UNIVERSITATEA DE STAT DIN MOLDOVA

# SESIUNEA NAŢIONALĂ DE COMUNICĂRI ŞTIINŢIFICE STUDENŢEŞTI

**Ediţia a XXIX-a**

**24 martie - 10 aprilie 2025**

**Volumul I**

## ŞTIINŢE ALE NATURII ŞI EXACTE
## ŞTIINŢE ECONOMICE

Chișinău, 2025

**CZU 082=135.1=111=161.1**
**S 50**

# SESIUNEA NAŢIONALĂ DE COMUNICĂRI ŞTIINŢIFICE STUDENŢEŞTI

## Ediţia a XXIX-a

## 24 martie - 10 aprilie 2025

## Despre eveniment

*Ediţia a XXIX-a a Sesiunii naţionale de comunicări ştiinţifice studenţeşti a fost organizată în trei etape. Primele două etape s-au desfăşurat în perioada 24 martie - 4 aprilie 2025, iar etapa finală – pe data de 10 aprilie 2025. Evenimentul a fost organizat pe 35 de ateliere de lucru, în cadrul cărora şi-au prezentat comunicările ştiinţifice 450 de studenţi şi masteranzi.*
*În etapa finală a sesiunii au fost antrenaţi 14 câştigători, reprezentanţi ai tuturor facultăţilor din cadrul Universităţii de Stat din Moldova.*

Culegerea înglobează rezumatele comunicărilor studenților participanți cât și câștigători ai Sesiunii naționale de comunicări științifice studențești, Ediția a XXIX-a. Responsabilitatea asupra conținutului textelor aparține în exclusivitate autorilor și îndrumătorilor acestora.

**DESCRIEREA CIP A CAMEREI NAŢIONALE A CĂRŢII DIN REPUBLICA MOLDOVA**

**Sesiunea naţională de comunicări ştiinţifice studenţeşti, Ediţia a 29-a, 24 martie - 10 aprilie 2025** / comitetul științific: Igor Șarov [et al.]. – Chişinău: Editura USM, 2025 – . – ISBN 978-9975-62-941-6.

Cerinţe de sistem: PDF Reader.

Vol. 1: Ştiinţe ale naturii şi exacte. Ştiinţe economice. – 2025. – 101 p.: fig., tab. – Antetit.: Universitatea de Stat din Moldova. – Texte: lb. rom., engl., rusă. – Referinţe bibliogr. la sfârşitul art. – ISBN 978-9975-62-942-3 (PDF).

082=135.1=111=161.1
S 50

**ISBN 978-9975-62-942-3 (PDF)**

© Universitatea de Stat din Moldova, 2025

## Comitetul științific:

| | |
|---|---|
| *Igor ȘAROV,* dr., prof.univ. | Rector |
| *Georgeta STEPANOV,* dr.hab., prof. univ. | Prorector pentru activitate ştiinţifică |
| *Veronica PRISACARU,* dr., conf.univ. | Șef Departament Cercetare și Inovare |
| *Viorel DORGAN,* dr.hab., prof.univ. | Director Institutul de Educație Fizică și Sport |
| *Gheorghe BRANIȘTE,* dr., conf.univ. | Director adjunct Institutul Educație Fizică și Sport |
| *Liliana DMITROGLO,* dr., conf.univ. | Decan Facultatea Fizică și Inginerie |
| *Vitalie SOCHIRCĂ,* dr., conf.univ. | Decan Facultatea Biologie și Pedologie |
| *Viorica GLADCHI,* dr., prof.univ. | Decan Facultatea Chimie şi Tehnologie Chimică |
| *Angela NICULIȚĂ,* dr., conf.univ. | Decan Facultatea Matematică și Informatică |
| *Sergiu BĂIEȘU,* dr., prof.univ. | Decan Facultatea Drept |
| *Igor BERCU,* dr., lect.univ. | Decan Facultatea Istorie şi Filosofie |
| *Victoria BULICANU,* dr., conf.univ. | Decan Facultatea Jurnalism şi Ştiinţe ale Comunicării |
| *Ludmila USATÂI,* dr., conf.univ. | Decan Facultatea Litere |
| *Maia ȘEVCIUC,* dr., prof.univ. | Decan Facultatea Psihologie şi Ştiinţe ale Educaţiei, Sociologie şi Asistenţă Socială |
| *Alexandru SOLCAN,* dr., conf.univ. | Decan Facultatea Relaţii Internaţionale, Ştiinţe Politice şi Administrative |
| *Maria HĂMURARU,* dr., conf.univ. | Decan Facultatea Ştiinţe Economice |
| *Mariana GÎDEI,* dr., lect.univ. | Decan Facultatea Educație Fizică și Sport |
| *Serghei RACU,* dr., conf.univ. | Decan Facultatea Kinetoterapie |
| *Andrei NASTAS,* dr., conf.univ. | Decan Facultatea Științe ale Securității |

