

ВЪЗМОЖНОСТИ ЗА ПРИЛАГАНЕ НА МАТЕМАТИЧЕСКО МОДЕЛИРАНЕ И СЪВМЕСТНО ПРЕПОДАВАНЕ В STEM УРОК ПО БИОЛОГИЯ И ЗДРАВНО ОБРАЗОВАНИЕ (VII КЛАС)

Калина Иванова

Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

Резюме. Статията представя структура и инструментариум на STEM урок по биология и здравно образование (VII клас), който предоставя и възможности за прилагане на съвместно преподаване. Урокът е реализиран от учител по биология и здравно образование с ученици от Основно училище „Яне Сандански“ – Пловдив. Актуалният проблем, който се разглежда, е антибиотичната устойчивост (резистентност) на болестотворните бактерии. Учениците моделират въздействие на антибиотик върху числеността на бактерии с различна чувствителност. В хода на работата учащите усвояват активно знания, прилагат умения за пресмятане на вероятности и за графично представяне на данни, повишават дигиталните си умения. Преминават на практика през етапите на научното изследване: прогнозируют, изследват, анализират и правят изводи. Развива се критичното мислене и се повишават уменията за комуникация и сътрудничество на учениците.

Ключови думи: STEM урок; биология и здравно образование; 5Е обучителен модел; математическо моделиране; съвместно преподаване

Въведение

Съвременните младежи живеят в свят, който ще ги изправи пред множество предизвикателства, някои от които все още не са дефинирани. Учениците на 21. век трябва да развият способността да разбират важни и сложни глобални проблеми. Те трябва да бъдат подготвени да се справят с проблеми като изменение на климата, бедност, разпространение на болести, енергийни кризи и човешки конфликти. Училищата трябва да предоставят на младите хора възможности, насоки и подкрепа, за да осмислят ролите и отговорностите си в реалния свят.

Значимост на STEM

Съвременната тенденция за преминаване от енциклопедичност на знанията към развиване на компетентностите и обогатяването им през целия живот налага преосмисляне на методиката на обучение. Обучението трябва да развива умения за живот, които служат за личностна, социална и професионална реализация и гарантират устойчивото развитие на бъдещите поколения¹.

В тази връзка, STEM обучението привлича внимание поради голямото си значение – от подобряването на житейските умения и кариерното развитие до разширяването на глобалната икономика. Според проучванията STEM подобрява: академичните постижения; разбирането относно критични теми от науката и живота; интереса на учениците към STEM области и професии (Stohlmann, Moore & Roehrig 2012; Honey, Pearson & Schweingruber 2014; Kanadli 2019). Докато се фокусира върху житейските умения, STEM развива „аналитично мислене, вземане на решения, творческо мислене, предприемачество, комуникация и работа в екип“ (Kanadli 2019, p. 970). Освен това STEM помага за развитието на психомоториката, въображението, дигиталната грамотност и интеграция в света. Това са решаващи умения за развиване на когнитивните и личностните характеристики на човека, които спомагат да разбере своя потенциал за решаване на сложни проблеми от реалния живот (Yildirim 2016; Kanadli 2019).

Ограничения за STEM

Въпреки образователното внимание и ползи проучванията разкриват някои ограничения за STEM. STEM дейностите отнемат време за подготовка и са необходими много ресурси и умения за създаване и изпълнение на тези дейности. STEM ограничава преподаваното съдържание, тъй като не е възможно да се интегрират напълно всички учебни програми по STEM предметите. STEM дейностите са трудни за разработване и прилагане в класове с голям брой ученици (Kelley & Knowles 2016).

Сериозно ограничение в STEM обучението е капацитетът на учителя в класната стая. Много учители се оказва, че преподават извън своята област на експертиза (Jorgensen & Larkin 2018). Възможност за преодоляване на някои от тези проблеми е прилагането на съвместно преподаване (co-teaching) при планиране и реализиране на STEM дейности.

Съвместно преподаване (co-teaching)

При този специфичен организационен модел двама или повече учители съвместно преподават в едно и също време и при едни и същи условия – в обща класна стая или в електронна среда. Авторите посочват следните основни модели на съвместно преподаване: (1) Паралелно преподаване; (2) Екипно преподаване; (3) Един преподава, един асистира (подпомага); (4) Ротационно преподаване (образователни зони/учебни станции); (5) Алтернативно (диференцирано)

преподаване и (6) Един преподава, един наблюдава. От изброените методи екипното и паралелното преподаване са тези, които най-точно кореспондират с интердисциплинарната същност на STEM обучението. При екипното преподаване двама или повече учители, специалисти в някои от STEM дисциплините, преподават съвместно на целия клас. Учебното съдържание се разделя на малки части и учителите се заменят в различните етапи на урока. При паралелното преподаване двама учители преподават един и същ урок. Класът се разделя на две групи, като единият учител работи с първата група, а другият – с втората (Tsokov & Levterova 2021). Двата модела е възможно да се комбинират и прилагат в рамките на един урок според спецификата на дейностите в неговите етапи.

