения. Според NGSS именно чрез интегрирането на съдържанието и практиката „науката започва да има смисъл и позволява на учениците да прилагат материала в по-нататъшния си живот“. Целта за разработване на NGSS е да се създаде набор от научно базирани актуализирани стандарти за ученици, обхващащи всички ученици от детската градина до XII клас включително (K-12). Тези стандарти (NGSS) осигуряват на учителите гъвкавост на преподаването в клас, която стимулира интересите на учениците към науката и ги подготвя за студенти, професионалисти и достойни граждани.

Целта на Калифорнийските научни стандарти от следващо поколение (CANGSS) е да подготви учениците да станат бъдещи граждани и бъдещи учени, което води до специфична визия за образованието в областта на науката. Ученето на природните науки зависи не само от натрупването на факти и понятия, но и за развитието на идентичност като компетентни ученици по природни науки с мотивация и интерес да научат повече. Такова формиране на идентичността е ценно не само за малкия брой ученици, които ще се реализират като учени или инженери, но и за по-голямата част от учениците, които няма да последват този професионален път. Наученото в училище формира граждани с увереност, способности и склонност да продължат да учат през целия живот не само по въпроси, свързани с природните науки, но и по други, които засягат живота в обществото изобщо<sup>4)</sup>. В САЩ усъвършенстването на мисленето на учениците с нарастване на възрастта и класовете в училище се постига постепенно от детската градина до XII клас, на етапи: детска градина → втори клас, трети клас → пети клас, шести клас → осми клас и девети клас → дванадесети клас. За сравнение в България – детска градина, I – IV клас – начален етап, V – VII клас – прогимназиален етап и гимназиален етап – на два

отделни такива: първи гимназиален етап – VIII – X клас, и втори гимназиален етап – XI – XII клас.

В обучението по науки първоначално се акцентира върху видимите явления, в които учениците вероятно имат опит в ежедневието си или в класната стая. По-задълбочено се изследват макроскопски явления, включително моделиране на процеси и системи, които не са видими. Преминаване към микроскопски явления и въвеждане на понятия – атоми, молекули и клетки. Преминаване към субатомно ниво и към разглеждане на сложни взаимодействия във и между системите от всички мащаби<sup>4)</sup>.

Калифорнийските стандарти са част от NGSS и са упоменати подробно в сайта им. В началото на всеки учебник са посочени цифровите кодове на съответните стандарти по клас и предмет, а в началото на всеки урок са изписани целите му.

Според калифорнийските стандарти за учебно съдържание в края на посочения период (клас) учениците трябва да притежават следните знания и умения.

#### **V клас:**

##### **Наука за живот**

Материя и енергия в организмите и екосистеми

5-LS1 От молекули до организми: структури и процеси

5-PS3 Енергия

5-LS2 Екосистеми: Взаимодействия, енергия и динамика

5-PS3-1. Използвайте модели, за да опишете тази енергия при животните – храната (че се използва за възстановяване на тялото, растежа, движението, както и да поддържа постоянна телесна температура), и че тази енергия някога е била енергия от слънцето.

[т.е. Използвайте диаграми или схеми, за да покажете връзките. Забележка: хранителни вериги и мрежи]

5-LS1-1. Подкрепете аргумента, че растенията получават суровини, необходими за растежа им, главно от елементите и съединенията в състава на въздуха и водата.

5-LS2-1. Разработете модел, който да опише движението на материя сред растения, животни, редуценти и заобикаляща среда.

[Съсредоточете се върху идеята, че растенията променят веществата от въздуха, водата и минералите от почвата във въглеродни съединения, които служат за храна на други организми.]

*Растенията и животните имат структури за дишане, храносмилане, изхвърляне на отпадъци и транспортиране на материали. Като основа за разбиране на тази концепция:*

Учениците знаят, че многоклетъчните организми имат специализирани структури за подпомагане транспортирането на вещества.

Учениците знаят, че кръвта циркулира през сърдечните камери, белите дробове и тялото и как се обменят въглероден диоксид и кислород в белите дробове и тъканите.

Учениците познават последователните стъпки на храносмилането и ролята на зъбите и устната кухина, хранопровода, стомаха, тънките черва и дебелото черво във функцията на храносмилателната система.

Учениците знаят ролята на бъбрека в отстраняването на непотребните вещества от кръвта и за образуването на урина, която се събира в пикочния мехур.

Учениците знаят как глюкозата, водата и минералите се транспортират през проводящата система на растенията. Учениците знаят, че растенията използват въглероден диоксид ( $\text{CO}_2$ ) и енергия от слънчевата светлина за изграждане на глюкозни молекули и отделяне на кислород.