## Membrii cu atribuții de coordonare generală a evenimentului științific:

| | |
|---|---|
| Carolina ȚURCANU, dr., conf.cerc. | Șef Secție Promovare și Protecția Rezultatelor Științifice, Departamentul Cercetare și Inovare, Universitatea de Stat din Moldova |
| Marianna SAVVA, dr. | Specialist principal, Secția Promovare și Protecția Rezultatelor Științifice, Departamentul Cercetare și Inovare, Universitatea de Stat din Moldova |
| Liliana BUDEVICI- PUIU, dr.hab., conf.univ. | Șef Centrul de Cercetare în Educație Fizică și Sport, Institutul de Educație Fizică și Sport |
| Ghenadie SÎRBU, dr. | Director Editura Universității de Stat din Moldova |
| Liliana DOGOTER | Director Biblioteca centrală a Universității de Stat din Moldova |
| Alexandru MIHALACHI | Președinte ASUSM, Universitatea de Stat din Moldova |

**Membrii cu atribuții de coordonare pe facultăți a evenimentului științific:**

| | |
|---|---|
| Anna MOLDOVAN, dr., lect.univ. | Facultatea Biologie și Geoștiințe |
| Patricia MORARU, anul I, master | Facultatea Biologie și Geoștiințe |
| Ecaterina LUPU, anul I, licență | Facultatea Biologie și Geoștiințe |
| Nelea POPA, dr., lect.univ. | Facultatea Chimie și Tehnologie Chimică |
| Andrei CIURSIN, anul II, master | Facultatea Chimie și Tehnologie Chimică |
| Larisa MOCANU, dr., cerc.șt.sup. | Facultatea Chimie și Tehnologie Chimică |
| Ciprian COJOCARU, anul I, master | Facultatea Chimie și Tehnologie Chimică |
| Alisa CURLICOVSCHI, asist.univ. | Facultatea Fizică și Inginerie |
| Ludmila LECA, anul I, licență | Facultatea Fizică și Inginerie |
| Alina RUSU, reprezentant ASUSM | Facultatea Fizică și Inginerie |
| NOVAC Ludmila, dr., conf.univ. | Facultatea Matematică și Informatică |
| Alexandru BEJENARU, lect.univ. | Facultatea Istorie și Filosofie |
| Diana MOCANU, anul II, licență, președinte ASUSM | Facultatea Istorie și Filosofie |
| Angela POPA, lect.univ. | Facultatea Istorie și Filosofie |
| Maxim TUCHILUȘ, anul III, licență | Facultatea Istorie și Filosofie |
| Laura MÎRZAC, dr., conf.univ. | Facultatea Litere |
| Mădălina SAMOIL, anul I, licență | Facultatea Litere |
| Ionela GAIBU, reprezentant ASUSM | Facultatea Litere |
| Daniela PASCARU, dr., conf.univ. | Facultatea Litere |
| Victoria FONARI, dr., conf.univ. | Facultatea Litere |
| Inga CERNAT, asist. univ., prodecan | Facultatea Jurnalism și Științe ale Comunicării |
| Gabriela STRATU, anul II, master | Facultatea Jurnalism și Științe ale Comunicării |
| Anastasia RUSU, anul I, licență, reprezentantă ASUSM | Facultatea Jurnalism și Științe ale Comunicării |
| Tatiana MIHAILOV, dr., lect.univ., prodecan | Facultatea Drept |
| Cristian LUCA, anul IV, licență, președinte ASD | Facultatea Drept |
| Svetlana GHERJAVCA, dr., lect.univ. | Facultatea Științe Economice |
| Vasile BALAN, anul I, licență, membru ASUSM | Facultatea Științe Economice |
| Viorica ȘAITAN, dr., lect.univ. | Facultatea Psihologie și Științe ale Educației, Sociologie și Asistență Socială |
| Olga BONDARENCO, dr., lect.univ. | Facultatea Psihologie și Științe ale Educației, Sociologie și Asistență Socială |
| Nadejda BUTNARI, dr., lect.univ. | Facultatea Psihologie și Științe ale Educației, Sociologie și Asistență Socială |

