

**MINISTERUL EDUCAȚIEI, CULTURII ȘI CERCETĂRII  
AL REPUBLICII MOLDOVA**

**CURRICULUM NAȚIONAL**

**ARIA CURRICULARĂ**

***TEHNOLOGII***

**DISCIPLINA OPȚIONALĂ**

**INTELIGENȚA ARTIFICIALĂ**

**Clasele XI-XII**

**Chișinău, 2020**

**Aprobat:**

- Consiliul Național pentru Curriculum, proces-verbal nr. 25 din 25.06.2020
- Ordinul Ministerului Educației, Culturii și Cercetării nr. 653/2020

**COORDONATOR:**

**Angela PRISĂCARU**, consultant principal, Ministerul Educației, Culturii și Cercetării

**GRUPUL DE LUCRU:**

**Alexandru BURLACU** (coordonator grup), Universitatea Tehnică a Moldovei

**Mihail GAVRILIȚA**, Universitatea Tehnică a Moldovei

**Mircea PETIC**, dr. în informatică, conf. cercetător, Institutul de Matematică și Informatică „Vladimir Andrunachievici”, Asociația pentru Dezvoltarea Comunicațiilor Electronice și Tehnologiilor Inovaționale.

Componența grupului de lucru a fost Aprobată prin Ordinul Ministerului Educației, Culturii și Cercetării nr. 431/2020.

Curriculumul a fost elaborat cu suportul proiectului „*Tekwill în Fiecare Școală/TwentyTU*”, în cadrul Memorandumului de colaborare privind implementarea educației digitale la nivel național, semnat la 14 iunie 2018 între Ministerul Educației, Culturii și Cercetării, Ministerul Economiei și Infrastructurii, Asociația Națională a Companiilor din domeniul TIC și Instituția Publică Centrul de Instruire și Inovații TIC – Tekwill.

## Preliminarii

*Curriculumul la disciplina opțională Inteligența Artificială*, precum și ghidul metodologic, softurile educaționale etc. constituie o parte componentă a Curriculumului Național. Fiind elaborat în conformitate cu prevederile *Codului Educației al Republicii Moldova* (2014), ale *Cadrului de referință al Curriculumului Național* (2017), ale *Curriculumului de bază: sistem de competențe pentru învățământul general* (2018) și cu *Recomandările Parlamentului European și ale Consiliului Uniunii Europene, privind competențele-cheie din perspectiva învățării pe parcursul întregii vieți* (Bruxelles, 2018), *Curriculumul la disciplina opțională Inteligența Artificială* este un document reglator, care prezintă într-un mod unitar demersurile conceptuale, teleologice, de conținut și metodologice, accentul fiind pus pe sistemul de competențe restructurat precum un nou cadru de referință al finalităților educaționale.

*Curriculumul la disciplina opțională Inteligența Artificială* fundamentează și ghidează activitatea cadrului didactic, facilitează abordarea creativă a demersurilor de proiectare didactică de lungă și de scurtă durată, dar și de realizare propriu-zisă a procesului de predare - învățare - evaluare.

Disciplina opțională *Inteligența Artificială*, prezentată și valorificată în plan pedagogic în acest curriculum, are un rol important în formarea personalității elevilor, în achiziționarea și dezvoltarea atât a competențelor digitale propriu-zise, cât și a competențelor necesare pentru învățarea pe tot parcursul vieții, pentru integrarea într-o societate bazată pe cunoaștere.

În procesul de proiectare a *Curriculumului la disciplina opțională Inteligența Artificială* s-a ținut cont de:

- abordările postmoderne și tendințele dezvoltării curriculare pe plan național și pe cel internațional;
  - necesitățile de adaptare a curriculumului disciplinar la așteptările societății, la nevoile elevilor, dar și la tradițiile școlii naționale;
  - valențele disciplinei în formarea competențelor transversale, transdisciplinare și a celor specifice disciplinei;
  - necesitățile asigurării continuității și interconexiunii dintre nivelurile și ciclurile învățământului general: educația timpurie, învățământul primar, învățământul gimnazial și învățământul liceal.
- Principalele funcții ale *Curriculumului la disciplina opțională Inteligența Artificială* sunt:
- reglementarea procesului de predare – învățare – evaluare a *Inteligenței Artificiale* în contextul unei pedagogii axate pe competențe;
  - asigurarea coerenței dintre *Inteligența Artificială* și celelalte discipline din aria *Tehnologiei*;
  - stabilirea reperelor pentru proiectarea didactică și desfășurarea procesului educațional din perspectiva unei pedagogii axate pe competențe.

În acest context, documentul de față reprezintă:

- o componentă de bază pentru elaborarea strategiei de evaluare la *Inteligența Artificială* și pentru orientarea procesului educațional spre formarea anumitor competențe la elevi;
- componenta fundamentală pentru elaborarea manualelor școlare, a manualelor electronice, a ghidurilor metodologice, a testelor de evaluare.

Curriculumul se adresează cadrelor didactice, autorilor de manuale, evaluatorilor, metodicienilor, altor persoane interesate. Evident, principalul beneficiar al acestui document este elevul.

Curriculumul include următoarele componente: *Preliminarii; Administrarea disciplinei; Repere conceptuale; Competențe specifice disciplinei; Unități de învățare, formate din unități de competențe,*

*unități de conținut, activități și produse de învățare; Repere metodologice de predare - învățare - evaluare; Referințe bibliografice.*

Finalitățile învățării, formulate explicit pentru fiecare modul, urmăresc dezvoltarea graduală a competențelor specifice disciplinei și sunt destinate stabilirii obiectivelor de evaluare finală.

## I. Repere conceptuale

*Definirea disciplinei școlare opționale Inteligența artificială.* Obiectul de studiu al *Inteligenței artificiale* ca domeniu interdisciplinar reprezintă prelucrarea inteligentă a informației cu ajutorul echipamentelor digitale.

Ca disciplină școlară, *Inteligența artificială* contribuie la formarea și dezvoltarea generală a personalității elevului și are drept scop principal dezvoltarea gândirii algoritmice, crearea premiselor pentru integrarea organică a acestuia în societatea informațională modernă și de perspectivă. O astfel de integrare presupune ca viitorul absolvent al învățământului liceal să posede cunoștințe digitale fundamentale și abilități de utilizare instrumentală a mijloacelor oferite de tehnologia informației și a comunicațiilor în sensul prelucrării inteligente a informației, adică de stăpânire a întregului ansamblu de competențe ce formează *cultura informațională contemporană* a persoanei.

*Statutul disciplinei în planul de învățământ.* *Inteligența artificială* este disciplină opțională în aria curriculară *Tehnologii*.