Учениците знаят, че растителните и животинските клетки разграждат глюкозата, за да получат енергия, което води до отделяне на въглероден диоксид ( $\text{CO}_2$ ) и вода (дишане).

Според българския стандарт за общообразователна подготовка, са разработени и учебните програми, отразени в учебниците и учебните помагала, които се ползват за обучение по природни науки. Тук се разглежда стандартът по човек и природа, прогимназиален етап, който обхваща само частта по биология.

Учебната програма, разработена по стандарта за V клас, е обособена в следните части: I. Физични явления; II. Вещества и техните свойства; III. Структура и жизнени процеси на организмите; IV. Единство на природата.

Първите три части съответстват на три природни науки – физика, химия и биология, а четвъртата част осигурява възможност за изграждане на цялостна картина в съзнанието на учениците за природата в нейното единство и многообразие. Биологичната част включва основни теми, които засягат структурата и жизнени процеси на организмите, човешкия организъм, с поглед върху превенция на здравето му и връзката между организъм и среда.

Програмата за VI клас на основата на същия стандарт включва следните 4 части, като в случая се допълват и разширяват знанията, предадени в V клас по същите теми:

I. Физични явления. II. Вещества и техните свойства. III. Структура и жизнени процеси на организмите. IV. Единство на природата.

В четвъртата част се изучават главно основните жизнени процеси и ролята на човека като част от природата. Интеграцията на учебното знание се реализира чрез идеята за взаимната обвързаност между обектите и процесите в природата. Тя е заложена във всички елементи на програмата, като се подчертава и обобщава чрез четвъртата част.

Сравнението на двата стандарта може да се направи по два основни критерия:

- по отношение на начина на формулиране като илюстрация на разбирането за инструментализирането на стандарта в реалната образователна практика;

- по отношение на акцентите в учебното съдържание.

По първия критерий прави впечатление, че стандартите в американската (в частност калифорнийската) образователна система са по-описателно формулирани, много конкретни в представянето на изискванията към знанието. Тук прави впечатление и това, че са много насочени към конкретни знания, а в българската образователна система са структурирани със съответен акцент и върху уменията, при това в тяхната йерархия в съответствие с теоретична концепция за таксономия на целите на обучение. В българската образователна система за този етап има умения като „доказва връзки...“, „прогнозира резултати...“<sup>(5)</sup>. Прави впечатление и обвързването на стандартите с ключовите компетентности за учене през целия живот, което произтича от общеевропейската образователна политика.

По втория критерий може да се отбележи наличие на припокриващи полета по отношение на изучаването на процесите хранене, дишане и отделяне при растения, животни и човек. В българската образователна система се разглеждат допълнително и другите основни жизнени свойства – дразнимост, движение, растеж, развитие и размножаване. В калифорнийските стандарти движението е представено само като движение на веществата в растителния и животинския организъм, съответно в проводящата и кръвоносната система. Също прави впечатление, че има глобална тема за връзката материя – енергия между неживия и живия свят чрез примери. В българската образователна система се предвижда обобщение на връзките живо – неживо, както и между живите организми със стандарти по област на компетентност „Организъм – среда“, като „свързва състоянието на околната среда със здравето на човека“, „описва и илюстрира с примери разнообразието от организми в България“, „прогнозира резултати от въздействия на човека върху природата“. Тези компетентности са конкретизирани чрез очаквани резултати в учебните програми за V и VI клас по тема „Единство на природата“. По отношение на практическите умения основен акцент в американската образователна система в този етап е поставен върху моделирането и експериментите. Включват се основни знания за научния метод, като цяло. Примерните лабораторни упражнения и практически дейности са разнообразни, включващи повече активности, свързани с приложните изкуства, например дизайн и изработка на различни модели, като: изработване модел на клетка от пластилин или глина, изработване на модел на мускул, изработване на различни приспособления при животните, изработване модел на екосистема и т.н. Лабораторните дейности включват за-

познаване с правилата за работа и безопасност в лабораторни условия, запознаване с лабораторни материали, уреди, стъклария и технологии и основно микроскопско наблюдение на животински и растителни клетки, микроорганизми и различни тъкани по реда, по който се преподават съответните теми. В българската образователна система има отделна област на компетентност „Наблюдения, експерименти, изследвания“, в която има очаквани резултати, като „извършва наблюдения на обекти...“, като анализира наблюдаваното“, „извършва експерименти за определяне на обем, маса, температура и сила и за разделяне на смеси“. Тук са включени и някои общи умения за учене, анализ и представяне на информация, които имат пряко отношение към развитието на ключови компетентности.