| | |
|---|---|
| Larisa ELINEȚCHI, asist.univ. | Facultatea Psihologie și Științe ale Educației, Sociologie și Asistență Socială |
| Bianca MANOLII, anul III, licență | Facultatea Psihologie și Științe ale Educației, Sociologie și Asistență Socială |
| Olga DODAN, anul I, master | Facultatea Psihologie și Științe ale Educației, Sociologie și Asistență Socială |
| Tatiana CANTARJI, anul II, licență | Facultatea Psihologie și Științe ale Educației, Sociologie și Asistență Socială |
| Cristina MORARI, dr., lect.univ. | Facultatea Relații Internaționale, Științe Politice și Administrative |
| Carolina MACOVEȚCHI, dr., lect.univ. | Facultatea Relații Internaționale, Științe Politice și Administrative |
| Anatolie BREDINSCHI, asist.univ. | Facultatea Științe ale Securității |
| Irina DANILA, anul I, licență | Facultatea Științe ale Securității |
| Victoria LEȘCO, dr. | Facultatea Educație Fizică și Sport |
| Nicoleta STOLEAR, anul I, licență | Facultatea Educație Fizică și Sport |
| Aurica ZAVALIȘCA, dr., conf.univ. | Facultatea Kinetoterapie |
| Dan CALUGHER, anul I, licență | Facultatea Kinetoterapie |

# CUPRINS


## Atelierul Biologie și Geoștiințe

*Dorin TRAISTA*
STAREA ECOLOGICĂ A APELOR DIN RAIONUL BRICENI ..... 9

*Татьяна УЗУН*
ТРАНСФОРМАЦИИ В ПАТОЦЕНОЗЕ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА PRUNUS НА ТЕРРИТОРИИ Р. МОЛДОВА..... 11

*Анна ЧЕРУШНИКОВА*
ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА ПОДЗЕМНЫХ ВОД РЕСПУБЛИКИ МОЛДОВЫ КАК ИСТОЧНИКА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ..... 14

*Liubovi CORNEA*
EVALUAREA SOLURILOR DIN ARIILE PROTEJATE A REZERVAȚIEI „CODRI”..... 18

## Atelierul Chimie

*Andrei CIURSIN*
SINTEZA ȘI CARACTERIZAREA COMPUȘILOR COORDINATIVI AI Cu(II) ȘI Bi(III) CU SELENOSEMICARBAZONELE 2-FORMIL- ȘI 2-ACETILPIRIDINEI CU SUBSTITUENȚI ÎN POZIȚIA PATRU..... 21

*Adrian TOPALĂ*
STUDIUL HPLC AL CONȚINUTULUI DE ACID ROZMARINIC ÎN PLANTELE DIN FAMILIA *LAMIACEAE*..... 25

*Anastasia MARDARI*
COMBINAȚII COORDINATIVE ALE CU(II) ȘI BI(III) CU $^{4}$N-ALILSELENOSEMICARBAZONA 2-FORMILPIRIDINEI ..... 28

## Atelierul Chimie industrială și ecologică

*Victoria COCERVEI*
VALORIFICAREA DEȘEURILOR TEXTILE CU OBȚINEREA PRODUSELOR NOI..... 30

*Cristina ȘEPELENCO*
RECEPTURA DE UNGUENT CU POTENȚIALE PROPRIETĂȚI ANTIACNEICE ..... 33

*Valeria PANAINTE*
OBȚINEREA ȘI CARACTERIZAREA EXTRACTULUI DE ALOE VERA CA POTENȚIAL INGREDIENT ÎN PRODUSELE COSMETICE..... 36

## Atelierul Fizică și Inginerie

*Denis DONCILĂ*
APLICAREA INTELIGENȚEI ARTIFICIALE ÎN STUDIUL FENOMENELOR COSMICE ..... 39

*Alexandr CUDREAȘOV*
ATOMI CU DOUĂ NIVELURI ÎNTR-UN CÂMP LASER INTENS ..... 42

*Дмитрий АРАБАДЖИ*
СОЗДАНИЕ ОПТИМАЛЬНО МИНИМАЛИСТИЧНОГО ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ЛИЧНЫХ ФИНАНСОВ ..... 45

*Oxana ROSTOVȚEV*
MODULATOR CU STABILIZARE PID ..... 48

*Simona NICOLAU*
AUTOMATIZAREA PROCESELOR DE DEZVOLTARE WEB PRIN INTELIGENȚĂ ARTIFICIALĂ ..... 51

*Dionisie ZAHARIA*
PROVOCĂRI ȘI SOLUȚII ÎN INTEGRAREA INTELIGENȚEI ARTIFICIALE ÎN SISTEMELE DE SECURITATE CIBERNETICĂ ..... 53

