

**ИЗКУСТВЕН ИНТЕЛЕКТ В СРЕДНОТО УЧИЛИЩЕ**

Тодорка Атанасова Глушкова, Станимир Недялков Стоянов  
Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“, гр. Пловдив

**ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN SECONDARY SCHOOL**

Todorka Atanasova Glushkova, Stanimir Nedyalkov Stoyanov  
Plovdiv University „Paisii Hilendarski“, Plovdiv

*\* Авторите изказват благодарност към научен проект Проект ФП19-ФМИ-002 «Иновационни ИКТ за дигитално научноизследователско пространство по математика, информатика и педагогика на обучението» към Фонд Научни изследвания на ПУ „Паисий Хилендарски“ и проект ДО1-221/03.12.2018 „Национален център за високопроизводителни и разпределени пресмятания (НЦВРП) – част от национална пътна карта на България“, за частичното финансиране на настоящата работа.*

**Abstract:** The development of computer technology in recent years has ensured the rapid penetration of artificial intelligence in all spheres of life. The article motivates the need to introduce the „Artificial Intelligence“ discipline into the secondary school. The approach to developing a possible curriculum and selecting appropriate learning content is discussed. In particular, the contents of the first textbook of the planned series are discussed.

The authors understand that with the development of the book they take some risk associated with the correct presentation of the material in a format understandable for the students. The main challenges related to the preparation of the learning material and the efforts to avoid unnecessary details and formal presentations are considered. The aim is to present the history and logic of the development of the subject by including short biographies of scientists with a huge contribution to the validation of artificial intelligence..

**Keywords:** Artificial Intelligence, Education.

Преживяваме началото на една революция, която коренно променя начина, по който живеем, работим и си взаимодействаме. По своя мащаб, обхват и комплексност онова, което наричаме „Четвъртата индустриална революция“, няма аналог в досегашната ни история [1]. Изкуственият интелект вече е навсякъде около нас – от самоуправляващи се автомобили и безпилотни летателни апарати, интелигентно земеделие, „умни“ къщи и градове [2] до виртуални асистенти [3], интелигентно здравеопазване [4] и софтуер за езиков превод. Всичко това обуславя необходимостта от подготовка на широка гама от ИТ специалисти, които в най-близко бъдеще да управляват успешно тези процеси.

В статията се мотивира необходимостта от въвеждане на дисциплината „Изкуствен интелект“ в средното училище. Представен е подходът за разработване на възможна учебна програма и за избор на подходящо учебно съдържание. По-конкретно се дискутира съдържанието на първата част от планираната поредица. С подготовката на този курс искаме да демонстрираме нашето убеждение, че дисциплината „Изкуствен интелект“ може да намери заслужаващо място не само в университетските общи и специализирани курсове, а и в учебната програма на средното училище.

Авторите разбират, че с разработване на курса поемат известен риск, свързан с коректното представяне на учебното съдържание в разбираем за учениците формат. Разглеждат се основните предизвикателства, свързани с подготовката на учебния материал и усилията да се избегнат излишни детайли и формални представяния. Стремежът е да се представи историята, взаимовръзките и логиката на развитието на тематиката посредством включване на кратки биографии на учени с огромен принос за утвърждаване на изкуствения интелект.

Едно от основните предизвикателства при разработването на учебното съдържание е представянето му в съкратен, но коректен вид, така че учениците да получат от една страна по-пълна представа за многогледното поле на изкуствения интелект, а от друга да са в състояние да усвоят основните концепции и методи с помощта на алгоритмичен мета-код, демонстрационни примери и практически задачи. Основен първичен източник за разработването на учебния материал е лекционният курс „Въведение в

изкуствения интелект“, който се чете във ФМИ на Пловдивския университет. Сериозно предизвикателство е трансформирането на това съдържание във вид, достъпен от учениците, при това без да се губи достоверността и коректността на учебния материал.

Може би най-съществената стъпка при работата по учебния курс беше съставяне на учебната програма. За целта формулирахме общата философия, която според нас може да се основава на следните две възможности:

- „По-лек“ вариант – да се търси едно креативно и занимателно представяне на учебния материал например, под формата на игра.
- „По-сериозен“ вариант – систематично и по-задълбочено изучаване основите на дисциплината с определена степен на формализация.