*Valoarea formativă a disciplinei* constă în:

- cunoașterea conceptelor de bază ale inteligenței artificiale, care includ elemente de algoritmizare, de modelare și de programare; elemente de acumulare, de păstrare și de prelucrare inteligentă a informației;
- formarea deprinderilor practice de utilizare a mijloacelor digitale pentru prelucrarea inteligentă a informației;
- înțelegerea impactului tehnologiilor de inteligență artificială asupra societății;

*Principiile specifice predării – învățării disciplinei Inteligența artificială.* Curriculumul liceal la *Inteligența artificială* propune un model de studiu integrat al acestei discipline, care să contribuie la formarea la elevi a unei concepții unitare asupra inteligenței artificiale ca domeniul al științei informației și asupra metodelor de implementare a conceptelor de inteligență artificială pentru dezvoltarea perpetuă a societății contemporane. În acest context, se conturează următoarele principii specifice ale disciplinei *Inteligența artificială*:

*Abordarea integrată a disciplinei* – structurarea conținuturilor într-un model integrat, modular, care are ca scop crearea și dezvoltarea competențelor elevului pentru utilizarea sistemelor informatice inteligente și pentru cultivarea continuă a modului de gândire algoritmică.

*Centrarea activității/demersului didactic pe elev* – acceptarea unui model de învățare activă, centrată pe elev, prin antrenarea în activități individuale sau în grup, care să permită dezvoltarea independenței de acțiune, a originalității, a creativității și a capacității de lucru în echipă, combinând acestea cu individualizarea ritmului de învățare.

*Asigurarea funcționalității sociale a procesului didactic* – dezvoltarea aptitudinilor și a competențelor necesare pentru integrarea organică a elevilor în societatea informațională. Principiul se realizează prin activități practice de studiere și utilizare a programelor de calculator de uz general și de comunicare.

*Asigurarea conexiunii interdisciplinare* – abordarea unui demers didactic strâns corelat cu toate

disciplinele școlare, utilizarea principiilor și metodelor informatice în vederea identificării soluțiilor, a elaborării proiectelor, a prelucrării informațiilor specifice celorlalte discipline școlare, a utilizării resurselor educaționale digitale.

*Orientări generale de predare – învățare a disciplinei Inteligența artificială.* Procesul general de predare – învățare a disciplinei *Inteligența artificială* este elaborat în contextul sistemului de competențe pentru învățământul liceal.

*Competența școlară* este un sistem integrat de cunoștințe, abilități, atitudini și valori dobândite, formate și dezvoltate prin învățare, a căror mobilizare permite identificarea și rezolvarea diferitor probleme în diverse contexte și situații.

**Sistemul de competențe** vizat de *Curriculumul disciplinar la Inteligența artificială* este format din: **Competențe-cheie/transversale**, care constituie o categorie curriculară importantă, cu un grad înalt de abstractizare și generalizare, ce marchează așteptările societății referitoare la parcursul școlar și la performanțele generale, care pot fi obținute de elevi la încheierea școlarizării. Ele reflectă atât tendințele din politicile educaționale naționale, precizate în *Codul Educației* (2014), cât și tendințele politicilor internaționale, stipulate în *Recomandările Comisiei Europene* (2018).

Competențele-cheie/transversale se referă la diferite sfere ale vieții sociale și au un caracter pluri-/inter-/transdisciplinar.

**Competențele specifice disciplinei** derivă din competențele-cheie/transversale. Competențele specifice fiecărei discipline școlare se prezintă în curriculumul disciplinar respectiv și se preconizează a fi atinse până la finele clasei a XII-a. Raportate la *Inteligența artificială*, acestea sunt vizate în cadrul celor unsprezece competențe specifice ale disciplinei *Inteligența artificială*, al unităților de competențe, al unităților de conținut, al activităților de învățare și al produselor școlare recomandate.

Competențele specifice disciplinei necesită o proiectare de lungă durată a disciplinei, pentru tot parcursul claselor liceale. Proiectarea didactică anuală a disciplinei se realizează conform datelor din *Administrarea disciplinei* și ținând cont de *Repartizarea orientativă a orelor pe unități de conținut*.

**Sistemele de unități de competențe** proiectate pentru o unitate de învățare sunt prevăzute integral pentru evaluarea de tip cumulativ la finele respectivei unități de învățare și selectiv – pentru evaluarea formativă pe parcurs. Aceste sisteme determină proiectarea didactică a unităților de învățare și proiectarea didactică de scurtă durată.

Sistemele de unități de competențe sintetizate la finele fiecărei clase sunt prevăzute pentru evaluarea anuală.

**Unitățile de competențe** sunt componente ale competențelor și facilitează formarea competențelor specifice, reprezentând etape în achiziționarea/construirea acestora.

Unitățile de competențe sunt structurate și dezvoltate la fiecare disciplină pentru fiecare dintre clasele a XI-a - a XII-a pe parcursul unei unități de învățare/unui an școlar, fiind prezentate în curriculumul disciplinar respectiv.

**Unitățile de conținut** constituie mijloace informaționale, prin care se urmărește realizarea sistemelor de unități de competențe proiectate pentru unitatea de învățare dată. Respectiv, se vizează formarea competențelor specifice disciplinei, dar și a celor transversale/transdisciplinare.

Unitățile de conținut includ teme și un inventar de termeni specifici disciplinei: cuvinte/sintagme care trebuie să se regăsească în vocabularul activ al elevului la finalizarea respectivei unități de învățare.

**Activitățile de învățare și produsele școlare recomandate** prezintă o listă deschisă de contexte semnificative de manifestare a unităților de competențe proiectate pentru formare/dezvoltare și evaluare în cadrul unității respective de învățare. Cadrul didactic are libertatea și responsabilitatea să valorifice această listă în mod personalizat la nivelul proiectării și realizării lecțiilor, dar și să o completeze în funcție de specificul clasei concrete de elevi, de resursele disponibile etc.

## II. Administrarea disciplinei

Statutul disciplinei	Aria curriculară	Clasa	Modulul	Numărul de unități de conținuturi pe module	Numărul de ore per modul	
					Umanist	Real
Opțională (clasele XI-XII, profilurile real/umanist)	Tehnologii	XI	Modulul 1	5	15	15
			Modulul 2	7	19	19
		XII	Modulul 3	3	17	17
			Modulul 4	5	17	17

Disciplina este organizată pe module obligatorii. Curriculumul este conceput astfel încât elevul să poată alege studierea cursului opțional “Inteligența Artificială” în clasa a XI-a, după ce s-a familiarizat cu elemente din bazele programării studiate în clasa a X-a.

De asemenea, pentru studierea cursului opțional, pot fi create și grupe mixte, ce vor include elevi din diferite nivele și cicluri de învățământ (VII-XII). În astfel de cazuri materiile de studiu, sarcinile și activitățile de învățare, vor fi stabilite în mod individual pentru fiecare grupă de vârstă, iar integrarea activităților de predare-învățare-evaluare se va realiza prin elaborarea de către echipele de elevi de diferite vârste a unor proiecte comune.