## **VII клас:**

### **Клетъчна биология**

*Всички живи организми са съставени от клетки, от само една до трилиони, чиято структура обикновено се вижда само през микроскоп. Като основа за разбиране на това:*

Учениците знаят, че клетките функционират по подобен начин във всички живи организми.

Учениците знаят характеристиките, които отличават растителните клетки от животинските клетки, включително хлоропластите и клетъчните стени.

Учениците знаят, че в ядрото се съхранява генетичната информация при еукариотните растителни и животински клетки.

Учениците знаят, че митохондриите освобождават енергия за работата, която вършат клетките, и че хлоропластите улавят енергия от слънчевата светлина за фотосинтеза. Учениците знаят, че клетките се делят чрез митоза, което води до две дъщерни клетки с еднакъв брой хромозоми.

Учениците знаят, че с развитието на многоклетъчните организми клетките им се диференцират.

### **Генетика**

*Типичната за всеки организъм клетка съдържа генетична информация, която определя неговите характеристики. Те могат да бъдат изменени от влиянието на околната среда. Като основа за разбиране на това:*

Учениците знаят разликите между жизнените цикли и начините за полово и безполово размножаване.

Учениците знаят, че половото размножаване дава потомство, което наследява половината от гените на всеки от родителите.

Учениците знаят, че унаследените белези могат да бъдат определени от един или повече гени.

Учениците знаят, че растителните и животинските клетки съдържат хиляди различни гени и обикновено имат по две копия от всеки ген. Двете копия (или алели) на гена могат или не могат да бъдат еднакви и единият може да бъде доминиращ при определянето на фенотипа, докато другият е рецесивен. Например учениците знаят, че ДНК е генетичният материал на живите организми и се намира в хромозомите на всяка клетка.

### **Еволюция**

*Биологичната еволюция обяснява многообразието от видове, развиващо се чрез постепенни процеси в продължение на много поколения. Като основа за разбирането на тази концепция:*

Учениците знаят, че генетичните изменения и факторите на околната среда са причина за еволюцията и разнообразието на организмите

Учениците знаят разсъжденията, използвани от Чарлз Дарвин, за да стигнат до заключението си, че естественият отбор е механизмът на еволюцията.

Учениците знаят как независимите доказателства от геологията, вкаменелостите и сравнителната анатомия осигуряват основите за теорията на еволюцията.

Учениците знаят как да конструират проста разклонена диаграма, за да класифицират групи организми по общи характеристики, и как да разширят схемата, за да включат изкопаеми организми. Например учениците знаят, че изчезването на даден вид се случва, когато околната среда се промени и приспособленията на един вид са недостатъчни за неговото оцеляване.

### **История на Земята и живота (науки за Земята)**

*Доказателства от земните пластове ни позволяват да разберем еволюцията на живота на Земята. Като основа за разбиране на това:*

Учениците знаят, че земните процеси днес са подобни на тези, които са се случвали в миналото, и бавните геоложки процеси имат големи кумулативни ефекти за дълги периоди от време.

Учениците знаят, че историята на живота на Земята е била прекъсната от големи катастрофални събития, като големи вулканични изригвания или въздействието на астероидите.

Учениците знаят, че образуването на скалните пластове включва формиране на седименти и че скалите често са структурирани в слоеве, като най-старите обикновено са най-долните.

Учениците знаят, че данни от геоложки слоеве и радиоактивно датиране показват, че Земята е на около 4,6 милиарда години и че животът на тази

планета съществува повече от 3 милиарда години. Например учениците знаят, че вкаменелостите предоставят доказателства за това как са се променили условията на живота и околната среда.

Учениците знаят как движенията на земните континентални и океански плочи през времето, свързани с промените в климата и географските връзки, са повлияли на миналото и сегашното разпространение на организмите.

Учениците знаят как да обяснят значимите развития и изчезване на растителен и животински свят в геоложки времеви мащаби.

**Анатомията и физиологията на растенията и животните илюстрират допълващия характер на структурата и функцията. Като основа за разбиране на тази концепция:**

Учениците знаят, че растенията и животните имат нива на организация за структура и функция, включително клетки, тъкани, органи, системи от органи и целия организъм.

Учениците знаят, че органите функционират заедно и са изградени от тъкани и клетки. Ако която и да е част не функционира, това може да повлияе на цялата система.

Учениците знаят как костите и мускулите работят заедно, за да осигурят движение.

Учениците знаят как репродуктивните органи на женските и мъжките индивиди генерират яйцеклетки и сперматозоиди.

Учениците познават функцията на пъпната връв и плацентата по време на бременност.