Двата варианта имат недостатъци и предимства. Вторият вариант е свързан с повече рискове, свързани както с недостатъчната базова подготовка на учениците, така и с необходимостта от допълнителна специализирана квалификация на учителите.

Независимо от трудностите, избрахме втория вариант, тъй като желаем да представим по-пълно и в значителна дълбочина разглежданите алгоритми и концепции на класическия изкуствен интелект. За да улесним учениците се опитваме да включим разнообразни практически насочени задачи, допълнителни рубрики, като например любопитни факти, кратки биографии и т.н., които в крайна сметка да направят учебния материал по-привлекателен.

Представената учебна програма по „Изкуствен интелект“ е предназначена основно за обучение на ученици от осми, девети и десети класове. Учебното съдържание е структурирано в четири раздела и включва двадесет подбрани теми, предоставящи един общ поглед за естеството и спецификата на учебния материал за областта. При създаване на конкретна учебна програма, според вида и спецификата на училището, формата на обучението, вида на паралелките и др., определени теми могат да отпаднат, а други да бъдат разширени и допълнени.

Основната цел на обучението е учениците да придобият знания, умения и компетентности, свързани с основите на тази учебна дисциплина. За постигане на основната цел на обучението е необходимо изпълнението на следните подцели:

- придобиване на знания за предмета и задачите на изкуствения интелект и неговата роля в Четвъртата индустриална революция;
- придобиване на знания за агентно-ориентираната парадигма и агентните архитектури;
- придобиване на знания и умения за решаване на проблеми посредством търсене;
- запознаване с възможностите за представяне на знания и семантично моделиране;
- придобиване на знания и умения за семантично моделиране, вкл. използване на среди и средства за разработване на онтологии;
- придобиване на знания и умения за съвременните тенденции в развитието на изкуствения интелект, като напр., „интернет на нещата“, интелигентни агенти, машинно учене, когнитивна роботика и др.;
- придобиване на умения за самостоятелно решаване на конкретни задачи и проблеми.

Учебното съдържание е структурирано в раздели и теми. За всеки раздел в програмата е определен минимален брой учебни часове. Учителят разпределя броя учебни часове за нови знания, упражнения и оценяване, при спазване изискванията за минимален брой часове по раздели. Структурата и основните теми на учебната програма са представени в Таблица 1

Таблица 1. Структура и основни теми на учебната програма

№	Тема
Раздел 1: Увод в изкуствения интелект (ИИ)	
1.	Определение за ИИ. Възникване и история.
2.	Съвременен ИИ. 4-та технологична революция (4ТР). Връзката между ИИ и 4ТР
3.	Агентно-ориентирана парадигма. Агентни архитектури
Раздел 2: Решаване на проблеми посредством търсене	
4.	Проблем. Търсене. Преглед на методите за решаване на проблеми чрез търсене. Пространство на състоянията. Пълни методи за търсене.

5.	Експоненциален взрив. Понятие за евристика. Евристични методи за търсене. Алгоритъм A*.
6.	Методи за локално търсене. Метод на катерача. Еволюционни стратегии.
7.	Проблеми с ограничения (Constraint Satisfaction Problems).
8.	Търсене в конкурентни пространства. Игри.
Раздел 3: Знания и семантично моделиране	
9.	Понятие за знание. Класификация. Общи знания. Представяне на знания
10.	Представяне на знания чрез правила.
11.	Семантични модели. Класификация. Семантични мрежи.
12.	Понятие за онтология. Онтологично инженерство.
Раздел 4: Избрани теми от съвременния (модерен) ИИ	
13.	Интелигентни агенти. Обща дефиниция. Ментални свойства. Рационални BDI агенти
14.	Интелигентни потребителски интерфейси. Персонални асистенти. Мотивация. Използване.
15.	Интернет на нещата (ИНН). Основни понятия. Приложения.
16.	Обща архитектура. Изграждане на ИНН приложения.
17.	Машинно учене. Определени. Класификации. Подходи.
18.	Избрани методи за машинно учене.
19.	Когнитивна роботика. Видове работи. Архитектура.
20.	Когнитивна роботика. Програмиране на работи.