### Repartizarea unităților de conținut pe module

Modulul	Unități de conținut	Numărul orientativ de ore		
		Umanist	Real	Extensie
<b>Modulul 1. Noțiuni introductive în Inteligența Artificială</b>				
1	1. Aspecte generale despre Inteligență artificială.	4	4	–
	2. Clasificarea abordărilor în IA.	2	2	–
	3. Sisteme care învață singure.	3	3	–
	4. Concept despre Rețele neuronale artificiale.	3	3	–
	5. Aplicabilitate IA.	1	1	–
	La discreția cadrului didactic	2	2	–
	<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	–
<b>Modulul 2. Inițiere în instrumente de lucru în inteligența artificială</b>				
2	1. Introducere în programarea în Python.	1	1	–
	2. Instrucțiuni. Depanarea codului.	2	2	–
	3. Tipuri de date compuse (structurate).	2	2	–
	4. Funcții.	2	2	–
	5. Bazele programării orientate pe obiect.	4	4	–
	6. Gestionarea modulelor.	2	2	–
	7. Lucrul cu fișiere Tipuri de date compuse (structurate).	3	3	–

	La discreția cadrului didactic	3	3	–
	<b>Total</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	–
<b>Modulul 3. Exploatarea instrumentelor de inteligență artificială</b>				
3	1. Elemente avansate de învățare automată supervizată	4	4	–
	2. Elemente avansate de învățare automată nesupervizată	3	3	–
	3. Elemente avansate de învățare automată aprofundată	7	7	–
	La discreția cadrului didactic	3	3	–
	<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	–
<b>Modulul 4. Subiecte ce necesită atenție în inteligența artificială</b>				
4	1. Date fantastice și explorarea lor.	4	4	–
	2. Aplicabilitatea IA-ului	2	2	–
	3. Aspecte legale a IA.	3	3	–
	4. Corectitudine și prejudecățile modelelor, interpretabilitatea modelelor	3	3	–
	5. Fenomenul fake news și impactul IA.	3	3	–
	La discreția cadrului didactic	2	2	–
	<b>Total</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	–

Ordinea modulelor și a unităților de învățare nu poate fi schimbată așa cum va fi afectată logica științifică sau didactică.

### III. Competențe specifice disciplinei

Învățământul liceal urmărește formarea următoarelor competențe specifice la *Inteligența artificială*:

1. Utilizarea instrumentelor de inteligență artificială cu acțiune digitală în scopul rezolvării de probleme reale, manifestând abordări inovatoare și spirit practic.
2. Interacțiunea cu membrii comunităților virtuale în scopuri de învățare și muncă, manifestând interes pentru învățarea activă, pentru cercetare și colaborare, respectând etica mediilor virtuale.
3. Promovarea în mediile digitale a elaborărilor și a realizărilor personale și ale colectivului în care activează, dovedind ingeniozitate, spirit de echipă și convingere.
4. Elaborarea produselor digitale inteligente cu aplicare la informații textuale, grafice, audio și video, demonstrând creativitate și respect față de valorile culturale naționale și universale.
5. Perceperea științifică a rolului și a impactului fenomenelor cu referire la inteligența artificială din societatea contemporană, manifestând gândire critică și pozitivă în conexarea diferitor domenii de studiu, de activitate și valori umane.
6. Prelucrarea inteligentă a datelor experimentelor din domeniul științelor reale și al celor socio-umane, manifestând gândire critică, claritate și corectitudine.
7. Algoritmizarea metodelor de analiză inteligentă a datelor de sinteză și de soluționare a situațiilor-problemă, demonstrând creativitate și perseverență.

8. Implementarea algoritmilor inteligenți în medii de programare, dând dovadă de concentrare și perspicacitate.
9. Explorarea situațiilor-problemă prin modelare, prin planificare și prin efectuarea experimentelor virtuale în mediile digitale, dovedind spirit analitic, claritate și concizie.
10. Analiza critică și argumentată față de sistemele ce încorporează, sau admit că încorporează Inteligența artificială.
11. Capacitatea de a integra algoritmi clasici și de inteligență artificială pentru automatizarea proceselor cotidiene/

## IV. Unități de învățare

### MODULUL 1. NOȚIUNI INTRODUCTIVE ÎN INTELIGENȚA ARTIFICIALĂ

Unități de competențe	Unități de conținut	Activități și produse de învățare recomandate
<b>1. Aspecte generale despre Inteligență artificială.</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificarea particularităților unui comportament inteligent</li> <li>Descrierea mecanismelor de comportament inteligent.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Concept de inteligență.</li> <li>– Mecanisme de comportament inteligent.</li> <li>– Exemple de aplicații inteligente.</li> </ul>	<p><i>Exerciții de:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>explicarea esenței noțiunii de inteligență;</li> </ul> <p><i>Studii de caz:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Identificarea comportamentului inteligent în viața reală.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Descrierea etapelor testului Turing.</li> <li>Definirea noțiunii de inteligență artificială.</li> <li>Identificarea etapelor în evoluția IA.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Testul Turing.</li> <li>– Definiții Inteligență Artificială (IA).</li> <li>– Evoluția IA.</li> </ul>	<p><i>Exerciții de:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>explicarea esenței testului Turing;</li> </ul>
<b>2. Clasificarea abordărilor în Inteligență artificială.</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificarea tipurilor de abordări în clasificarea aplicațiilor de inteligență artificială.</li> <li>Enumerarea particularităților sistemelor bazate pe cunoștințe.</li> <li>Explicarea esenței inteligenței computaționale.</li> <li>Precizarea particularităților sistemelor bazate pe reguli.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Clasificarea abordărilor în IA.</li> <li>– Sisteme bazate pe cunoștințe.</li> <li>– Inteligența computațională.</li> <li>– Sisteme bazate pe reguli.</li> <li>– Cazuri de utilizare.</li> </ul>	<p><i>Exerciții de:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>clasificare a abordărilor în IA;</li> <li>descriere particularităților sistemelor bazate pe cunoștințe;</li> <li>precizare a caracteristicilor inteligenței computaționale;</li> <li>explicare a esenței sistemelor bazate pe reguli;</li> </ul> <p><i>Studii de caz:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Identificarea sistemelor</li> </ul>



		inteligente din diferite abordări IA.
<b>3. Sisteme care învață singure.</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Precizarea particularităților procesului de învățare.</li> <li>• Identificarea tipurilor de învățare.</li> <li>• Identificarea problemelor care pot fi rezolvate cu ajutorul învățării automate.</li> <li>• Explicarea diferenței de programare tradițională și învățare automată.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Concept de învățarea automată.</li> <li>– Probleme specifice învățării automate: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Regresie</li> <li>- Clasificare</li> <li>- Clusterizare</li> </ul> </li> </ul>	<p><i>Exerciții de:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Precizare a tipurilor de învățare.</li> </ul> <p><i>Studii de caz:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificarea tipurilor probleme de regresie, clasificare și clusterizare.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enumerarea etapelor la învățarea automată.</li> <li>• Aplicarea metricilor în evaluarea calității învățării.</li> <li>• Identificarea tipurilor de probleme caracteristice pentru învățare supervizată, nesupervizată și aprofundată.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Etapele la învățarea automată.</li> <li>– Metrici în evaluarea calității învățării automate <ul style="list-style-type: none"> <li>- Acuratețea</li> <li>- Precizia</li> <li>- Rapelul</li> <li>- Scorul F1</li> </ul> </li> <li>– Învățarea automată supervizată.</li> <li>– Învățarea automată nesupervizată;</li> <li>– Învățarea automată aprofundată.</li> </ul>	<p><i>Exerciții de:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• explicare a esenței procesului de învățare supervizată/nesupervizată/aprofundată.</li> <li>• evaluare a calității învățării.</li> </ul> <p><i>Studii de caz:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificarea tipurilor probleme de învățare supervizată, nesupervizată și aprofundată din viața reală.</li> </ul>
<b>4. Concept despre Rețele neuronale artificiale.</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descrierea modului de funcționare a creierului uman.</li> <li>• Descrierea structurii unui neuron uman.</li> <li>• Explicarea de ce neuronul artificial este un element de calcul.</li> <li>• Clasificarea tipurilor de rețele neuronale artificiale.</li> <li>• Explicarea mecanismului de învățare a rețelei neuronale artificiale.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Modul de funcționare a creierului uman. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Neuron;</li> <li>- Sinapsă;</li> <li>- Conexiuni între neuroni.</li> </ul> </li> <li>– Neuronul artificial – element de calcul.</li> <li>– Tipuri de rețele neuronale artificiale.</li> <li>– Învățarea rețelei neuronale artificiale.</li> </ul>	<p><i>Exerciții de:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• explicare a asemănării unui neuron biologic și a unui neuron artificial.</li> <li>• învățare a rețelei neuronale artificiale.</li> </ul>
<b>5. Aplicabilitate IA.</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Precizarea exemplelor de aplicabilitate IA în prezent.</li> <li>• Enumerarea posibilelor direcții pentru viitor.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Situația prezentă.</li> <li>– Direcții pentru viitor.</li> </ul>	<p><i>Exerciții de:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Descriere a exemplelor de aplicabilitate IA în prezent.</li> <li>• Enumerare a posibilelor direcții pentru viitor.</li> </ul>