*Vasile GRAMOVICI*
CREȘTEREA CRISTALELOR PROFILATE ..... 56

*Anna BODRUG*
IMPACTUL TI ASUPRA EFICIENȚEI ȘI PRECIZIEI PROCEDURILOR DENTARE ..... 58

*Adrian, SCAFARU*
GIROSCOPUL ..... 61

*Даниил УСЕНКО, Максим ХИЦЮК*
МОМЕНТ ИНЕРЦИИ ТВЁРДОГО ТЕЛА: МЕТОД КРУТИЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ ..... 64

## Atelierul Matematică și Informatică

*Daniel PETROV*
SISTEM DE DETECTARE A ANOMALIILOR METEOROLOGICE ÎN BAZA IA ..... 67

*Cristian CEMÎRTAN*
AUTOMATIZAREA REGISTRULUI DE EVIDENȚĂ ..... 71

*Ion TICAN*
METODE ȘI PRACTICI ÎN TESTAREA LA PENETRARE ÎN KALI LINUX: ABORDĂRI ȘI STUDII DE CAZ ..... 74

*Dmitri KYSSA*
USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE TO MODEL NON-PLAYER CHARACTER BEHAVIOR IN GAMES ..... 78

*Alexei ONEA*
CREAREA WEBSITE-URILOR CU FIGMA: INTEGRAREA PRINCIPIILOR FUNDAMENTALE DE UI/UX DESIGN ..... 81

*Andrei SPÎNU*
DEZVOLTAREA UNEI PLATFORME DE CĂUTARE A LOCURILOR DE MUNCĂ ..... 83

*Никита САВКА*
ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ WEB3, БЛОКЧЕЙНА И ДЕЦЕНТРАЛИЗАЦИИ ..... 85

*Tatiana IVANENCO*
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ В МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЯХ ..... 88

*Елизавета ТРЕТЬЯКОВА*
ЭМОЦИОНАЛЬНОЕ ВОВЛЕЧЕНИЕ ЧЕРЕЗ ИГРОВОЙ ДИЗАЙН И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ПОВЕДЕНИЕ ИГРОКА ..... 91

*Виктория ТРЕБИШ*
МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОЦЕНКА РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫХ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ ПЕРСОНАЛИЗАЦИИ КОНТЕНТА ..... 93

*Сурков НИКИТА, Илья ЦУРЦУРИКА, Иван МЕЛЬНИК*
ВЕБСАЙТ ДЛЯ ДЕПАРАМЕНТА ИНФОРМАТИКИ ..... 96

*Глеб КОЧУРОВ*
ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ РАЗРАБОТКИ 3D-ШУТЕРОВ В UNITY. СОЗДАНИЕ ИГРЫ ..... 99

# STAREA ECOLOGICĂ A APELOR DIN RAIONUL BRICENI

***Dorin TRAISTA*,**
*student anul III,*
*Facultatea Biologie și Geoștiințe, Universitatea de Stat din Moldova*

**CZU: 574.5(478)**
E-mail: traistadorin50@gmail.com

Viabilitatea populației raionului Briceni, dezvoltarea economică durabilă și sănătatea publică sunt influențate direct de cantitatea și calitatea resurselor de apă. Studiul de față evaluează starea ecologică a apelor din raionul Briceni, localitatea de proveniență a autorului. Scopul cercetării constă în evaluarea stării ecologice a apelor din raionul Briceni.

Pentru realizarea acestui obiectiv au fost stabilite următoarele sarcini:

- Estimarea resurselor de apă existente în raionul Briceni;
- Identificarea surselor de poluare și evaluarea impactului acestora asupra calității apelor;
- Determinarea stării ecologice a corpurilor de apă și aprecierea potențialului de protecție;
- Elaborarea unor recomandări pentru managementul durabil al resurselor de apă.

În cadrul cercetării au fost utilizate metode de analiză și sinteză, observația directă, documentarea fotografică, excursii de teren și tehnici specifice de determinare a calității ecologice a apelor. Pentru analiza fizico-chimică s-au prelevat probe de apă conform metodelor standard utilizate în hidrochimie. Prelucrarea statistică a datelor experimentale s-a realizat prin metode standardizate [2].