Обучителен модел BSCS 5E

Разработен от Програмата за биологични науки (BSCS), моделът 5E е учебен цикъл, основан на конструктивистки възглед за ученето. Планираната последователност от инструкции поставя учениците в центъра на техния учебен опит и ги насърчава да изследват, да изграждат своето разбиране за научни концепции и да свързват тези разбирания с други концепции.

Engagement (ангажиране, мотивиране): тази фаза на учебния модел инициира учебната задача. Задаването на въпрос, определянето на проблем, разглеждането на противоречиво събитие и създаването на проблемна ситуация са начини да се ангажират учениците и да се съсредоточат върху учебната задача. Ролята на учителя е да представи ситуацията и да идентифицира учебната задача и резултатите от обучението. Учителят също така определя правилата и процедурите за дейността. Успешното ангажиране води до това, че учениците са озадачени и активно мотивирани в учебната дейност.

Exploration (изследване, проучване): тази фаза на модела на преподаване предоставя на учениците обща база от опит, в рамките на която те идентифицират и развиват настоящите концепции, практики и умения. Учителят иницира дейността и дава на учениците време и възможност да изследват обекти, материали и ситуации. В резултат на своето умствено и физическо участие в дейността учениците установяват взаимоотношения, наблюдават модели, идентифицират променливи и по необходимост трябва да се адаптират.

Използването на реални материали и конкретни опити е от съществено значение във фазата на изследване. Може да се използва и образователен софтуер. Съвместното учене по време на тази фаза предоставя възможност учениците да си взаимодействат, да обсъждат и дори да спорят, повишава техните умения за адаптиране към различни стилове на комуникация. Освен това те ще трябва да предадат своите идеи, за да изградят споделено разбиране за проблема и предложените решения.

Explanation (Обясняване): тази фаза на учебния модел фокусира вниманието на учениците върху определен аспект от техния опит във фазите на ангажиране и

изследване и им предоставя възможности да изразят вербално своите концептуални разбирания или да демонстрират своите умения или поведение. Предоставя също възможности за учителите да въведат определение за понятие, практика, умение или поведение. Освен устни обяснения може да се използват видео, филми и обучителни компютърни програми.

Ключът на тази фаза е да се представят понятия и умения кратко, просто, ясно и директно и да се продължи към следващата фаза.

Elaboration (Разработване): тази фаза на модела предоставя допълнителна възможност за учениците за включване в по-нататъшен опит, който прилага и разширява понятията или усъвършенства уменията. Подходящо за този етап е ученето чрез сътрудничество. Груповите дискусии и съвместните учебни ситуации предоставят възможност на учениците да изразят разбирането си по темата и да получат обратна връзка от други, близки до собственото им ниво на разбиране. Чрез нови преживявания учениците развиват по-дълбоко и по-широко разбиране, повече информация и адекватни умения. Трансферът на знания и обобщаване на знания и умения е основната цел на етапа на разработване.

Evaluation (Оценка): тази фаза на учебния модел насърчава учениците да оценят своето разбиране и способности, и предоставя възможности на учителите да оценят напредъка на учениците към постигане на очакваните резултати. Предоставя възможности и за саморефлексия (Bybee et al. 2006).

Математическо моделиране

Моделирането е изследователски метод, при който се изучава не реално съществуващият обект, а негов заместител (модел). То се използва, когато обектът на изследване е недостъпен или трудно достъпен, или изисква много време, или не съответства и не обслужва целите (Tsanova & Raycheva 2012).

Моделите могат да се разделят на следните две групи: (1) веществени (физически) – това са умалени версии на реално съществуващи обекти, създадени за изучаване, възпроизвеждане и понякога прогнозиране на поведението на реалния обект; (2) символични – пресъздават реалния обект с помощта на някои символи като формули, чертежи, схеми, и др. От символичните модели най-голямо значение имат математическите модели поради универсалността на математическия език и възможността за количествена оценка и количествени преобразувания на обекта. Математическият модел е абстрактен модел, използващ математиката за представяне на реално съществуващ обект.

Математическите модели се класифицират като:

(1) линейни/нелинейни – според това дали използваните функции и условия са представени изцяло от линейни уравнения, или поне една от връзките е описана с нелинейна функция;

(2) детерминирани/вероятностни (стохастични) – детерминираният модел представя по един и същ начин даденото множество от начални условия, а при

вероятностния модел има случайност и се оценява вероятностното бъдещо поведение на системата, основано на предишно поведение;

(3) статични/динамични – при статичните модели не се взема под внимание елементът време и описват как една променлива зависи от стойността или състоянието на други променливи; динамичните модели описват как системата се променя от едно състояние в друго, и те се представят чрез математически уравнения;

(4) числени/аналитични – числените модели използват някакъв вид числова процедура за да се опише поведението на системата във времето. Обикновено числените модели се представят във вид на таблици или графики. Аналитичните модели използват уравнения и неравенства, за да опишат връзките (Ivanova 2016).