La finele Modulului 1 - NOȚIUNI INTRODUCTIVE ÎN INTELIGENȚA ARTIFICIALĂ, elevul poate:

- să identifice particularitățile unui comportament inteligent;
- să definească noțiunea de inteligență artificială;
- să clasifice sistemele de inteligență artificială;
- să identifice problemele care pot fi rezolvate cu ajutorul învățării automate;
- să enumere etapele în învățarea automată;
- să definească metricile în evaluarea calității învățării automate;
- să explice mecanismul de învățare a rețelei neuronale artificiale;
- să enumere posibilele direcții pentru viitorul inteligenței artificiale.

## MODULUL 2. ÎNȚIERE ÎN INSTRUMENTE DE LUCRU ÎN INTELIGENȚA ARTIFICIALĂ

Unități de competențe	Unități de conținut	Activități și produse de învățare recomandate
<b>1. Introducere în programarea în Python</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificarea unităților lexicale ale limbajului Python;</li> <li>• Aplicarea regulilor de formare a identificatorilor, a numerelor, a comentariilor.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Concepte de baza.</li> <li>– Scurt istoric.</li> <li>– Versiunile Python.</li> <li>– Vocabularul, sintaxa în Python</li> <li>– Alfabetul limbajului Python.</li> <li>– Cuvinte cheie.</li> <li>– Identificatori.</li> <li>– Variabile.</li> </ul>	<p><i>Exerciții de:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Afisare a valorilor unor variabile;</li> <li>• Utilizare a unor operatori aritmetici.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clasificarea datelor din program în constante și variabile;</li> <li>• Utilizarea tipurilor identice și a tipurilor compatibile.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Tipuri de date simple</li> <li>– Conceptul de data.</li> <li>– Built-in data types.</li> </ul>	<p><i>Exerciții de:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Manipulare a datelor;</li> <li>• Afisare a diferitor tipuri de date</li> <li>• Citire a datelor de la tastatura.</li> </ul>
<b>2. Instrucțiuni. Depanarea codului.</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborarea programelor în care se utilizează procedurile predefinite de citire/scriere;</li> <li>• Elaborarea programelor în care se utilizează instrucțiunile în studiu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Instrucțiuni</li> <li>– Operators.</li> <li>– Control Flow.</li> <li>– Conditional Statements.</li> <li>– Loops.</li> </ul>	<p><i>Exerciții de:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementare a unei formule;</li> <li>• Formatare a unui text;</li> <li>• Parcurgere a unei liste.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Testarea programelor și analiza rezultatelor.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Depanarea codului</li> <li>– Exceptii.</li> <li>– Exemple de erori.</li> <li>– Try-except, assert, raise.</li> <li>– Unit testing.</li> </ul>	<p><i>Exerciții de:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Corectare a unei secvențe de cod;</li> <li>• Procesare a unei erori.</li> </ul>
<b>3. Tipuri de date compuse (structurate).</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clasificarea datelor din program în tipuri de date simple și compuse;</li> <li>• Prelucrarea datelor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Tipuri de date compuse (structurate)</li> <li>– Dict, set etc.</li> <li>– List comprehensions.</li> </ul>	<p><i>Exerciții de:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Parcurgere a unui dictionar, set;</li> <li>• Afisare a unui dictionar,</li> </ul>

structurate; • Alegerea structurii de date adecvate rezolvării unei probleme.		set, tuplu; • Utilizare a list comprehension.
<b>4. Funcții.</b>		
• Prelucrarea datelor cu ajutorul funcțiilor predefinite și al funcțiilor elaborate de către utilizator; • Organizarea comunicării dintre apelant și funcția apelată; • Utilizarea recursiei pentru rezolvarea problemelor.	– Funcții – Definiție. – Sintaxa. – Parametri. – Lucrul cu funcțiile. – Recursia.	<i>Exerciții de:</i> • Completare a unei funcții; • Completare a parametrilor unei funcții; • Creare a unei funcții.
<b>5. Bazele programării orientate pe obiect</b>		
• Elaborarea programelor în care se utilizează obiecte și clase create de către utilizator; • Identificarea fluxului de date în clase și metode.	– Concepte de baza. – Clasa, metoda, atribut, moștenire. – Sintaxa.	<i>Exerciții de:</i> • Completare a atributelor unei clase; • Creare a unei clase; • Corectare a moștenirii între clase.
<b>6. Gestionarea modulelor</b>		
• Importarea modulelor și a submodulelor; • Utilizarea comenzii pip pentru instalarea modulelor noi.	– Lucrul cu module în Python. – Import statement, from statement. – pip install.	<i>Exerciții de:</i> • Scriere a comenzii pip pentru actualizarea unui modul; • Importare a unui modul necesar într-un program.
<b>7. Lucrul cu fișiere Tipuri de date compuse (structurate).</b>		
• Deschiderea, citirea, editarea și închiderea fișierelor.	– Crearea fișierelor. – Open, close, with. – Regim de citire a fișierelor. – Serializare. – JSON, CSV.	<i>Exerciții de:</i> • Salvare a unor date în fișiere; • Citire a unor date din fișiere.

*La finele Modulului 2 - INIȚIERE ÎN INSTRUMENTE DE LUCRU ÎN INTELIGENȚA ARTIFICIALĂ INSTRUMENTE PENTRU LUCRU ÎN INTELIGENȚA ARTIFICIALĂ, elevul poate:*

- să elaboreze programe Python în care va utiliza instrucțiunile și procedurile predefinite;
- să testeze programele și să analizeze rezultatele obținute;
- să utilizeze datele structurate pentru elaborarea modelelor informatice ale obiectelor, ale sistemelor și ale proceselor frecvent întâlnite în activitatea cotidiană;
- să selecteze tipurile de date structurate în funcție de specificul informațiilor din componența problemelor de soluționat;
- să prelucreze datele cu ajutorul funcțiilor predefinite și ale funcțiilor elaborate de către utilizator organizând comunicarea dintre modulul apelant și funcția apelată;
- să elaboreze programele în care se utilizează obiecte și clase create de către utilizator;
- să identifice fluxurile de date în clase și metode;
- să importe module și submodule utilizând totodată comenzile pip pentru instalarea modulelor noi.