Pe teritoriul raionului Briceni curg 9 râuri și râulețe cu o lungime totală de 211,87 km, dintre care 145,97 km în extravilan și 65,9 km în intravilan. Pentru studiu au fost selectate trei râuri: Vilia (la intrarea în s. Tețcani), Lopatnic (între satele Tabani și Caracușenii Vechi) și Larga (la intrarea în s. Șirăuți). Probe de apă au fost recoltate din stratul superficial (15–20 cm). Rezultatele analizelor au arătat depășiri ale valorilor maxime admisibile (CMA) pentru mai mulți indicatori, în special în râul Larga: sulfați ($SO_4^{2-}$) – 1,89 ori peste CMA, potasiu ($K^+$) – 2,51 ori, nitrați ($NO_3^-$) – 2,74 ori, reziduu uscat – 1,51 ori, duritate – 2,04 ori, $CBO_5$ – 2,62 ori. Râul Vilia a înregistrat cele mai mari depășiri pentru $Ca^{2+}$ (2,74 ori) și $Mg^{2+}$ (3,56 ori). Dintre cele trei râuri, cel mai curat este râul Lopatnic. În raionul Briceni există 227 de bazine acvatice, dintre care 14 sunt în proprietate privată. Din cele 213 bazine administrate de primării, 115 sunt date

în arendă, iar doar 16 dispun de autorizație de folosință specială a apei. Aproximativ 85 dintre aceste bazine sunt înnămolite, iar 21 sunt secate și 7 semisecate, necesitând intervenții urgente. În ceea ce privește apele subterane, raionul dispune de 111 sonde arteziene, însă 54 dintre acestea nu sunt exploatate. Doar 4 sonde dețin autorizație de folosință specială. Din cele 15.083 fântâni de mină existente, în anul 2024 au fost curățate și dezinfectate 7829. Totodată, sunt prezente 56 izvoare, dintre care doar 30 sunt amenajate. Analizele au evidențiat poluarea apelor din unele izvoare cu nitrați și amoniac, în special în satele Coteala, Medveja și Larga.

În luna ianuarie 2025 au fost prelevate probe din 10 fântâni din 5 localități (Briceni, Grimăncăuți, Colicăuți, Cotiujeni, Tabani), majoritatea utilizate ca sursă de apă potabilă. Rezultatele indică faptul că 56% din fântânile analizate prezintă concentrații de nitrați ce depășesc CMA de 3–9 ori. De asemenea, 52% din probele analizate au indicat o mineralizare crescută și duritate totală peste limita admisă. Poluarea cu cloruri este mai redusă, însă prezentă. Cele mai neconforme localități sunt Cotiujeni și Briceni, în timp ce în Tabani doar 4 fântâni din 10 respectă normele de calitate pentru apă potabilă [1].

Apele uzate neepurate reprezintă o sursă majoră de poluare în raion. Cele mai multe localități rurale evacuează direct în râuri sau pe sol. Din cele trei stații de epurare existente, funcționează doar două, dintre care una (Î.M. „Comprod-Lipcani") este ineficientă. O stație modernă a fost inaugurată în 2022 în orașul Briceni, contribuind parțial la remedierea situației.

Raionul Briceni dispune de resurse importante de apă de suprafață și subterană, însă calitatea acestora este adesea nesatisfăcătoare. Aproximativ jumătate din resursele descentralizate de apă potabilă nu corespund normelor sanitare în vigoare. Poluarea este cauzată în principal de lipsa infrastructurii adecvate de epurare, depozitarea necontrolată a deșeurilor și utilizarea agricolă necorespunzătoare.

Pentru îmbunătățirea situației, se recomandă:

- Construirea și modernizarea stațiilor de epurare;
- Implementarea tehnologiilor moderne cu emisii reduse;
- Educația ecologică a fermierilor și populației;
- Eliminarea gunoiștilor neautorizate;
- Controlul strict al calității apei potabile și a surselor de poluare.

**Referințe:**


1. Regulamentul Sanitar privind Supravegherea și Monitorizarea Calității Apei Potabile. HG nr. **651/2023** din 06-09-2023.

*Cărți și publicații monografice:*

2. Sandu M., Lozan R., Ropot V. Metode şi instrucţiuni pentru controlul calităţii apelor. Chişinău: Ştiinţa, 1992. 168 p.


*Recomandat*
***Tatiana DUDNICENCO**, dr., conf.univ.*

# ТРАНСФОРМАЦИИ В ПАТОЦЕНОЗЕ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *PRUNUS* НА ТЕРРИТОРИИ Р. МОЛДОВА

***Татьяна УЗУН*,**
*студентка III курса, Факультет Биологии и Геонаук, ГУМ*

**CZU: 632.4:634.22(478)** E-mail: al.olteanu7320@gmail.com

Слива домашняя представляет собой плодовое растение из семейства *Rosaceae*, культивирование которого вывело Республику Молдова в пятёрку крупнейших экспортёров свежих и сушёных плодов на европейском рынке. По прогнозам ассоциации Moldova-Fruct к 2027 году площадь, занимаемая этой культурой, увеличится до 39,3 тысяч га, увеличив продуктивность до 389 тысяч тон [1, стр.9]. Однако, наблюдаемые стремительные изменения климатических условий и деградация экосистем, в т.ч. агроэкосистем, влекут за собой новые потенциальные угрозы долгосрочному устойчивому сельскому хозяйству, в связи с чем появляется необходимость дополнительного мониторинга изменений динамики в патоценозах сливовых садов для своевременного выявления мер по улучшению фитосанитарных показателей плодов.