„Резистентните атакуват“ – STEM урок с прилагане на математическо моделиране

В предложения STEM урок учениците моделират въздействието на антибиотик върху числеността на бактерии с различна чувствителност. Дейностите и ресурсите, предложени в Science Buddies^{2,3}, са адаптирани спрямо възможностите на учениците и се прилагат в съответствие с фазите на 5Е обучителния модел. Урокът е реализиран с две паралелки от седми клас на ОУ „Яне Сандански“ – Пловдив, през учебната 2022/2023 година. Продължителността му е два учебни часа по 40 минути.

Цели на урока

1. Усвояване на знания за антибиотичната резистентност при бактерии (същност и причини за възникване) и за отговорната употреба на антибиотици.

2. Прилагане на умения за пресмятане на вероятности и за организиране и представяне на данни в таблици и диаграми.

3. Формиране на умения за прилагане на научното изследване (формулиране на хипотеза, експеримент, анализ на данни и изводи) и за отговорна употреба на антибиотици.

4. Повишаване на уменията за сътрудничество, комуникация, критично мислене и на дигиталните умения.

Ход на урока

Фаза „Мотивиране“ (10 минути): в кратка беседа учениците отговарят на въпросите „Каква е ролята на антибиотиците? За какъв период от време (дни) са ви предписвали антибиотици? Колко дози антибиотици приехте за този период?“. Решават следната задача: „В жилищен квартал има пет аптеки. В две от тях има в наличност комбинацията от антибиотик и пробиотик, предписана в рецепта от лекар. Колко процента е вероятността да се изпълни рецептата още в първата посетена аптека?“.

Учениците разсъждават върху въпроса: „Обикновено човек се чувства по-добре още след първа или втора доза от антибиотика. Защо тогава трябва да се

продължи лечението до завършване на пълния курс на лечение?“. След това учителят разкрива, че ще използват модел, за да установят как различни по устойчивост на антибиотици бактерии променят числеността си в хода на антибиотично лечение.

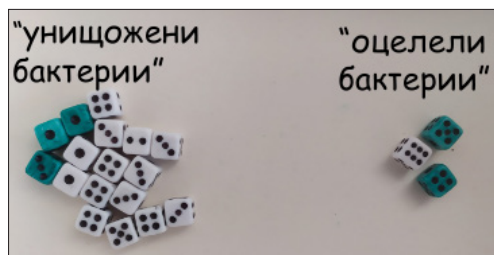
В тази фаза може да се приложи моделът на екипното преподаване: беседата да се ръководи от учител по биология, а решаването на задачата – от учител по математика.

Фаза „Изследване“ (20 минути): класът е разделен на 6 групи. Всяка група получава зарчета с различен цвят и брой, които представляват бактерии с различна чувствителност към антибиотик (фиг.1). Белите зарчета (15 бр.) са чувствителните към антибиотик бактерии, а зелените (5 бр.) са умерено устойчиви (умерено резистентни) бактерии.



Фигура 1. „Бактерии“ в модела

Всяко хвърляне на заровете съответства на прием на една доза антибиотик. Белите зарчета, които показват 6, са „оцелели чувствителни бактерии“. Всички зелени зарове, които показват 4, 5 или 6, са „оцелели умерено устойчиви бактерии“. Въз основа на резултата от хвърлянето зарчетата се разделят на две групи – на „оцелели бактерии“ и на „унищожени бактерии“ (фиг. 2).



Фигура 2. Групиране на „бактериите“

Преброяват се зарчетата от всеки цвят, които са в групата „оцелели“, и резултатите се записват в таблица в лист за резултати №1 (приложение 1). Хвърлянето продължава само със зарове от групата на „оцелелите бактерии“ и стъпките се повтарят до пълното унищожение на бактериите.

В тази фаза е подходящо паралелното преподаване. Всеки учител подпомага работата на три от работните групи.

Фаза „Обясняване“ (10 минути): всяка от ученическите групи представя своята хипотеза, получените данни и анализа им. Съставя се обща таблица със средните аритметични стойности на резултатите. Тази част от дейността е възможно да се ръководи от учителя по математика. След това учителят по биология разяснява как се развива и как нараства антибиотичната резистентност на бактериите⁴.

Фаза „Разработване“ (30 минути): моделът се усложнява (фиг. 3). Увеличава се броят на чувствителните бактерии (70 бели зарчета) и умерено устойчивите бактерии (25 зелени зарчета). Включва група на суперустойчиви бактерии (5 червени зарчета), които оцеляват при показание на зара 1, 2, 3, 4 и 5. Възможно е използването и на онлайн приложение за хвърляне на зарчета⁵.