Учениците познават структурите и процесите, чрез които цъфтящите растения генерират цветен прашец, семепъпки, семена и плодове.

Учениците знаят как да свързват структурите на окото и ухото с техните функции.

### **Физичните принципи в живите системи**

*Физичните принципи са в основата на биологичните структури и функции. Като основа за разбиране на тази концепция:*

Учениците знаят, че видимата светлина е малка ивица в много широк електромагнитен спектър.

Учениците знаят, че светлината пътува по прави линии, ако средата, през която пътува, не се промени.

Учениците знаят как се използват прости лещи в лупа, око, камера, телескоп и микроскоп. Например учениците знаят, че бялата светлина е смес от много дължини на вълните (цветове) и че клетките на ретината реагират различно на различни дължини на вълната.

Учениците знаят, че светлината може да се отразява, пречупва и поглъща от материята (фотосинтеза)

Учениците знаят, че ъгълът на отразяване на светлинен лъч е равен на ъгъла на падане на същия лъч.

Учениците знаят как да сравняват ставите в тялото (китката, рамото, бедрото) с конструкции, използвани в машини и прости устройства (шарнирни, гнездови и плъзгащи се стави).

Учениците знаят как лостовете дават механично предимство и как този принцип се прилага за мускулно-скелетната (опорно-двигателната) система.

Учениците знаят, че съкращенията на сърцето генерират кръвно налягане и че сърдечните клапи предотвратяват обратния поток на кръв в кръвоносната система.

### **Изследване и експериментиране**

*Научният напредък се постига чрез задаване на смислени въпроси и провеждане на внимателни проучвания. Като основа за разбиране на тази концепция и свързване на съдържанието в другите направления учениците трябва да разработят свои собствени въпроси и да извършват проучвания.*

Учениците ще избират и използват подходящи инструменти и технологии (включително калкулатори, компютри, везни, пружинни везни, микроскопи и бинокли) за извършване на тестове, събиране на данни и показване на данни.

Учениците ще използват различни печатни и електронни ресурси (включително световната мрежа) за събиране на информация и доказателства като част от изследователски проект.

Учениците ще съобщават логическата връзка между хипотези, научни концепции, проведени тестове, събрани данни и изводи, направени от научните доказателства.

Учениците ще конструират обемни модели, карти и подходящо обозначени диаграми, за да представят научните знания (например движение на земните плочи и структурата на клетките) – напр. съобщават стъпките и резултатите от изследване в писмени доклади и устни презентации.<sup>4)</sup> (Калифорнийски отдел за образование, преиздадено на 11 юни 2009 г.).

Посочените стандарти, разгледани в сравнителен план с изучаваното в българската система по критерия акценти в учебното съдържание, на пръв поглед, показват значителни разлики. Те основно произтичат от разликите в учебния план. По учебен план в прогимназиален и гимназиален етап в калифорнийското образование се предвижда по три години обучение по природни науки. За разлика от българската система, в американската (калифорнийска-

та) знанието по определена природна наука не се надгражда и допълва година след година. В прогимназиален етап се предвижда една година изучаване само на биология в седми клас. Интересното е, че в пети клас учебната програма предвижда смесеното изучаване на природни науки, като материалът включва теми от биологията, химията, физиката, геологията, океанологията, географията, астрономията и дори инженерството. В седми клас обучението по биология се нарича наука за живота и се изучава 5 часа седмично през цялата учебна година. В учебната програма е включено биологично знание за всички основни дялове на биологията, като се започва отново с припомняне за идеята на научния метод, изучават се някои научни методи и лабораторни правила и материали. Основните теми, включени в програмата, са: 1. Представяне на биологията като наука, 2. Клетъчна биология и биохимия, 3. Генетика, 4. Еволюция, 5. Класификация на организмите, 6. Микроорганизми – протисти, бактерии и вируси. 7. Гъби, растения и животни – устройство, поведение и жизнени процеси, 8. Екология, 9. Човешка анатомия, 10. Здравно образование. Освен това прави впечатление наличието на интердисциплинарни знания между биология и геология, описани в раздел „История на Земята и живота“, както и между физика и биология, описани чрез стандарти в раздел „Физичните принципи в живите системи“ (виж по-горе). В българската образователна система в прогимназиален етап по биология и здравно образование се изучава само класификация на организмите по петцарствената таксономична система с въвеждане на видове клетки, видове тъкани, разпознаване и сравняване на групи таксони, доказване на връзки и зависимости между устройство и жизнени процеси при групи организми, но при значително по-кратко учебно време.