## MODULUL 3. EXPLOATAREA INSTRUMENTELOR DE INTELIGENȚĂ ARTIFICIALĂ

Unități de competențe	Unități de conținut	Activități și produse de învățare recomandate
<b>1. Elemente avansate de învățare automată supervizată</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicarea problemei de clasificare a obiectelor;</li> <li>• Precizarea structurii datelor necesare aplicării algoritmilor de învățare automată supervizată;</li> <li>• Enumerarea etapelor în procesul de învățare automată supervizată;</li> <li>• Aplicarea metricilor la evaluarea algoritmilor de clasificare.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Problema de clasificare și importanța acesteia.</li> <li>– Clasificatorul Naive Bayes.</li> <li>– Clasificatorul cu arbori de decizie.</li> <li>– Clasificatorul Regresie Logistică.</li> <li>– Procesarea datelor pentru probleme de clasificare.</li> <li>– Metrici de evaluare a algoritmilor de clasificare.</li> </ul>	<p><i>Exerciții de:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Detectarea email-urilor spam;</li> <li>• Prezicerea cancerului mamar.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicarea problemei de regresie;</li> <li>• Precizarea structurii datelor necesare aplicării algoritmilor de învățare automată supervizată;</li> <li>• Enumerarea etapelor în procesul de învățare automată supervizată;</li> <li>• Aplicarea metricilor la evaluarea algoritmilor de regresie.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Problema de regresie și importanța acesteia.</li> <li>– Diferența față de clasificare.</li> <li>– Regresie cu arbori de decizie.</li> <li>– Regresie liniară.</li> <li>– Metrici de evaluare a algoritmilor de regresie.</li> <li>– Metode de regularizare.</li> </ul>	<p><i>Exerciții de:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rulare a exemplurilor propuse</li> <li>• Prezicerea prețurilor la chirie.</li> </ul> <p><i>Proiecte:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborarea unei aplicații care va rezolva o problemă de clasificare sau de regresie din viața cotidiană.</li> </ul>
<b>2. Elemente avansate de învățare automată nesupervizată</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicarea problemei de clusterizare;</li> <li>• Precizarea structurii datelor necesare aplicării algoritmilor de învățare automată supervizată;</li> <li>• Enumerarea etapelor în procesul de învățare automată nesupervizată;</li> <li>• Aplicarea metricilor la evaluarea algoritmilor de clusterizare.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Formularea problemei de detectare a anomaliilor.</li> <li>– Descrierea algoritmilor de baza pentru rezolvarea acestor probleme.</li> <li>– Formularea problemei de identificare a grupurilor/clusterilor.</li> </ul>	<p><i>Exerciții de:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rulare a exemplurilor sugerate.</li> <li>• Segmentarea și vizualizarea unui set de imagini.</li> <li>• Reformularea detectării de email-urilor spam ca problemă de detectare a anomaliilor.</li> </ul> <p><i>Proiecte:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborarea unei aplicații care va rezolva o</li> </ul>

		problemă de clusterizare din viața cotidiană.
<b>3. Elemente avansate de învățare automată aprofundată</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicarea deosebirilor dintre rețea neuronală artificială și ceilalți algoritmi IA;</li> <li>• Precizarea problemelor curente în teoria învățării aprofundate;</li> <li>• Identificarea a cazurilor de overfitting și underfitting;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– ce este o rețea neuronală artificială, deosebiri față de alți algoritmi IA</li> <li>– probleme curente în teoria învățării aprofundate</li> <li>– noțiuni și concepte</li> <li>– overfitting și underfitting</li> </ul>	<p><i>Exerciții de:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definiere a conceptelor de bază și explicația lor</li> <li>• Identificare a cazurilor de overfitting și underfitting</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descriere a metodelor de învățării aprofundate supervizate pentru vederea artificială;</li> <li>• Explicare a conceptului de învățare prin transfer</li> <li>• Identificare a algoritmilor în activități cotidiene.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– definirea problemei</li> <li>– aplicabilitatea învățării aprofundate la probleme de imagistică/vedere.</li> <li>– scurt istoric</li> <li>– descrierea algoritmilor și metodelor moderne.</li> <li>– introducere în conceptul de învățare prin transfer pentru vedere artificială.</li> </ul>	<p><i>Exerciții de:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Descriere a metodelor de învățării aprofundate supervizate pentru vederea artificială</li> <li>• Explicare a conceptului de învățare prin transfer</li> <li>• Identificare a algoritmilor în activități cotidiene</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descriere a metodelor de învățării aprofundate supervizate pentru lucru cu limbaj natural;</li> <li>• Identificare a algoritmilor de procesare a limbajului natural în activități cotidiene.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– definirea problemelor în analiza și prelucrarea limbajului natural <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Clasificare</li> <li>○ Recunoașterea emoțiilor</li> <li>○ Extragerea entităților</li> <li>○ Modelarea subiectelor</li> </ul> </li> <li>– aplicabilitatea învățării aprofundate la probleme de procesare a limbajului natural.</li> <li>– scurt istoric</li> <li>– descrierea algoritmilor și metodelor moderne.</li> <li>– introducere în conceptul de învățare prin transfer pentru lucru cu texte.</li> </ul>	<p><i>Exerciții de:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Descriere a metodelor de învățării aprofundate supervizate pentru lucru cu limbaj natural</li> <li>• Identificare a algoritmilor în activități cotidiene.</li> </ul> <p><i>Proiecte:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborarea unei aplicații care va rezolva o problemă pentru vedere artificială sau limbaj natural.</li> </ul>

*La finele Modulului 4 - EXPLOATAREA INSTRUMENTELOR DE INTELIGENȚĂ ARTIFICIALĂ, elevul poate:*

- să explice deosebiri între învățarea automată supervizată, nesupervizată și aprofundată în baza exemplurilor preluate din activități cotidiene;
- să identifice abordarea corectă din cadrul învățării automate pentru rezolvarea unei probleme de inteligență artificială;
- să urmeze corect pașii în rezolvarea problemelor de complexitate medie cu referire la informație vizuală și textuală utilizând inteligența artificială;
- să aplice metricile care evaluează algoritmi de învățare automată.