Конкретното учебно съдържание, стандарта и очакваните резултати по всяка тема за първата година на обучение е представено в Таблица 2.

Таблица 2. Учебна програма за първата година на обучението

Теми	Компетентности като очаквани резултати от обучението
Раздел 1. Въведение в изкуствения интелект (ИИ)	
1.1. Определение за ИИ. Възникване и история	Стандарт: Разбира същността, приложението и ролята на ИИ в съвременното общество.  Очаквани резултати: Учениците ще придобият знания за предмета и задачите на ИИ и неговата роля в развитието на съвременното общество.
1.2. Съвременен ИИ. 4-та технологична революция (4ТР)	Стандарт: Разбира основните характеристики на Четвъртата индустриална революция и ролята на ИИ в развитието на обществото.  Очаквани резултати: Учениците ще придобият знания за основните характеристики на 4ИР
1.3. Връзката между ИИ и 4ТР	Стандарт: Разбира връзката между 4ИР и ролята на изкуствения интелект в реализацията на основните цели и задачи на общественото развитие.  Очаквани резултати: Учениците ще придобият умения за сравнение и анализ при изучаване на зависимостите и връзката между ИИ и 4ИР
1.4. Агентно-ориентирана парадигма. Агентни архитектури	Стандарт: Разбира смисъла и основните характеристики обектно-ориентираната парадигма  Очаквани резултати: Ще придобият знания за основните характеристики и особености на обектно-ориентираната парадигма като основно приложение на ИИ; ще придобият знания за изграждането на агентно-ориентирани приложения и архитектури.
Раздел 2. Решаване на проблеми посредством търсене	

2.1. Проблем. Търсене. Преглед на методите за решаване на проблеми чрез търсене.	Стандарт: Разбиране на готови алгоритми и програмната им реализация. Очаквани резултати: Учениците ще усвоят основните алгоритми за пълно търсене в пространства на състояния; ще придобият умения за приложение на тези алгоритми при решаване на конкретни задачи
2.2. Пространство на състоянията. Пълни методи	
2.3. Експоненциален взрив. Понятие за евристика	Стандарт: Приложение на алгоритмите за търсене при решаване на различни практически задачи.
2.4. Евристични методи за търсене. Алгоритъм A*.	Очаквани резултати: Учениците ще усвоят основните евристични алгоритми за търсене в големи пространства на състояния; ще усвоят основния алгоритъм A*; ще придобият умения за приложение на тези алгоритми при решаване на конкретни практически задачи
2.5. Методи за локално търсене. Метод на катерача	Стандарт: Приложение на алгоритмите за локално търсене чрез метода на „катерача“ при решаване на практически задачи. Очаквани резултати: Учениците ще усвоят основните алгоритми за локално търсене в големи пространства на състояния; ще усвоят „метода на катерача“; ще умеят да ги прилага в конкретни задачи.
2.6. Еволюционни стратегии	Стандарт: Разбиране и приложение на еволюционните стратегии при решаването на проблеми в изкуствения интелект Очаквани резултати: Ще разберат основните характеристики при приложение на еволюционните стратегии при решаването на проблеми; ще придобият умения за приложение на еволюционните стратегии при решаване на конкретни практически задачи
2.7. Проблеми с ограничения (Constraint Satisfaction Problems)	Стандарт: Разбиране на особеностите на проблемите с ограничения и възможностите за тяхното решаване с методите на ИИ. Очаквани резултати: Учениците ще разберат основните характеристики на проблемите с ограничения; ще придобият умения за решаване на тези проблеми с методите на ИИ.
2.8. Търсене в конкурентни пространства. Игри	Стандарт: Придобиване на умения и компетентности за разработване на собствени алгоритми и тяхното програмиране. Очаквани резултати: Учениците ще придобият умения и компетентности за реализиране на търсене в конкурентни пространства; Ще прилагат тези знания при разработката на собствени приложения и игри.