## **IX – XII клас биология / науки за живота**

### **Клетъчна биология**

*Основните жизнени процеси на растенията и животните зависят от различни химични реакции, протичащи в специализирани области на клетките на организма. Като основа за разбиране на тази концепция:*

Учениците знаят, че клетките са затворени от полупропускливи мембрани, които регулират взаимодействието им със заобикалящата ги среда.

Учениците знаят, че ензимите са белтъци, които катализират биохимичните реакции, без да променят равновесието на реакцията, и активността на ензимите зависи от температурата и рН на околната среда.

Учениците знаят как прокариотните клетки, еукариотните клетки (включително тези от растения и животни) и вирусите се различават по сложност и обща структура.

Учениците знаят, че централната догма на молекулярната биология очертава потока от информация от транскрипция в ядрото до

транслация в цитоплазмата. Например учениците знаят ролята на ендоплазмения ретикулум и апарата на Голджи в секрецията на белтъци.

Учениците знаят, че използваемата енергия се улавя от слънчевата светлина от хлоропластите и се съхранява чрез синтеза на глюкоза от въглероден диоксид.

Учениците знаят ролята на митохондриите за осигуряване на енергия на химична връзка, достъпна за клетките, идваща от разграждането на глюкозата до въглеродния диоксид.

Учениците знаят, че повечето макромолекули (полизахариди, нуклеинови киселини, белтъци, липиди) в клетките и организмите се синтезират от малка група от прости прекурсори.

Учениците знаят как хемиосмотичните градиенти в митохондриите и хлоропластите съхраняват енергия за производство на АТФ.

Учениците знаят как еукариотните клетки получават форма и вътрешна организация от цитоскелет или клетъчна стена или от двете.

## Генетика

*Мутацията и половото размножаване водят до генетична промяна. Като основа за разбирането на това:*

Учениците знаят, че мейозата е ранна стъпка в половото размножаване, при която двойките хромозоми се разделят на случаен принцип по време на клетъчното делене, за да се получат гамети, съдържащи по една хромозома от всеки вид.

Учениците знаят, че само определени клетки в многоклетъчния организъм претърпяват мейоза.

Учениците знаят как случайното хромозомно разпределяне обяснява вероятността определен алел да бъде в определена гамета.

Учениците знаят нови комбинации от алели, които могат да се генерират в зигота чрез сливане на мъжки и женски гамети (оплождане) – напр. учениците знаят защо приблизително половината от последователността на ДНК на индивида идва от всеки родител.

Учениците знаят ролята на хромозомите при определяне пола на индивида.

Учениците знаят как да прогнозираят възможни комбинации от алели в зигота от генетиката на родителите.

*От една зигота се развива многоклетъчен организъм, а фенотипът му зависи от неговия генотип, който се установява при оплождането. Като основа за разбиране на това:*

Учениците знаят как да прогнозираят вероятния резултат от фенотипите в генетично кръстосване от генотипите на родителите и начина

на унаследяване (автозомно или свързано с половите хромозоми, доминантно или рецесивно).

Учениците познават генетичната основа на законите на Мендел.

Учениците знаят как да използват данни за честотата на рекомбинацията при мейоза, за да преценят генетичните разстояния между локусите и да интерпретират генетични карти на хромозоми.

*Гените са набор от инструкции, кодирани в ДНК последователността на всеки организъм, които определят последователността на аминокиселините в белтъците, характерни за този организъм. Като основа за разбиране на тази концепция:*

Учениците познават начина, по който рибозомите синтезират белтъци, използвайки тРНК за превеждане на генетична информация от иРНК.

Учениците знаят как да прилагат правилата за генетично кодиране, за да предскажат последователността на аминокиселини от последователност на кодони в иРНК.

Учениците знаят, че специализацията на клетките в многоклетъчните организми обикновено се дължи на различни модели на генна експресия, а не на разлики в самите гени.

Учениците знаят защо белтъците с различни аминокиселинни последователности обикновено имат различна форма и химични свойства.

*Генетичният състав на клетките може да бъде променен чрез включване на екзогенна ДНК в клетките. Като основа за разбиране на това:*

Учениците познават общите структури и функции на ДНК, РНК и белтък.

Учениците знаят как да прилагат правила за удвояване на базите, за да обяснят точно копиране на ДНК по време на репликация и транскрипция.

Учениците знаят как генното инженерство (биотехнологията) се използва за производството на нови биомедицински и селскостопански продукти.

Учениците знаят как основната ДНК технология се използва за конструиране на рекомбинантни ДНК молекули.

Учениците знаят как екзогенна ДНК може да бъде вкарана в бактериални клетки, за да промени генетичния си състав и да подкрепи експресията на нови белтъчни продукти.