Фигура 3. „Бактерии“ в усложнен модел

Симулира се курс на лечение с 12 дози антибиотик. Учениците попълват лист за резултати №2 (приложение 2). Данните може да се въвеждат както на хартиен носител, така и в Google Sheets или Microsoft Excel, които дават възможност за използване на формули и за графично представяне на резултатите. Учениците може сами да съставят таблиците и да въвеждат формулите или предварително учителят – сам или съвместно с учител по информационни технологии, да е подготвил електронни таблици с въведени формули. При съвместно преподаване всеки от учителите може да подпомага работата на три от работните групи. След като ученическите групи представят анализа и направените изводи, се съставя обща таблица със средните аритметични стойности на процента оцелели бактерии от всяка група.

Фаза „Оценяване“ (10 минути): за да оценят своето разбиране, учениците отговарят на тестови въпроси за самопроверка (приложение 3). По този начин учителите получават представа за напредъка към постигане на очакваните резултати.

Нагласи на учениците към STEM обучението

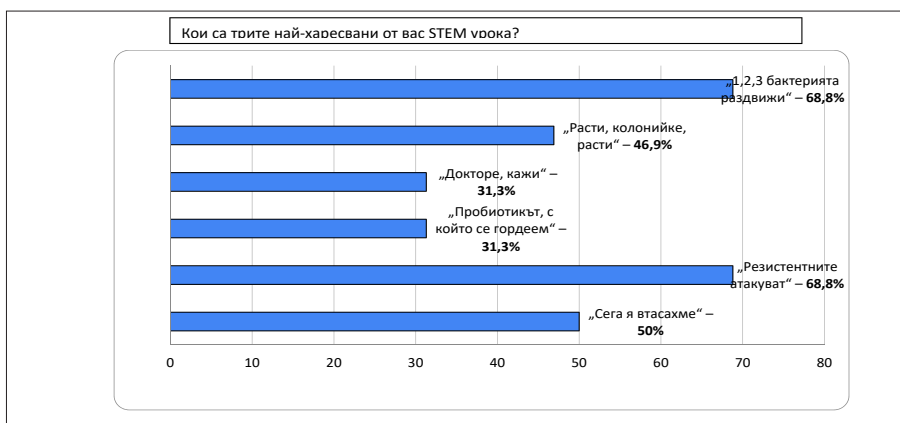
Резултатите от проведената анонимна анкета са представени в таблица 1. В анкетата са взели участие 32 ученици.

Таблица 1. Резултати от анкета

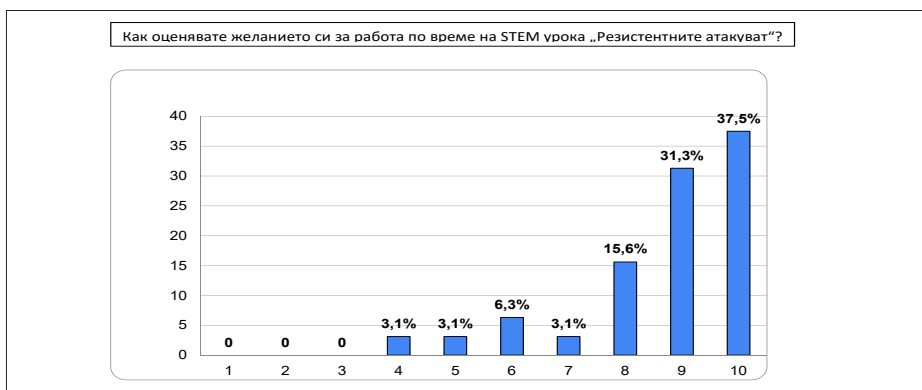
Твърдение	Отговорили ученици (в %)				
	Да	По-скоро да	Не мога да преценя	По-скоро не	Не
По време на работата в STEM урока се:					
усвояват нови знания чрез интересни и нестандартни практически дейности	75	9,4	12,5	0	3,1
прилагат на практика усвоените знания	78,1	12,5	9,4	0	0
повишават уменията за работа в екип	65,6	18,8	9,4	6,2	0
повишават уменията за общуване (комуникация) с другите членове на екипа	75	15,6	6,3	3,1	0
развиват умения за нестандартно решаване на проблеми	75	12,5	3,1	6,3	3,1
развиват умения за критично мислене	75	9,4	12,5	0	3,1
развиват умения за приспособяване (адаптиране) към различни стилове на мислене, стилове на работа	75	12,5	6,3	3,1	3,1