## MODULUL 4. SUBIECTE CE NECESITĂ ATENȚIE ÎN INTELIGENȚA ARTIFICIALĂ

Unități de competențe	Unități de conținut	Activități și produse de învățare recomandate
<b>1. Date fantastice și explorarea lor.</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Argumentarea necesității structurării datelor.</li> <li>Prelucrarea datelor structurate.</li> <li>Alegerea structurii de date adecvate rezolvării unei probleme.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Matricile și vectori</li> <li>– Noțiuni de algebră liniară</li> <li>– Operații între matrici și vectori</li> <li>– Tablouri multidimensionale</li> <li>– Produs intern și cartezian al matricilor</li> </ul>	<p><i>Exerciții de:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Rularea exemplurilor cu vectori și matrici de la zero și utilizând biblioteca numpy.</li> <li>Implementarea unui algoritm de adunare și înmulțire a vectorilor.</li> <li>Implementarea unui algoritm de adunare și produs intern a matricilor.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Argumentarea necesității analizei datelor.</li> <li>Utilizarea bibliotecilor speciale în analiza datelor.</li> <li>Explicarea esenței noțiunilor de corelație, medie, mediana, abaterea standard.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Analiza și procesarea datelor de intrare. Definiții și pași.</li> <li>– Încărcarea, vizualizarea și normalizarea datelor.</li> <li>– Variabile categorice și continue.</li> <li>– Noțiunea de corelație, medie, mediana, abaterea standard</li> </ul>	<p><i>Exerciții de:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Citire a datelor în format csv.</li> <li>Rularea exemplurilor în biblioteca pandas.</li> <li>Afișare a statisticilor de bază a unui set de date (media, deviația, numărul total de date, etc)</li> <li>Afișare a corelației dintre valorile unui set de date.</li> <li>Tratare a valorilor lipsă și a celor neordinare</li> </ul>
<b>2. Aplicabilitatea IA-ului</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Argumentarea posibilelor direcții pentru dezvoltarea de viitor a IA.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Situația prezentă.</li> <li>– Direcții pentru viitor.</li> <li>– Discuții referitor la potențialul acestei tehnologii.</li> </ul>	<p><i>Proiecte:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Direcții pentru viitorul tehnologiilor de IA.</li> </ul>
<b>3. Aspecte legale a IA.</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Argumentarea limitărilor de utilizare a tehnologiilor de IA.</li> <li>Explicarea importanței protecției datelor cu caracter personal și a calității datelor care se prelucrează cu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Descrierea noțiunii de confidențialitate a datelor.</li> <li>– Probleme în legiferarea tehnologiilor ce utilizează IA</li> <li>– Studiu de caz:</li> </ul>	<p><i>Dezbateri:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Drepturile omului și inteligența artificială.</li> <li>Instrumente de recunoaștere facială aspecte legale.</li> </ul>

mijloace IA.	detectarea facială	
<b>4. Corectitudine și prejudecățile modelelor, interpretabilitatea modelelor</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• - Descrierea metodelor de interpretabilitate a predicțiilor modelelor de IA</li> <li>• - Descrierea metodelor de combatere a prejudecăților infiltrate în seturi de date și modele IA</li> <li>• - Argumentarea importanței problemei de modele cu prejudecăți și eliminării acestora</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Interpretabilitatea algoritmică. Necesitatea acestora.</li> <li>- Importanța de a minimiza prejudecățile modelelor IA.</li> <li>- Originea acestora.</li> </ul>	<p><i>Exerciții de:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rulare a exemplurilor sugerate.</li> <li>• Discuții</li> </ul> <p><i>Proiecte:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Metode metodelor de combatere a prejudecăților la detectare a anomaliilor.</li> <li>• Metode metodelor de combatere a prejudecăților la eliminare a anomaliilor.</li> <li>• Tipuri de interpretabilitate a modelelor.</li> </ul>
<b>5. Fenomenul fake news și impactul IA.</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Argumentarea importanței fenomenului fake news.</li> <li>• Descrierea modalităților de depășire a fenomenului de fake news.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Descrierea succintă a modelelor generative.</li> <li>- Cum acestea pot crea text și imagini realiste, facilitând astfel fenomenul fake news.</li> </ul>	<p><i>Exerciții de:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rulare a exemplurilor sugerate.</li> </ul> <p><i>Proiecte:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Istoria apariției fenomenului de fake news</li> </ul>

*La finele Modulului 4 - SUBIECTE CE NECESITĂ ATENȚIE ÎN INTELIGENȚA ARTIFICIALĂ, elevul poate:*

- să utilizeze datele structurate pentru elaborarea modelelor informatice ale obiectelor, ale sistemelor și ale proceselor frecvent întâlnite în activitatea cotidiană;
- să descrie posibilele direcții pentru dezvoltarea de viitor a domeniului inteligența artificială;
- să argumenteze care ar fi legătura între utilizarea instrumentelor de inteligență artificială și posibile încălcări ale drepturilor omului;
- să argumenteze importanța fenomenului de fake news și descrie posibilitatea de depășire a acestui fenomen.

## V. Repere metodologice de predare – învățare – evaluare

Metodologiile de predare – învățare a *Inteligenței artificiale* se întemeiază pe următoarele principii:

- îmbinarea proceselor de predare – învățare a cunoștințelor teoretice cu activitățile practice la calculator;
- adaptarea cunoștințelor predate la vârsta elevilor și la pre-achizițiile digitale ale acestora;
- interdisciplinaritatea;
- adecvarea metodelor de predare – învățare la specificul instruirii asistate de calculator;
- echilibrarea încărcăturii informaționale și asigurarea continuității între clase prin eșalonarea materialului teoretic în funcție de particularitățile de vârstă ale elevului și în concordanță cu caracteristicile tehnice ale programelor de instruire asistată de calculator, ale programelor de aplicații și ale programelor de sistem ale calculatorului;
- diferențierea și individualizarea predării – învățării;
- formarea capacităților de avansare în însușirea echipamentelor și a produselor- program necunoscute și în aplicarea tehnologiilor informaționale moderne.

Componentele de bază ale tehnologiei didactice pentru predarea – învățarea *Inteligența artificială* sunt:

- utilizarea metodelor active, centrate pe elev, prin valorificarea oportunităților oferite de mijloacele instruirii asistate de calculator;
- combinarea judicioasă a instruirii teoretice cu lucrul individual la calculator;
- antrenarea sistematică în scopul dezvoltării competențelor specifice disciplinei.

Curriculumul liceal la disciplina *Inteligența artificială* servește ca bază pentru proiectarea și organizarea procesului instructiv, ce are drept scop formarea și perfectizarea competențelor specifice ale disciplinei. O astfel de abordare prevede orientarea demersului didactic la *Inteligența artificială* spre formarea capacităților elevilor de a se integra în societatea informațională.

Fiind un ansamblu de capacități, cunoștințe și abilități, competența poate fi realizată doar prin dezvoltarea integrată a aspectelor sale dominante:

- *aspectul cognitiv*, care vizează utilizarea teoriilor și a noțiunilor din *Inteligența artificială*;
- *aspectul funcțional*, care reprezintă capacitățile persoanei de a activa într-un anumit domeniu – profesional, educațional, social –, utilizând mijloacele digitale;
- *aspectul etic*, care vizează valorile personale și sociale. În asimilarea informației comunicate sunt implicate procesele psihice de percepție, de memorare și operațiile de gândire. Prin urmare, pentru elaborarea sarcinilor didactice, se va utiliza, în special, taxonomiile Bloom-Anderson și Bloom-Krathwohl, orientate spre atingerea de către persoana instruită a nivelului intelectual determinat de standarde.

Pentru asimilarea cunoștințelor de către elevi se recomandă utilizarea metodelor: SINELG, interviul, lectura ghidată, exerciții practice la calculator, probleme destinate dezvoltării gândirii algoritmice.