## **Екология**

*Стабилността в една екосистема е баланс между конкурентните ефекти. Като основа за разбиране на тази концепция:*

Учениците знаят, че биоразнообразието е съвкупността от различни видове организми и е повлияно от измененията на местообитанията.

Учениците знаят как да анализират промените в екосистемата, произтичащи от промените в климата, човешката дейност, въвеждането

- на неонативни видове или промени в числеността на популацията.
- Учениците знаят как колебанията в размера на популацията в дадена екосистема се определят от относителните проценти на раждане, имиграция, емиграция и смъртност.
- Учениците знаят кръговрата на водата, въглерода и азота, както и начина, по който кислородът циркулира чрез процесите фотосинтеза и дишане.
- Учениците знаят, че във всяка връзка в хранителната мрежа известна енергия се съхранява в новосъздадените структури, но много енергия се разсейва в околната среда като топлина. Това разсейване може да бъде представено в пирамида на енергията.
- Учениците знаят как да разграничават приспособяването на отделен организъм към неговата среда и постепенното адаптиране на видовете във времето чрез генетична промяна.

### **Еволюция**

*Честотата на алела в генофонда на популация зависи от много фактори и може да бъде стабилна или нестабилна във времето. Като основа за разбиране на това:*

- Учениците знаят защо естественият отбор действа върху фенотипа, а не върху генотипа на организма.
- Учениците знаят защо алелите, които са смъртоносни при хомозиготен индивид, могат да се пренасят в хетерозиготно състояние и по този начин да се поддържат в генофонда.
- Учениците знаят, че в генофонда постоянно се генерират нови мутации.
- Учениците знаят, че варирането в даден вид увеличава вероятността поне някои представители на даден вид да оцелеят при променени условия на околната среда. Учениците знаят условията за равновесието на Харди-Вайнберг в населението и защо тези условия вероятно не се проявяват в природата.
- Учениците знаят как да решат уравнението на Харди-Вайнберг, за да предскажат честотата на генотипите в популация, като се има предвид честотата на фенотипите.

*Еволюцията е резултат от генетични промени, настъпващи в постоянно променяща се среда. Като основа за разбиране на това понятие:*

- Учениците знаят как естественият отбор определя оцеляването на групите организми.
- Учениците знаят, че голямото разнообразие от видове увеличава шанса поне някои организми да преживеят големи промени в околната среда.
- Учениците знаят ефекта на генетичния дрейф върху многообразието на организмите в популацията.

Учениците знаят, че репродуктивната или географската изолация влияе на видообразуването. Например учениците знаят как да анализират палеонтологични доказателства по отношение на биологичното разнообразие, видообразуването и масовото измиране.

Учениците знаят как да използват сравнителна ембриология, сравнения на ДНК или аминокиселинната последователност и други източници на данни, за да създадат кладограма, която показва вероятни еволюционни връзки.

Учениците знаят как няколко независими молекулярни часовника, калибрирани един към друг и комбинирани с доказателства от изкопаемите форми, могат да помогнат да преценят колко отдавна различни групи организми се разминават еволюционно една от друга.

### **Физиология**

*В резултат на връзката структура – функция на органните системи вътрешната среда на човешкото тяло остава относително стабилна (хомеостатична) въпреки промените във външната среда. Като основа за разбирането на тази концепция:*

Учениците знаят как допълнителната дейност на основните системи на тялото осигурява на клетките кислород и хранителни вещества и премахва токсичните отпадни продукти като въглероден диоксид.

Учениците знаят как нервната система осъществява комуникацията между различни части на тялото, както и взаимодействието на организма с околната среда.

Учениците знаят как веригата в нервната и ендокринната система регулират състоянията в организма.

Учениците познават функциите на нервната система и ролята на невроните в предаването на електрохимичните импулси. Учениците знаят ролята на сетивните неврони, интерневроните и моторните неврони в усещанията, мисълта и реакциите.

Учениците познават отделните функции и места на секреция на храносмилателни ензими (амилаза, протеази, нуклеази, липази), стомашна киселина и жлъчни соли.

Учениците знаят хомеостатичната роля на бъбреците за отстраняването на азотни отпадъци и ролята на черния дроб за детоксикация на кръвта и глюкозния баланс.

Учениците познават клетъчната и молекулярната основа на работата на мускулите, включително ролята на актина, миозина,  $\text{Ca}^{+2}$  и АТФ.

Учениците знаят как хормоните (включително храносмилателните, репродуктивните, осморегулаторните) осигуряват вътрешни механизми за обратна връзка за хомеостаза на клетъчно ниво и на ниво организъм.