развиват практически умения, които ще се използват в професионалната реализация в бъдеще	59,4	25	12,5	3,1	0
развиват житейски умения	81,3	6,3	12,4	0	0
мотивираща търсене и получаване на нова информация	78,1	18,8	3,1	0	0
повишават дигиталните умения	65,6	28,2	3,1	3,1	0
STEM урокът е много интересен	81,3	12,5	3,1	3,1	0
STEM обучението дава отговор на въпроси като: „За какво да го уча това?“ или „Това пък кога ли ще ми послужи?“	62,5	25	12,4	3,1	0
STEM обучението придава смисъл на ученето	81,3	6,3	3,1	0	9,3
STEM обучението е обучението на бъдещето	71,9	21,9	6,2	0	0

84,4% от учениците посочват, че чрез STEM усвояват нови знания чрез интересни и нестандартни практически дейности, а 90,6% са имали възможност да приложат на практика своите знания. 84,4% смятат, че STEM развива умения за критично мислене, а за 87,5% този вид обучение развива умения за нестандартно решаване на проблеми. За 90,6% от анкетираните STEM повишава уменията за общуване (комуникация), а според 84,4% то повишава и уменията за работа в екип. Анкетата разкрива и други предимства на STEM обучението: придава смисъл на ученето – 87,6%, и развива практически умения: професионални – 84,4% и житейски – 87,6%. 93,8% от анкетираните го определят като обучението на бъдещето. Урокът е един от любимите за учениците (фиг. 4), което се потвърждава от големия интерес, който е предизвикал у 93,8% от учениците, и от високите нива на мотивация за работа (фиг. 5). Резултатите от анкетирането ясно демонстрират положителната нагласа на учениците към STEM обучението.



Фигура 4. Класация на STEM уроците



Фигура 5. Мотивация на учениците

Заклучение

Съвременните учители са изправени пред предизвикателството да подготвят учениците за бъдеще, което изисква умения за нестандартно решаване на сложни проблеми, умения за комуникация и сътрудничество, умения за вземане на решения, основаващи се на научни доказателства. За целта учителите трябва да излязат от „комфортната зона“ на традиционните практики и подходи и да поемат пътя на прехода от запаметяване на факти към придобиването на умения и прилагането им на практика. Подходяща възможност за осъществяване на този преход е STEM обучението. То въздейства положително върху сътрудничеството и мотивацията не само на ученици, но и на учители поради възможностите за съвместно преподаване, които предоставя.

Приложение 1

Лист за отговори № 1

Вашата задача: моделирайте въздействието на антибиотик върху числеността на различни по устойчивост към него бактерии.

Преди експеримента попълнете отговорите на въпросите и задачите.

А) Какво представят зарчетата във вашия модел на лечение?.....

Б) В модела на лечение белите зарове са, а зелените зарове са

В) Какво представлява всяко хвърляне на зарчетата в модела?

Г) Като използвате данните от таблицата, пресметнете вероятностите за оцеляване на чувствителните спрямо умерено резистентните бактерии.

Описание на зарчетата	Брой зарчета	Какви бактерии представяват	Резултат от хвърлянето	
			Бактериите оцеляват, когато зарът показва	Бактериите умират, когато зарът показва
Бели	15	Чувствителни	6	1,2,3,4 или 5
Зелени	5	Умерено устойчиви (умерено резистентни)	4, 5 или 6	1, 2 или 3

Вероятността за оцеляване на доза от антибиотика за всяка чувствителна бактерия е 1 към 6. Това е приблизително равно на% вероятност за оцеляване на чувствителните бактерии. Вероятността за оцеляване на умерено устойчивите бактерии е 3 към 6. Това е равно на% вероятност за оцеляване на тази група бактерии.

Д) Запишете вашата хипотеза (прогноза):

При хвърлянето и групирането на зарчетата по-дълго ще останат зарчета с/със цвят, а по-бързо ще се отстранят зарчетата с/със цвят .

Тоест: при прием на антибиотик, по-дълго ще оцелеят бактерии, а по-бързо ще се унищожатбактерии.

Експеримент

Стъпка 1. Хвърлете зарчетата.

Стъпка 2. Разделете зарчетата на две групи – „оцелели“ и „унищожени“, според показанията на заревете (виж табл. 1).

Стъпка 3. Пребройте по колко зарчета от всеки цвят има в групата „оцелели“ и запишете данните в таблицата по-долу.

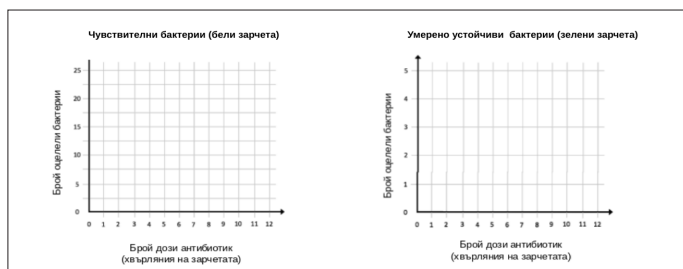
Продължете хвърлянето само с „оцелелите“. Повтаряйте стъпките до пълното унищожение на бактериите.