В рамках данной работы было проведено молекулярно-генетическое исследование на основе стандартной и вложенной ПЦР над восемью генотипами слив, из которых 5 было выращено и собрано в лизиметре IGFPP: President, Superpresident, Stanley, Angelina, Удлинённая; 2 генотипа были приобретены посредством коммерческого агента: Stanley-C, Angelina-C (C-commercial), также 1 генотип был собран в естественной среде произрастания и представляет из себя не окультуренный вид сливы: *Prunus domestica*.

Сбор плодов, из которых в последствии проводилась экстракция ДНК, осуществлялся в конце сезона созревания 2024-го года, охарактеризовавшимся нетипичными для территории Р. Молдова залповыми ливнями, при которых наблюдалось выпадение 178 мм осадков, что составляет 364% от нормы, фактический средний температурный показатель при этом составлял 19.7$^0$C. Сложившие погодные условия разительно контрастируют с летним сезоном, во время которого происходит фаза интенсивного роста плодов и наблюдается большая уязвимость к инфицированию патогенами. Максимальная температура воздуха в течение сезона на большей части территории повышалась до +39,5/+40,9$^0$C, в свою очередь число дней с максимальной температурой воздуха +30$^0$C и выше за летний сезон составило по территории 41-72 дня, что на большей части территории отмечалось впервые за весь период наблюдений. Количество выпавших осадков на 60% территории не превысило 70-150 мм (40-75% нормы) [3]. Также в летний сезон отмечался повышенный УФ индекс

равный 8, что является очень высоким показателем по шкале ультрафиолетового излучения.

Для исследования влияния аномальных температур и последующих обильных осадков на микопатосистемы плодов были использованы праймеры, созданные на основе неспецифичных участков последовательностей геномов основных патогенов слив грибковой природы: *Monilinia spp*., *Gloeosporium spp*., вызывающих качественную порчу урожая, приводя к гнилостным поражениям плодов; а также *Penicillium spp*., *Aspergillus spp*., являющихся продуцентами микотоксинов. Анализ, нацеленный на идентификацию патогенов, проводился после сбора плодов, а также на разных периодах хранения спустя 2 недели и месяц после заложения на хранение в холодильной камере при температуре в $4^0$C в условиях контролируемой влажности.

Проведение ПЦР осуществлялось в двух раундах с тремя повторностями для каждого генотипа, в 25 мкл реакционной смеси, содержащей Dream Taq buffer (66 мМ Tris-HCl (pH 8,4), 16 мМ (NH4)2SO4, 2,5 мМ MgCl2, 0,1% Tween 20, 7% глицерина, 100 мкг/мл BSA, 0,2 мМ каждого dNTP), 1,25 ед. Taq ДНК-полимеразы (Thermo Fisher Scientific), 5 пМ каждого праймера и 10 нг ДНК. Продукты амплификации разделялись в 1,5% агарозном геле при напряжении 6 В/см в буфере для миграции 1xTBE (pH 8,0) с добавлением бромистого этидия, визуализировали в УФ-свете (302 нм).

Результаты анализа после сбора плодов и второй недели хранения продемонстрировали отсутствие целевых последовательностей для *Penicillium spp., Aspergillus spp, Gloeosporium spp. Monilinia spp*. была обнаружена после сбора в пробах генотипов President, Stanley, Angelina, Удлинённая, Angelina-C, в следствии чего были подобраны видоспецифичные праймеры для идентификации *M. laxa, M. fructigena, M. polystroma, M. fructicola*. По истечению третьей недели хранения целевые последовательности продуцентов афлатоксинов и охратоксинов были выявлены в пробах с генотипами President, Superpresident, Angelina-C, P. Domestica. Для видовой идентификации были подобраны пары праймеров специфичных для *P. chrysogenum, P. expansum. A. flavus, A. parasiticus*. Суммарно результаты молекулярного анализа ДНК плодов слив с использованием упомянутых выше праймеров представлены в таблице 1.