*Организмите имат разнообразни механизми за борба с различните заболявания. Като основа за разбиране на имунния отговор на човека:*

Учениците знаят ролята на кожата за осигуряване на неспецифични защитни средства срещу инфекция.

Учениците знаят ролята на антителата в реакцията на организма към инфекция.

Учениците знаят как ваксинацията предпазва индивида от инфекциозни заболявания.

Учениците знаят, че съществуват важни разлики между бактериите и вирусите по отношение на техните изисквания за растеж и размножаване, основната защита на организма срещу бактериални и вирусни инфекции и ефективното лечение на тези инфекции. Напр. учениците знаят защо човек с компрометирана имунна система (например със СПИН) може да не е в състояние да се пребори и да оцелее от инфекции, които обикновено са безобидни.

Учениците знаят ролята на фагоцитите, В-лимфоцитите и Т-лимфоцитите в имунната система<sup>4)</sup> (Калифорнийски образователен департамент, публикуван на 11 юни 2009 г.).

В гимназиален етап единствената година, в която се изучава биология, е в Х клас, съответно в XI клас от природните науки се изучава само физика, а в XII клас – само химия. В учебната програма материалът, който се изучава отново по 5 часа седмично, включва същите раздели от биологията, които и в седми клас, но разширен и допълнен и съответно на по-високо ниво. Темите включват: 1. Биологията в XXI век, 2. Биохимия, 3. Структура и функция на клетката, 4. Процеси в клетката, 5. Растеж и делене на клетката, 6. Менделова генетика, 7. От ДНК до протеини, 8. Граници на биотехнологиите, 9. Принципи на еволюцията, 10. Еволюция на популациите, 11. История на живота, 12. Принципи на екологията, 13. Взаимодействия в екосистемите, 14. Биосфера, 15. Човешкото въздействие върху екосистемите, 16. Класификация на организмите, 17. Вируси и прокариоти, 18. Гъби и протисти, 19. Растения – многообразие, устройство, функции и жизнени процеси, 20. Безгръбначни животни, 21. Гръбначни животни, 22. Поведение при животните, 23. Човешка анатомия – органни системи (Nowicki 2012).

Примерните теми за лабораторни упражнения и практически дейности включват активности за развитие на критичното мислене, умения за работа в лабораторна среда, изработване на физични модели, издигане на хипотези и изводи, прогнозиране, моделиране, взимане и изследване на проби, класифициране, дисектиране, сравняване, тълкуване на графики и диаграми и др. Някои от тях включват работа с микроскоп и микроскопско наблюдение на клетки и тъкани, наблюдение на ракови клетки, наблюдение на микроклимат,

наблюдение на бактерии в кисело мляко, наблюдение на движението на протисти, наблюдение на анатомията на мекотело, наблюдение на развитието на земноводно, сравняване на пера чрез наблюдение, наблюдение на човешко поведение; моделиране на: химични връзки, клетъчна мембрана, репликация, рестрикционни ензими, генетични отклонения, разпространение на патогени, жлезист епител в тънко черво и др. В дигиталната версия на учебника по биология в гимназиален етап (X клас) са налични много онлайн лабораторни упражнения, интерактивни симулации и анимации и виртуални лаборатории. Те включват експериментални дейности, като например: калориметрия, изследване на ензимна активност, тестване на рН, манипулиране с растения и животни, изучаване на дифузия през полупропусклива мембрана, моделиране и сравняване на клетки, степен на фотосинтеза и клетъчно дишане, изследване на ферментация в храни, екстрахиране на ДНК, моделиране на транскрипция, генетичен скрийнинг, изследване на различни адаптации, радиоактивен разпад, моделиране на биомии, изследване на киселинни дъждове, тестване качеството на водата, количествено определяне на плесенен растеж, изучаване на растителни хормони и др.

В българската образователна система задължителната подготовка в гимназиален етап по биология включва VIII, IX и X клас, като стандартите са по области на компетентност съответно: Човешкият организъм – структура, жизнени процеси, превенция на здравето, Клетка, Многоклетъчен организъм, Биосфера, Биологична еволюция, Наблюдения, експерименти, изследване. Последната област на компетентност съдържа умения, свързани с разчитане на данни, представени по различни начини, извършване на наблюдения, моделиране на биологични обекти и процеси, прилагане на правила за здравословен начин на живот, подкрепяне на дейности, свързани с устойчиво развитие, участие в дискусии, дебати, разработване на проекти. Прави впечатление, че в калифорнийската образователна система има някои съдържателни акценти като механизъм на мускулното съкращение, разчитане и създаване на кладограма, разбиране на механизмите и значението на генната експресия и т.н., които в българската образователна система се изучават само в профилираната подготовка. Същата тенденция се наблюдава и по отношение на практическото приложение на знанията. Това до голяма степен се обяснява с дисбаланса по отношение на учебното време, което е многократно повече по калифорнийската образователна система.