Подходът за разработването на учебното съдържание можем да представим като последователност от следните стъпки:

1. Структуриране на учебното съдържание.
2. Създаване на шаблон (еталон) на отделните теми.
3. Последователна трансформация на отделните теми.
4. Окомплектоване на основното съдържание с допълнителни рубрики, като напр., допълнителни знания, кратки биографии на класиците в областта на изкуствения интелект, любопитни факти, задачи за самостоятелна подготовка, практически задачи и др.

Структурирането на учебните знания в определен шаблон е особено важно за повече яснота и по-лесно възприемане на знанията (Фигура 1). Използваме два различни варианта на модели за представянето

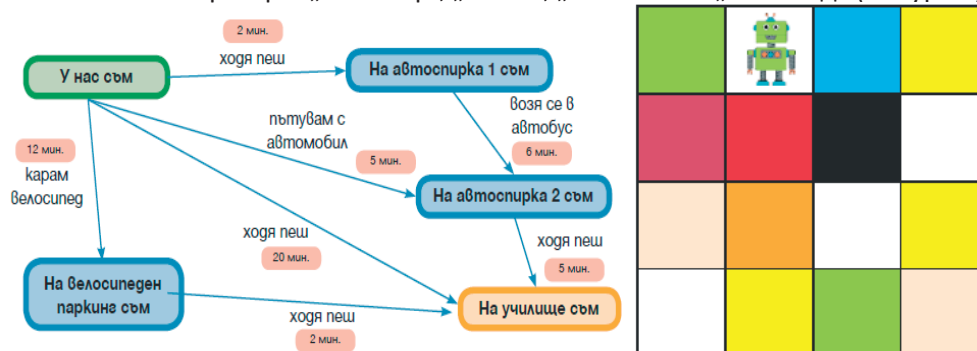
на новите знания. При първия от тях първоначално въвеждаме неформално (описателно) новите знания, формално дефинираме новите понятия и представяме алгоритмите текстово или като псевдокод. След това представяме типичен пример като разискваме приложението на получените знания в конкретната ситуация. Предлагаме задания за самостоятелна работа с постепенно повишаваща трудност. При необходимост в темата се предлагат допълнителни знания. Речник с въведените термини са достъпни в края на темата, както и в общия азбучник в края на книгата. Към всяка тема се поместват допълнителни задания, чрез които може да се работи индивидуално или в групи в началото на следващия учебен час. Любопитните факти, свързани с развитието на различни области в изкуствения интелект, както и такива свързани с учени, библиографични филми, ключови постижения и др. дават възможност за повишаване на активността, мотивацията и любопитството на учениците.

Тема	<b>VII</b> ЕВОЛЮЦИОННИ СТРАТЕГИИ
Увод и кратко въведение	<b>1</b> Увод в еволюционната стратегия
Мотивиране и обзор на темата	Увод
Въвеждане на новите знания	Кратко въведение в еволюционната теория
Представяне на базови примери	Възникване на идеята за генетични алгоритми
Обобщаване на знанията	Обща характеристика на генетичните алгоритми
Задания за самостоятелна работа	Приложение на генетичните алгоритми
Допълнителни знания	Нека обобщим
Речник	Допълнителна теория
Нещо повече и любопитни факти	Речник
	Нещо повече

Фигура 1. Шаблон и примерна структура на отделните теми

Вторият вариант за представяне на учебното съдържание е свързано с въвеждането на конкретен мотивиращ пример, който не може да се реши с натрупаните до момента знания. Чрез провокиране активността на учениците и желанието им да експериментират и извеждат конкретни предположения се обосновава новото учебно съдържание. Дефинират се новите понятия и правила, а когато те са свързани с нов алгоритъм, то той се описва чрез формални средства. Добър подход е използването на определен език за програмиране, чрез които учениците да могат да проверят непосредствено коректността на предположенията и изводите си.

Както е видно и от представената структура, желанието на авторите е да се въведе трудното и абстрактно учебно съдържание чрез декомпозиране на отделни малки смислени части. Желанието е да се предоставят повече практически примери, занимателни и интересни предизвикателства за самостоятелна и групова работа. Например, да се представи като проблем решението на задачата „Как да стигна до моето училище?“ като се опишат петте дефинирани компонента на този проблем или за работа в квадратната мрежа да се открие дървото на решение за достигането на цел: „На жълто квадратче съм“ като се използват възможните оператори: „на север“, „на юг“, „на изток“ и „на запад“ (Фигура 2).