Aspectul de expertiză al competenței are rolul de dezvoltare a capacităților intelectuale și psihomotorii ale elevilor. Pentru dezvoltarea competențelor funcțional- acționare pot fi folosite taxonomiile Dave și Simpson.

Metodele recomandate la disciplina *Inteligența artificială* sunt: expunerea materialului teoretic, lucrul la calculator, individual și/sau sub conducerea cadrului didactic, exercițiul, rezolvarea problemelor, lucrarea practică, lucrarea de laborator, studiile de caz, elaborarea proiectelor individuale și/sau în grup. O atenție deosebită se va acorda elaborării de către elevi a proiectelor cu caracter trans-



și interdisciplinar, asigurându-se astfel implementarea în demersurile didactice a abordărilor STEM și STEAM.

În procesul de formare, de aprofundare și de consolidare a atitudinilor și a valorilor se va utiliza taxonomia lui Krathwohl.

Alegerea instrumentarului informatic necesar pentru implementarea Curriculumului este la libera alegere a instituțiilor de învățământ, a cadrelor didactice și a elevilor. Având drept reper specificul competențelor de format și/sau de performat în domeniul *Inteligența artificială*, se recomandă utilizarea mijloacelor informatice prezentate în tabelul de mai jos.

Unități de conținut	Mijloace informatice recomandate
<b>MODULUL 1. NOȚIUNI INTRODUCATIVE ÎN INTELIGENȚA ARTIFICIALĂ</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>Aspecte generale despre Inteligență artificială.</li> <li>Clasificarea abordărilor în Inteligența artificială.</li> <li>Sisteme care învață singure.</li> </ol>	<p>Exemple de învățare automată  <a href="https://www.tensorflow.org/js/demos/">https://www.tensorflow.org/js/demos/</a>  <a href="https://www.afiniti.com/corporate/rock-paper-scissors">https://www.afiniti.com/corporate/rock-paper-scissors</a>  <a href="https://experiments.withgoogle.com/mystery-animal">https://experiments.withgoogle.com/mystery-animal</a>  <a href="https://emojiscavenger_hunt.withgoogle.com/">https://emojiscavenger_hunt.withgoogle.com/</a></p>
<ol style="list-style-type: none"> <li>Concept despre Rețele neuronale artificiale.</li> <li>Aplicabilitate IA.</li> </ol>	<p>Exemple interactiv care arata cum functioneaza o retea neuronală -  <a href="https://playground.tensorflow.org/">https://playground.tensorflow.org/</a>  <a href="https://transformer.huggingface.co/">https://transformer.huggingface.co/</a></p>
<b>MODULUL 2. INIȚIERE ÎN INSTRUMENTE DE LUCRU ÎN INTELIGENȚA ARTIFICIALĂ</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>Introducere în programarea în Python.</li> <li>Instrucțiuni. Depanarea codului.</li> <li>Tipuri de date compuse (structurate).</li> <li>Funcții.</li> <li>Bazele programării orientate pe obiect.</li> <li>Gestionarea modulelor.</li> <li>Lucrul cu fișiere Tipuri de date compuse (structurate).</li> </ol>	<p><b>Mediu de programare:</b> <i>Google Colaboratory/Colab</i>  <a href="https://colab.research.google.com/">https://colab.research.google.com/</a></p> <p><b>Precondiții de utilizare:</b> Calculator cu conexiune la internet; un browser (recomandat) Google Chrome, (suportat) Mozilla Firefox; Account Gmail.</p>
<b>MODULUL 3. EXPLOATAREA INSTRUMENTELOR DE INTELIGENȚĂ ARTIFICIALĂ</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>Elemente avansate de învățare automată supervizată</li> <li>Elemente avansate de învățare automată nesupervizată</li> <li>Elemente avansate de învățare automată aprofundată</li> </ol>	<p><b>Mediu de programare:</b> local, limbajul Python3, Jupyter Notebooks; biblioteci: PyTorch, Scikit-Learn, Pandas, Numpy, Matplotlib, Requests.</p> <p>Acesta deseori vine cu instrumente pentru învățare automată și aprofundată pre-instalate (scikit-learn, pytorch, tensorflow, pandas, matplotlib, numpy, etc) la fel permite accesul gratuit la plăci grafice pentru perioade limitate.</p> <p><b>Precondiții de utilizare:</b> Calculator cu 4 nuclee, recomandat 4GB RAM, cu conexiune la internet; un browser, ex. Google Chrome sau Mozilla Firefox.</p> <p><b>Important:</b> Exercițiile de învățare aprofundată (deep learning) nu sunt posibile în timp efectiv/rezonabil în acest mediu de programare.</p>

	<p>Colectie de exemple de utilizare a bibliotecii scikit-learn pentru algoritmi de invatare automata clasici - <a href="https://scikit-learn.org/stable/auto_examples/index.html">https://scikit-learn.org/stable/auto_examples/index.html</a>  Tutoriale - <a href="https://pytorch.org/tutorials/">https://pytorch.org/tutorials/</a>  Documentatia bibliotecii PyTorch - <a href="https://pytorch.org/docs/">https://pytorch.org/docs/</a>  Exemple de segmentare semantica, problema de computer vision - <a href="http://mi.eng.cam.ac.uk/projects/segnet/demo.php#demo">http://mi.eng.cam.ac.uk/projects/segnet/demo.php#demo</a>.  Exemple de învățare aprofundată pentru text - <a href="https://transformer.huggingface.co/">https://transformer.huggingface.co/</a>  <a href="https://demo.allennlp.org/">https://demo.allennlp.org/</a>  <a href="https://demo.allennlp.org/next-token-lm?text=Today">https://demo.allennlp.org/next-token-lm?text=Today</a></p>
<b>MODULUL 4. SUBIECTE CE NECESITĂ ATENȚIE ÎN INTELIGENȚA ARTIFICIALĂ</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Date fantastice și explorarea lor.</li> <li>2. Aplicabilitatea IA-ului</li> <li>3. Aspecte legale a IA.</li> <li>4. Corectitudine și prejudecățile modelelor, interpretabilitatea modelelor</li> <li>5. Fenomenul fake news și impactul IA.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Google Colaboratory, <a href="http://colab.research.google.com/">colab.research.google.com/</a> sau alternativ vreun editor text, recomandat Visual Studio Code și Python 3.7.7 sau mai nou</li> <li>2. Bibliotecile pandas, numpy și matplotlib (în colab ele sunt preinstalate pare-mi-se, dar de mentionat in caz ca cineva o sa doreasca sa utilizeze alt mediu de programare)</li> </ol>

Axarea procesului de învățare – predare – evaluare pe competențe generează o structură continuă a evaluării, realizată prin evaluări formative și evaluări sumative (finale).

În baza activităților de evaluare se obține motivarea elevilor și recepționarea unui feedback continuu, care permite: corectarea operativă a procesului de învățare; stimularea autoevaluării și a evaluării reciproce; evidențierea succeselor; implementarea evaluării selective sau individuale.

Un element inovativ al evaluării este posibilitatea de utilizare a resurselor educaționale digitale pentru testările asistate de calculator, atât local, cât și online.