### **Изводи и заключение**

Стандартите за учебно знание по биология в САЩ са структурирани подробно и описателно и представят ключовите знания, които учениците би трябвало да притежават след изучаването на предмета. В сравнение с българските стандарти за учебно знание по биология, при американските по-подробно

се акцентира върху знанията в основната част на стандарта, докато уменията са изведени по-скоро в отделен раздел. Цитира се „учениците знаят...“ и „учениците познават“, докато в българските стандарти знанията, уменията и отношенията са структурирани според таксономия на целите и се използват термини като „изброява“, „описва“, „дефинира“, „назовава“, „аргументира“, „дискутира“ и т.н., като има специален акцент върху връзката с ключовите компетентности за учене през целия живот като проекция на общоевропейската образователна политика.

Образованието по природни науки е изведено като приоритет в американската образователна политика. Това е конкретизирано като по-голям дял учебно време за обучението по природни науки, в т.ч. и по биология. Специален акцент е поставен и върху практическото приложение на знанията като връзка между науката и технологиите. Чрез обучението по природни науки се усвояват не само специфичните за предметната област знания и умения, но и ключови за успешната социализация и професионална реализация умения, като комуникация, сътрудничество, изследване, решаване на проблеми и гъвкавост, които ще служат на личността за развитие и усъвършенстване през целия живот.

## БЕЛЕЖКИ

1. Закон за предучилищното и училищно образование. Обн. ДВ. бр.79 от 13 октомври 2015 г., посл. изм. и доп. ДВ. бр.82 от 18 септември 2020 г.
2. California common core science standards <http://www.corestandards.org/about-the-standards/>.
3. Next Generation Science Standards (<https://www.nextgenscience.org/>).
4. <https://www.cde.ca.gov/pd/ca/sc/ngssstandards.asp> (последно отварян октомври 2020 г.; от февруари 2021 сайтът не е достъпен от България).
5. НАРЕДБА № 5 от 30.11.2015 г. за общообразователната подготовка (обн. ДВ. бр.95 от 8.12.2015 г., в сила от 08.12.2015 г.; изм. и доп. ДВ. бр.79 от 8.09.2020 г.) (акт. 07.10.2020 г.) <https://www.mon.bg/>.

## ЛИТЕРАТУРА

- BALL, D. & FORZANI, F. 2011. Building a Common Core for Learning to Teach: And Connecting Professional Learning to Practice, *American Educator*, **35** (2), 17 – 21.
- БЕСПАЛКО, В. П., 1982. *Основи на теорията на педагогическите системи*, София: Народна просвета.
- ИВАНОВ, И., 2004. *Теории за образованието*, Шумен: Университетско издателство „Епископ Константин Преславски“.
- NOWICKI, S., 2012. *Biology, Student edition*, USA: Holt McDougal.

## REFERENCES

- BALL, D. & FORZANI, F., 2011. Building a Common Core for Learning to Teach: And Connecting Professional Learning to Practice, *American Educator*, **35** (2), 17 – 21.
- BESPALKO, V. P., 1982. *Fundamentals of the theory of pedagogical systems*, Sofia: Public Education.
- IVANOV, I., 2004. *Theories of Education*, Shumen: Bishop Konstantin Preslavski [in Bulgarian].
- NOWICKI, S., 2012. *Biology, Student edition*, USA: Holt McDougal.

## EDUCATIONAL STANDARDS FOR GENERAL BIOLOGY EDUCATION IN THE USA AND IN BULGARIA – COMPARATIVE ANALYSIS

**Abstract.** Unlike the Bulgarian state the standards for educational content in the USA are regulated differently. After the established inefficiency, they undergo many and various changes, with the main emphasis on the standards for natural sciences, which are literally being re-created. Their goals are to eliminate the ignorance about science, create common standards for teaching in the United States, and develop greater interest in science among students so that more of them choose higher education in science and technology. The article examines examples of the standards used in the United States for teaching science, in particular - biology for general education in middle and high school, which are taught today. The described examples are an excerpt from the new standards for the different fields of biology for two middle high school classes – 5th and 7th and one total for high school – IX – XII grade.

*Keywords:* educational standards; biology curriculum

✉ **Maya Gacheva, PhD Student**  
ORCID ID: 0000-0002-6148-3216  
Department of Biology Education  
Sofia University  
8, Dragan Tsankov Blvd.  
1164 Sofia, Bulgaria  
E-mail: gachevamaya@gmail.com