Фигура 2. Практически задания

Формализирането на базовите алгоритми чрез псевдокод са друго предизвикателството пред авторите. Тъй като учениците вече знаят, че алгоритмите могат да се представят по различни начини (словесно, графично, формално), сме приели подхода да използваме псевдокод, допълнен и разширен с повече описания, коментари и изяснения. Например на Фигура 3 е даден базовия „алгоритъм за търсене“ като псевдокод.

```
function Problem-Solving (problem) returns //едно действие
persistent: seq // последователност от действия, в началото празна
              state // описание на актуалното състояние на света
              goal // цел, в началото null
state ← Initial-State(problem); // началното състояние
if seq = ∅ then // ако последователността от действия е празна
{
  goal ← Formulate-Goal(state); // формулиране на целта
  problem ← Complete-Problem(state, goal); // формулиране на проблема
  seq ← Search(problem); // създаване на последователността от действия
  if seq = failure then return // едно нулево действие
}
action ← First(seq); // избира се първото действие
seq ← Rest(seq); // от последователността се премахва първото действие
```

Фигура 3. Представяне на алгоритми чрез псевдокод

ИИ е интердисциплинарна област, основите и терминологията на която могат да се търсят в различни теории и концепции от философията, моделирането, математиката, лингвистиката, икономиката, психологията, социологията. Целта на авторите е да предоставят абстрактните и трудни концепции от изкуствения интелект както чрез релации със знанията и интереси на учениците, така и с останалите учебни дисциплини.

Моделирането е познавателен процес, чиято цел е изучаване на изследваните обекти чрез разглеждане на приближения, отразяващи определени съществени аспекти на обектите. Моделите са фундаментални за човешкото познание. Непрекъснатото обработване на потока данни от околния свят дава възможност с течение на времето да се формират все по-сложни и по-прецизни представи за света. Изграждането на познавателната система е процес на моделиране, а продуктът от тази дейност са моделите, които са опростени заместители на различни аспекти от околния свят.

Компютърните модели не се различават от тази тенденция. Те представят опростено реалния свят. По тази причина при моделирането е от особено важно значение за откриването и открояването на актуално интересуващите ни характерни и съществените аспекти на реалността, а същевременно с това пренебрегване на несъществените. Тези уменията се изграждат чрез продължителен познавателен процес, който у нас започва още от началното училище чрез учебната дисциплина „Компютърно моделиране“ и продължава през целия курс на обучение в средното училище.

Връзката с математиката е на много нива. Тъй като голяма част от необходимите знания не се изучават в пълен обем в училищния курс по математика, авторите въвеждат накратко тези допълнителни знания. Например за моделирането на пространство за състояния (ПС) е необходимо да се въведат допълнителни знания от теория на графите; при представянето на знания чрез правила, се въвеждат основните операции и закони на съждителната и предикатна логика; при определяне комплексността на определен алгоритъм, се въвеждат знания от математическия анализ. Също така широко се използва теорията на вероятностите, статистиката и т.н.

Релацията на изкуствения интелект с информатиката и програмирането е естествена. Първоначално чрез представяне на алгоритмите чрез псевдокод и по-късно чрез реализирането им на различни програмни езици, се изискват знания както за рекурсия, така и за базовите алгоритми и структури от данни. При обучението по направлението „Представяне на знания чрез правила“ се предлага използване на декларативен стил на програмиране чрез езика Prolog. Обучението по информатика в училищния курс чрез C++, C# или Java може да бъде от особено голямо значение при реализиране на практически задачи като програмиране на работи, разработване на игри, създаване на интелигентни агенти и т.н.

Трансферирането на знания по биология, география и физика също са много важни при разбирането на изкуствения интелект. Така напр., еволюционната стратегия и генетичните алгоритми са директно инспирирани от Дарвиновата теория в биологията. Оцветяването в няколко цвята на съседните административни области е типичен пример за „проблеми с ограничения“. Разнообразните методи за търсене на

маршрути в дадена пътна карта стимулират учениците да използват активните си знания по география, а знанията за планинските релефи се използват основно при изясняване на „метода на катерача“ и т.н. (Фигура 4). Програмирането на роботи, тяхното движение и взаимодействие в реалния свят изисква задълбочени знания, свързани с физическите закони и механиката.