**Таблица 1. Патогенный состав плодов сливы различных сроков хранения**

| **Генотип / Патоген** | **Presi-dent** | | | **Super-presi-dent** | | | **Stanley** | | | **Angeli-na** | | | **Удлинённая** | | | **Stanley-C** | | | **Angeli-na-C** | | | ***P. domes-tica*** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **1** | **2** | **3** | **1** | **2** | **3** | **1** | **2** | **3** | **1** | **2** | **3** | **1** | **2** | **3** | **1** | **2** | **3** | **1** | **2** | **3** | **1** | **2** | **3** |
| ***M. laxa*** | + | + | + | - | - | - | + | + | + | + | + | + | - | - | - | - | - | - | + | + | + | - | - | - |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ***M. fructigena*** | + | + | + | - | - | - | - | - | - | + | + | + | + | + | + | - | - | - | + | + | + | - | - | - |
| ***M. polystroma*** | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| ***M. fructicola*** | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| ***P. chrysogenum*** | - | - | + | - | - | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | + | - | - | + |
| ***P. expansum*** | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | + | - | - | - |
| ***A. flavus*** | - | - | + | - | - | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | + | - | - | + |
| ***A. parasiticus*** | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

*1-результаты, полученные после сбора; 2-спустя 2 недели хранения; 3-спустя месяц*

Таким образом, констатируя контаминацию плодов грибами рода *Penicillium* и *Aspergillus* лишь после длительного хранения, можно предположить, что аномальные температуры, длительная засуха и высокий уровень УФ излучения не благоприятствуют развитию патогенных грибов, что находит своё подтверждение в сведениях литературы о способности прямого и длительного воздействия солнечной радиации разрушать конидии большинства видов грибов и уменьшать степень их вирулентности [2]. В свою очередь для грибов рода *Monilinia* внезапное выпадение обильных осадков к концу сезона созревания плодов, вероятно, способствует прогрессивному росту и завладению паразитической ниши в условиях сниженной эксплуатационной конкуренции.

**Библиография:**


1. BUJOREANU, N., PÎNTEA, M. Cultivarea dirijată a fructelor de prun pentru păstrare îndelungată. Ghid Pomicol. Chișinău: CEP USM, 2024
2. Gilberto U L Braga, Drauzio E N Rangel, Éverton K K Fernandes, Stephan D Flint, Donald W Roberts. Molecular and physiological effects of environmental UV radiation on fungal conidia. DOI: 10.1007/s00294-015-0483-0
3. Serviciul Hidrometeorologic de Stat. Caracterizarea condițiilor meteorologice şi agrometeorologice create în anul 2024.



*Рекомендовано*
***Елена ЕНЧУ**, доктор биол.наук, доцент*
***Лидия ТУМАНОВА**, доктор хим.наук*

# ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА ПОДЗЕМНЫХ ВОД РЕСПУБЛИКИ МОЛДОВЫ КАК ИСТОЧНИКА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

***Анна ЧЕРУШНИКОВА,***
*магистр, 1 курс,*
*Факультет биологии и геонаук, Государственный университет Молдовы*

**CZU: 556.31(478)** E-mail: cerusnikovaanna@gmail.com

Для Республики Молдова, обладающей значительными запасами высокоминерализованных подземных вод, оценка их потенциала в качестве источника химических компонентов является перспективным направлением как для промышленности, так и для устойчивого развития экономики. Настоящая работа направлена на оценку потенциала дальнейшего, более детального изучения подземных вод Республики Молдова с целью извлечения из них ценных химических компонентов и выявление наиболее перспективных районов для детального изучения. Представленный фрагмент исследования основан на анализе литературных и архивных источников, а также на гидрогеологических расчётах.

В литературне [3] приводятся сведения о наличии повышенных концентраций йода и брома в подземных водах в пределах Молдавской плиты, в том числе в связи с так называемой Унгенской аномалией. Однако, учитывая слабую минерализацию вод, хорошую промытость водоносных горизонтов и ограниченную мощность осадочного чехла, данная территория не рассматривается как перспективная для освоения.

Основные перспективные участки – Преддобруджская впадина и Северо-Добруджский ороген. Преддобруджская впадина характеризуется мощной толщей сильно переработнного осадочного чехла, мощностью до 10 000 м. Наличие глубинных разломов обеспечивает взаимосвязь между разновозрастными отложениями. В водах Преддобруджской впадины содержатся промышленные концентрации йода и брома. Нет данных о наличии в этих водах стронция и редких элементов [5, с. 97-98], однако по геологическим признакам в палеозой-мезозойских отложениях они могут присутствовать в промышленном количестве.

В пределах Преддобруджской впадины наибольший интерес в контексте извлечения ценных компонентов представляют подземные воды юрского (J), пермско-триасового (P-T) и палеозойского (PZ) водоносных комплексов. Особенно перспективным является юрский водоносный комплекс (J), воды которого уже были оценены в качестве промышленных на йод и бром в пределах Чумайского, Деневицкого и Баймаклийского участков [2, с. 126-128]. Также

воды юрского водоносного комплекса в пределах Преддобруджской впадины содержат калий в концентрациях 773,0-2320,0 мг/л [3, с. 66].