Ако е необходимо, добавете нови редове в таблицата.

Поредно хвърляне на заровете (доза антибиотик)	Брой бели зарчета, показващи 6 (брой оцелели чувствителни бактерии)	Брой зелени зарчета, показващи 4,5 или 6 (брой оцелели умерено устойчиви бактерии)
0	15	5
1		
2		
3		

Представете резултатите графично.

По оста х се записват дозите антибиотик (поредно хвърляне на заровете), а по оста у се записва броят на оцелелите бактерии.



За унищожаването на чувствителните бактерии бяха необходими дози, а за унищожаване на умерено резистентните бактерии –..... дози.

След първата доза оцеляха% от чувствителните и% от умерено резистентните бактерии.

Потвърди ли се вашата хипотеза?.....

След представяне на резултатите от всички ученически екипи попълнете заедно таблицата със средните стойности на оцелелите чувствителни и умерено устойчиви бактерии (в %). Ако е необходимо, добавете нови редове в таблицата.

Доза антибиотик	% оцелели чувствителни бактерии (средна аритметична стойност)	% оцелели умерено устойчиви бактерии (средна аритметична стойност)
0	100	100
1		
2		
3		

Приложение 2

Лист за резултати № 2

Вашата задача: използвайте усложнен модел, за да представите как се променя числеността на различни по устойчивост бактерии в хода на антибиотично лечение.

Преди експеримента запишете отговорите на въпросите и задачите.

А) Какво представят зарчетата във вашия модел на лечение?.....

Б) Във вашия модел на лечение белите зарчета са, зелените зарчета са и червените зарчета са

В) Какво представлява всяко хвърляне на зарчетата в модела на лечение?

Г) Изчислете различните вероятности за оцеляване на чувствителните спрямо умерено устойчивите и суперустойчивите бактерии.

Описание на зарчетата	Брой зарчета	Какви бактерии представляват	Резултат от хвърлянето	
			Бактериите оцеляват, ако зарът показва	Бактериите умират, ако зарът показва
Бели	70	Чувствителни	6	1,2,3,4 или 5
Зелени	25	Умерено устойчиви (умерено резистентни)	4,5 или 6	1,2 или 3
Червени	5	Супер устойчиви (супер резистентни)	1,2,3,4 или 5	6

Вероятността за оцеляване на доза от антибиотика за всяка чувствителна бактерия е 1 от 6. Това е приблизително равно на% вероятност за оцеляване на чувствителните към антибиотика бактерии. Вероятността за оцеляване на умерено устойчивите бактерии е 3 от 6. Това се равнява на% вероятност за оцеляване на тези бактерии. Вероятността за оцеляване на супер устойчивите бактерии е 5 от 6. Това е приблизително равно на% вероятност за оцеляване на супер устойчивите бактерии.

Д) Запишете вашата хипотеза (прогноза):

Ако хвърля и групирам заровете 12 пъти, тогава най-бързо ще свършат зарчетата с/със цвят, след това ще следват зарчетата с/със цвят и най-дълго ще останат зарчетата с/със цвят.

Тоест: ако се приемат 12 дози антибиотик, тогава най-бързо ще се унищожат

..... бактерии, след тях – Бактерии, и най-трудно ще се унищожат..... бактерии.

Данни от експеримента

Група бактерии	Брой оцелели бактерии от групата след поредна доза антибиотик												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Чувствителни	70												
Умерено резистентни	25												
Супер резистентни	5												
Общ брой	100												



Група бактерии	Процент оцелели бактерии от групата след поредна доза антибиотик												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Чувствителни	100												
Умерено резистентни	100												
Супер резистентни	100												

Процент оцелели бактерии от всяка група



Използвайте експерименталните данни и отговорете на въпросите.

1. Колко % бактерии са останали след 6 дози антибиотик?

1.1. от чувствителните –%

1.2. от умерено резистентните –%

1.3. от супер резистентните –%

2. Колко % бактерии са останали след 12-те дози антибиотик?

2.1. от чувствителните –%

2.2. от умерено резистентните –%

2.3. от супер резистентните –%

3. Колко дози антибиотик бяха необходими за да се унищожат:

3.1. чувствителните бактерии – дози

3.2. умерено резистентните бактерии – дози

3.3. супер резистентните бактерии – дози

4. Въз основа на вашите резултати в таблицата с данни, как се е променила популацията на бактериите в хода на лечението? Кои бактерии преобладават в началото, и кои – в края?.....

5. Потвърди ли се вашата хипотеза (прогноза)?.....

6. Какво означават вашите резултати за човек, който приема само една доза антибиотици или прекратява по-рано лечението си с антибиотици? Обяснете подробно!.....

След представяне на резултатите от всички ученически екипи, попълнете заедно таблицата със средните аритметични стойности на оцелелите бактерии от всяка група (в %).