Фигура 4. Връзка с география

Естественото желание на учениците да играят може да се използва както и при примери за много алгоритми за търсене, така и по-специално в темата „Търсене в конкурентни пространства или игри“ (Фигура 5). Игрите „8-пъзел“, карти, „Осем царици“, „Шахмат“, „Го“ и много други са отлична добре позната база за въвеждане на теоретичния материал.



Фигура 5. Приложение на игрите

Авторите смятат, че въвеждането и използването на все още не изучаван допълнителен материал по различни учебни дисциплини не е проблем. Мотивирането на необходимостта от тези знания могат да повишат любопитството, любознателността и активността на учениците. Провеждането на самостоятелни проучвания и търсене на допълнителна информация е също цел на обучението.

През настоящата учебна 2018/2019 година в няколко иновативни паралелки на ОМГ „Академик Кирил Попов“ – гр. Пловдив започна експериментална работа и апробация по въвеждането на представената учебна програма. Ролята на учителите е ключова при организиране и управление на обучението. Проведохме предварително обучение на учителите. Според тяхното мнение, обаче, краткосрочните курсове за поддържаща квалификация са недостатъчни и е необходима много по-задълбочена подготовка, тъй като в педагогическите специалности на ВУЗ изкуственият интелект изобщо не е изучаван или е изучаван в недостатъчен обем. Сформирахме съвместен екип за обмен на идеи, задачи и учебни материали. Въпреки трудностите, резултатите от първата година на обучение дават основание да твърдим, че изкуственият интелект се възприема с желание и интерес от ученици и родители.

Предложената учебна програма и разработените учебни ресурси може да се използват за обучение както на ученици от математическите гимназии у нас, така и на ученици от различни професионални и профилирани или иновативни паралелки. Освен това може да се използва също и от студенти по различни специалности за разбиране на основополагащите концепции на изкуствения интелект.

Историята на човешкото развитие, започвайки от аграрната, а след това първата, втората и третата индустриални революции и достигна до четвъртата индустриална в наши дни, в която повратните точки съдържат основните характеристики на изкуствения интелект [5], [6]. У нас по изкуствен интелект и като те-

ория и като практика се изпълняват международни и национални проекти, четат се университетски курсове, публикуват се научни изследвания, защитават се дисертации, провеждат се конференции, семинари и срещи, има търсене на специалисти по тази тематика. С този курс се надяваме у учениците да се формира и убеждението, че в изкуствения интелект има още много задачи, които очакват и търсят своето решаване, както и своите бъдещи изследователи.

**References:**

1. Klaus Schwab, *The Fourth Industrial Revolution*, publ. Crown Business, USA, 192 pages, ISBN-10: 9781524758868, ISBN-13: 978-1524758868, 2017
2. S. Stoyanov, D. Orozova, I. Popchev, Internet of things water monitoring for a smart seaside city, XX-th International Symposium on Electrical Apparatus and Technologies SIELA 2018, 3-6 June, Bourgas, Bulgaria.
3. Glushkova, T., Miteva, M., Stoyanova-Doycheva, A., Ivanova, V., Stoyanov, S., Implementation of a Personal Internet of Thing Tourist Guide, *American Journal of Computation, Communication and Control*, 5 (2), 39-51, (2018).
4. A. Komninos and S. Stamou, "HealthPal: An intelligent personal medical assistant for supporting the self-monitoring of healthcare in the ageing society," in *Proc. 4th Int. Workshop Ubiquitous Comput. Pervasive Healthcare Appl.*, Sept. 17–21, 2006.
5. Xin Geng, Byeong-Ho Kang, *Trends in Artificial Intelligence: 15th Pacific Rim International Conference on Artificial Intelligence*, Nanjing, China, August 28–31, 2018, Proceedings, Springer, 524 pages, 2018
6. Russell S., Norvic P., *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, Pearson, 2016, 1132 pages, ISBN 1292153962, 2016