În acest context, valoarea evaluării formative constă în formarea permanentă, continuă la elevi a competențelor reflectate în standardele educaționale.

Sarcinile de evaluare formativă urmează să fie separate pe grade de dificultate, pentru a permite o individualizare a evaluării și o motivare suplimentară a elevilor evaluați. Elaborarea itemilor pentru evaluare va fi realizată în contextul taxonomiilor corespunzătoare.

Metodele folosite pentru evaluarea continuă presupun chestionarea orală sau scrisă, metode interactive: studii de caz, lucrări practice, proiecte, testări interactive asistate de calculator. Activitățile practice vor fi realizate eficient de către elevi în cazul în care aceștia vor fi informați de către profesor referitor la: tematica lucrărilor, modul de evaluare (bareme/ grile/criterii de notare), condițiile de realizare a activității.

Realizarea evaluării continue permite o apreciere obiectivă a cunoștințelor și a competențelor elevilor, precum și a progreselor înregistrate de aceștia.

Evaluarea sumativă se va realiza la sfârșitul fiecărui modul, semestru și an școlar. În calitate de elemente componente ale instrumentelor de evaluare se recomandă utilizarea itemilor de tip problemă pentru rezolvarea, la calculator, a testelor asistate de calculator și a produselor digitale elaborate de către

elev. În final elevii vor avea de prezentat 1 proiect final:

- **Proiectul final** presupune implementarea unei aplicații demo ce utilizează algoritmi de inteligență artificială. Elevii vor primi aleator una din 3 teme, (1) o aplicație de recunoaștere a fețelor, (2) sau un instrument de grupare a pozelor, (3) sau documentelor electronice. Proiectele vor fi evaluate după următoarele criterii:
  - Replicabilitatea proiectului (cât este de simplu de reprodus rezultatele proiectului pe o altă mașină de calcul).
  - Prezența tuturor etapelor de dezvoltare a unui sistem inteligent (colectarea datelor, analiza lor, curățarea datelor, testarea mai multor algoritmi/configurări de algoritm IA, evaluarea sistemului final, prezentarea sistemului final).
  - Prezența și claritatea raportului final, care descrie motivația proiectului, dificultățile intampinate și cum acestea au fost rezolvate. Raportul poate fi inclus în codul sursă sub forma de docstring-uri.

Evaluarea problemelor urmează să fie realizată în mod automat pe platforma elaborată în cadrul proiectului TwentyTu, iar punctajele acumulate – adăugate la punctajul total al elevului – absolvent al cursului.

## VI. Bibliografie

### A. Metodică

1. *Cadrul de referință al Curriculumului Național*. Aprobata prin ordinul Ministerului Educației, Culturii și Cercetării al Republicii Moldova nr. 432 din 29 mai 2017.
2. *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European economic and social committee and the Committee of the regions on The Digital Education Action Plan*. Brussels, 17.1.2018. COM (2018) 22 final.
3. *Curriculumul de bază. Sistem de competențe pentru învățământul general*. Aprobata la ședința Consiliului National pentru Curriculum din cadrul Ministerului Educației, Culturii și Cercetării al Republicii Moldova, proces-verbal nr. 1939 din 28 decembrie 2018.
4. *Curriculumul actualizat la disciplina școlară „Informatica”, învățământ gimnazial*. Aprobata prin ordinul Ministerului Educației nr. 936 din 28 august 2014 cu statut de document destinat desfășurării experimentului pedagogic.
5. *Evaluarea Curriculumului Educațional. Aria curriculară: Matematică și științe (studii curriculare)*. Ion Achiri, Nina Bîrnaz, Victor Ciuvaga [et. al.]; coord.: Vladimir Guțu. Universitatea de Stat din Moldova, UNICEF Moldova. – Chișinău: CEP USM, 2018.
6. *Informatics Education in Europe: Are We All In The Same Boat?* ACM. ISBN: #978- 1-4503-5361-8.
7. *Standarde de competențe digitale ale elevilor din ciclul primar, gimnazial și liceal*. Aprobate prin ordinul Ministerului Educației nr. 862 din 7 septembrie 2015.
8. Gremalschi Anatol, Prisăcaru Angela. *Formarea și dezvoltarea culturii informaționale și a gândirii algoritmice în învățământul general*. Didactica Pro, nr. 4-5 (110-111), 2018.
9. Gremalschi Anatol, Prisăcaru Angela. *Modernizarea curriculumului liceal la Informatică*, Acta et commentationes. Științe ale Educației, nr. 2 (9), 2016.
10. Lupu Ilie, Gremalschi Anatol, Prisăcaru Angela. *Dezvoltarea curriculară în informatică*, Acta et commentationes. Științe ale Educației, nr. 1(12), 2018.
11. Sue Sentance, Erik Barendsen, Carsten Schulte. *Computer Science Education: Perspectives on Teaching and Learning in School*. Bloomsbury Academic, 2018.
12. *Artificial Intelligence Curriculum*, Class 9 Facilitator, Curated with support from Intel. Accesat 14.06.2020. Disponibil pe:  
[http://cbseacademic.nic.in/web\\_material/Curriculum20/AI\\_Curriculum\\_Handbook.pdf](http://cbseacademic.nic.in/web_material/Curriculum20/AI_Curriculum_Handbook.pdf)
13. *Introduction to AI by Intel*. AI Developer Program. Accesat 14.06.2020. Disponibil pe:  
<https://software.intel.com/content/www/us/en/develop/training/course-artificial-intelligence.html>

### B. De specialitate obligatorie

14. Eric Matthes *Python crash course: a hands-on, project-based introduction to programming*. 2nd edition. San Francisco: No Starch Press. 2019. 560 p.
15. Andreas C. Müller, Sarah Guido *Introduction to Machine Learning with Python: A Guide for Data Scientists 1st Edition*. O'Reilly Media. 2017. 392 p.
16. Саммерфилд, М. *Программирование на Python 3: Подробное руководство*. Москва: Символ-Плюс. 2016. 608 с.
17. Эндрю Траск Грохаем *глубокое обучение*. СПб.: Питер, 2019. 352 с.

### C. De specialitate suplimentară

18. Джоэл Грае *Наука о данных с нуля*: Пер. с англ. -СПб.: БХВ-Петербург. 2017. 336 с.
19. Плас Дж. Вандер *Python для сложных задач: наука о данных и машинное обучение*. — СПб.: Питер, 2018. 576 с.

20. Жерон, Орельен. *Прикладное машинное обучение с помощью Scikit-Learn и TensorFlow: концепции, инструменты и техники для создания интеллектуальных систем*. Пер. с англ. - СПб.: ООО "Альфа-книга". 2018. 688 с.

#### **D. Resurse internet**

21. Agenția pentru Drepturi Fundamentale a Uniunii Europene. Despre Inteligența Artificială și BigData. Accesat 14.06.2020. Disponibil pe:  
<https://fra.europa.eu/en/themes/artificial-intelligence-and-big-data>
22. Laura Dioșan. Cursul de Inteligență Artificială. Universitatea Babeș-Bolyai Cluj-Napoca. Facultatea de Matematică și Informatică. Accesat 14.06.2020. Disponibil pe: <http://www.cs.ubbcluj.ro/~lauras/>