Група бактерии	Процент оцелели бактерии от групата след поредна доза антибиотик (средни аритметични стойности)												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Чувствителни	100												

Умерено резистентни	100													
Супер резистентни	100													

Приложение 3

Самопроверка „Резистентните атакуват“

1. Каква е опасността от „супер устойчивите бактерии“?

А) Изключително трудно е да бъдат унищожени от антибиотици.

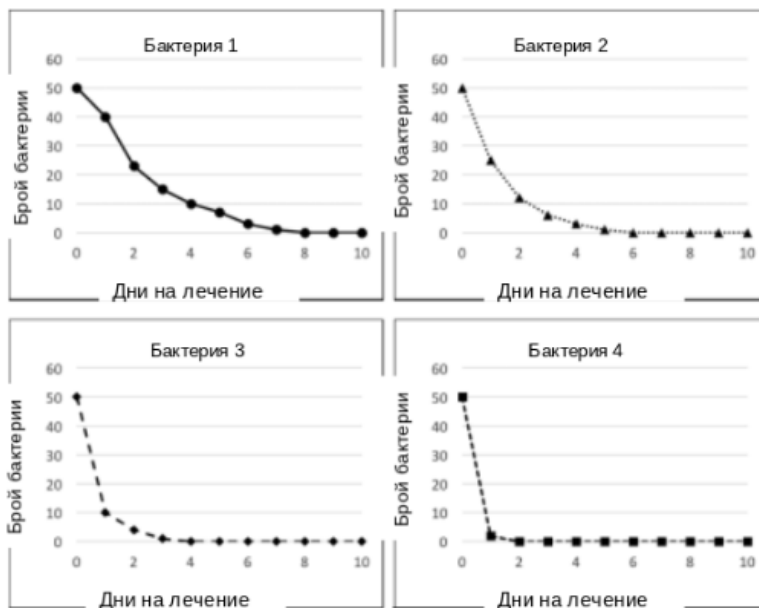
Б) Могат да убият човек в рамките на 24 часа, ако се зарази.

В) Могат да оцелеят над 100°C.

Г) Разпространени са в болнични заведения.

2. Трябва да проверите дали различните видове бактерии са устойчиви (резистентни) към ново лекарство. Във вашия експеримент третираме един и същ брой бактерии от всяка група с по една доза от лекарството в продължение на 10 дни. След преброяване на бактериите, оцелели след всяка доза, получавате резултатите, показани на изображението по-долу. Кой тип бактерии е най-устойчив на тестваното лекарство?

А) Бактерия 1 Б) Бактерия 2 В) Бактерия 3 Г) Бактерия 4



3. Във вашия модел на лечение с антибиотици бактериите оцеляват, когато шестстранно зарче показва числата 1, 2 или 3. Каква е вероятността тази бактерия да бъде убита след една доза антибиотици?

А) 25% Б) 50% В) 75% Г) 100%

4. Имате смес от три вида бактерии с различни генетични черти: бактерия 1 расте при ниски температури, бактерия 2 – при средни температури, а бактерия 3 предпочита високи температури. Как можете да гарантирате, че повече от бактериите 3 ще оцелеят?

А) Намалете температурата на растеж.

Б) Лекувайте бактериите с антибиотици.

В) Увеличете температурата на растеж.

Г) Не можете да изберете за определения тип бактерии.

5. Какво можете да направите, за да намалите разпространението на антибиотична резистентност в бактериите?

А) Използвайте антибиотици само когато наистина е необходимо.

Б) Никога не спирайте приема на антибиотици твърде рано.

В) Поддържайте правилна хигиена, за да сведете до минимум риска от бактериални инфекции.

Г) Всички от горепосочените.

БЕЛЕЖКИ

1. МОН Компетентностен подход <https://web.mon.bg/bg/100770>
2. SCIENCE BUDDIES How Antibiotic Resistant Bacteria Take Over <https://www.sciencebuddies.org/stem-activities/antibiotic-resistant-superbugs>
3. SCIENCE BUDDIES Stopping Superbugs! <https://www.sciencebuddies.org/teacher-resources/lesson-plans/stopping-superbugs>
4. ЕВРОПЕЙСКА СМЕТНА ПАЛАТА, 2019. Специален доклад № 21: Мерки за справяне с резистентността към антимикробни средства <https://op.europa.eu/webpub/eca/special-reports/amr-18-2019/bg/>
5. DICE ROLLER <https://g.co/kgs/ahM4bj>

ЛИТЕРАТУРА

- ИВАНОВА, М., 2016. Същност и видове модели. Построяване на математически модел. *Science & Technologies*, Т. 6, № 3, с. 85 – 89.
- ЦАНОВА, Н. & РАЙЧЕВА, Н., 2012. *Методика на обучението по биология. Теория и практика*. София: Пенсофт.
- ЦОКОВ, Г. & ЛЕВТЕРОВА, Д., 2021. Съвместното преподаване (co-teaching) като специфичен организационен модел в съвременното училищно образование. В: ЦОКОВ и др. (авт.) *Наръчник за реализиране на съвместно преподаване (CO-teaching) в онлайн среда*, с. 9 – 820.

- Пловдив: Паисий Хилендарски. ISBN 978-619-202-720-9.
- BYBEE, R.W. et al., 2006. *The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness*. Colorado Springs, CO: BSCS.
- HONEY, M., PEARSON, G., & SCHWEINGRUBER, H., 2014. *STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research*. Washington, DC: The National Academies Press.
- JORGENSEN, R. & LARKIN, K., 2018. What Is Unique About Junior STEM? In. R. JORGENSEN & K. LARKIN (Eds.). *STEM Education in the Junior Secondary The State of Play*, pp. 5 – 14. Singapore: Springer Nature.
- KANADLI, S., 2019. *A Meta-Summary of Qualitative Findings about STEM Education*. *International Journal of Instruction*, vol. 12, no. 1, pp. 959 – 976.
- KELLEY, T. R., & KNOWLES, J. G., 2016. A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, vol. 3, no.11, pp. 1 – 11.
- STOHLMANN, M., MOORE, T. J. & ROEHRIG, G. H., 2012. Considerations for Teaching Integrated STEM Education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, vol. 2, no. 1, pp. 28 – 834.
- YILDIRIM, B., 2016. An analyses and meta-synthesis of research on STEM education. *Journal of Education and Practice*, vol. 7, no. 34, pp. 23 – 33.

REFERENCES

- BYBEE, R.W. et al., 2006. *The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness*. Colorado Springs, CO: BSCS.
- HONEY, M.; PEARSON, G., & SCHWEINGRUBER, H., 2014. *STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research*. Washington, DC: The National Academies Press.
- JORGENSEN, R. & LARKIN, K., 2018. What Is Unique About Junior STEM? In. R. JORGENSEN, & K. LARKIN (Eds.). *STEM Education in the Junior Secondary The State of Play*. Singapore: Springer Nature.
- IVANOVA, M., 2016. *Sashtnost i vidove modeli. Postroyavane na matematicheski model*. *Science & Technologies*, vol. 6, no. 3, pp. 85 – 89.
- KANADLI, S., 2019. *A Meta-Summary of Qualitative Findings about STEM Education*. *International Journal of Instruction*, vol. 12, no. 1, pp. 959 – 976.
- KELLEY, T. R., & KNOWLES, J. G., 2016. A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, vol. 3, no.11, pp. 1 – 11.
- STOHLMANN, M., MOORE, T. J. & ROEHRIG, G. H., 2012. Considerations for Teaching Integrated STEM Education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, vol. 2, no. 1, pp. 28 – 834.
- TSANOVA, N. & RAYCHEVA, N., 2012. *Metodika na obuchenieto po Biologia. Teoria i praktika*. Sofia: Pensoft [in Bulgarian].

- TSOKOV, G. & LEVTEROVA, D., 2021. Savmestnoto prepodavane (co-teaching) kato spetsifichen organizatsionen model v savremennoto uchilishtno obrazovanie. V: TSOKOV i dr. (avt). *Narachnik za realizirane na savmestno prepodavane (CO-teaching) v onlayn sreda*, pp. 9 – 20. Plovdiv: Paisiy Hilendarski [in Bulgarian]. ISBN 978-619-202-720-9.
- YILDIRIM, B., 2016. *An analyses and meta-synthesis of research on STEM education. Journal of Education and Practice*, vol. 7, no. 34, pp. 23 – 33.

OPPORTUNITIES FOR APPLYING MATHEMATICAL MODELING AND CO-TEACHING IN A STEM LESSON IN BIOLOGY AND HEALTH EDUCATION (7TH GRADE)

Abstract. The article presents a structure and toolset of a STEM lesson in Biology and Health Education (grade 7), which also provides opportunities for implementing co-teaching. The lesson was implemented by a biology and health education teacher with students from “Yane Sandanski” Primary School, Plovdiv. The current problem under consideration is antibiotic resistance of disease-causing bacteria. Students model the effect of an antibiotic on the number of bacteria with different sensitivities. In the course of work, learners actively acquire knowledge, apply skills for calculating probabilities and for graphical presentation of data, and increase their digital skills. They practically go through the stages of scientific research: predict, investigate, analyze and draw conclusions. Critical thinking is developed and students’ communication and cooperation skills are enhanced.

Keywords: STEM lesson; biology and health education; 5E instructional model; mathematical modeling; co-teaching

Mrs. Kalina Ivanova, PhD Student

WoScience Researcher ID: ADM-1406-2022

Department of Botany and Biological Education

Faculty of Biology

Paisii Hilendarski University

Plovdiv, Bulgaria

E-mail: ivanova.kalina@uni-plovdiv.bg