Воды Скифской платформы содержат йод, бром, бор, литий, рубидий, стронций, цезий (изучались отложения палеогенового, неогенового и четвертичного возраста). Донеогеновые отложения разбиты разломами, по которым подземные воды глубоко залегающих водоносных горизонтов поднимаются в верхние структурные горизонты. Например, Кагульское месторождение рассольных сульфидных йодо-бромных слабо термальных минеральных вод в баден-сарматских известняках [5 с. 98].

При оценке эксплуатационных запасов 1976 г. подземные воды Кагульского месторождения рассматвались в контексте их использования в санаторно-курортной сфере. Однако высокие концентрации йода и брома позволяют рассматривать это месторождение и как перспективный объект для извлечения указанных элементов (Табл. 1). Учитывая хорошую доступность и разведанность участка, представляется целесообразным внедрение схемы комплексного использования: с последующим извлечением йода и брома после курортного применения либо в рамках параллельного технологического процесса. Такой подход обеспечит более полное и эффективное освоение минерального ресурса.

**Табл. 1. Прогнозная годовая оценка запасов йода и брома Кагульского месторождения йодо-бромных вод**

| **Водоносный комплекс** | **Место** | **Расчетный дебит ($м^3$/сут)** | **Средние концентрации элементов, мг/л** | **Прогнозные годовые запасы*, тонн** |
|---|---|---|---|---|
| Баден-сарматский ($N_1$b-s) | Скв. 7М [6] | 945 | I = 22<br>Br = 135,45 | I = 7,6<br>Br = 46,72 |
| * Прогнозные годовые запасы, тонны = средний дебит, $м^3$/сут × средние концентрации элементов, кг/$м^3$ × 365 | | | | |

Значительные объемы вод с промышленным содержанием йода и брома в пределах Скифской платформы извлекаются и в процессе эксплуатации Валенского нефтяного месторождения. Балансовые запасы нефти оцениваются в 192,2 тыс. тонн, при среднем годовом отборе 16,7 тыс. тонн [4 с. 6]. Потенциальные запасы йода и брома в попутно-добываемых водах Валенского месторождения представлены в Табл. 2.

**Табл. 2. Прогнозная годовая оценка запасов йода и брома Валенского нефтяного месторождения**

| Объем извлекаемых попутно-добываемых вод (тыс. тонн) | Средняя концентрация элементов, мг/л [2] | Прогнозные запасы, кг |
|---|---|---|
| 10 | I = 14,8<br>Br = 120 | I = 148<br>Br = 1200 |

Поскольку точные данные об объемах попутно-добываемых вод на Валенском нефтяном месторождении отсутствуют, при оценке потенциала извлечения ценных компонентов использовались значения, основанные на анализе характеристик месторождения (поздняя стадия разработки, водонапорный режим залежей). По логике процессов, обводненность продукции скважин, не может быть ниже 50%. Принятое для расчетов значение — 10 тыс. тонн в год поднятой воды — следует считать условным и, вероятнее всего, заниженным. Полученные значения, хотя и недостаточны для промышленного извлечения, следует учитывать, что вода уже подымается в процессе добычи нефти и требует последующей подготовки и утилизации. Для извлечения йода и брома на данном участке автор предлагает использовать метод сорбции на анионообменных смолах, который позволяет также извлекать и другие элементы, такие как фтор, бор, мышьяк, молибден, вольфрам, ванадий. Данных о содержании этих элементов в попутно-добываемых водах Валенского месторождения нет.

Таким образом, Кагульское и Валенское месторождения представляют собой наиболее перспективные объекты для использования подземных вод с целью извлечения йода и брома. Наибольший интерес представляет юрский водоносный комплекс в качестве промышленного источника йода, брома и калия. Водоносные горизонты мезозойские и палеозойских отложений Преддобруджской впадины и Скифской платформы слабо изученны в отношении содержания редких и стратегически важных элементов.

**Библиография:**

*Cărți și publicații monografice:*

1. ПЛОТНИКОВ, Н.А. Гидрогеология СССР, том 7. Молдавская ССР. М.: Недра, 1984. 175 с.
2. СИДОРЕНКО, А.В. (ред.). Геология СССР том 45. М: «Недра», 1969, 455 с. - 4

*Articole:*

3. MORARU, C. Apele subterane industriale ale Republicii Moldova (1). Intellectus, 1, 2007. p. 63-68., Intellectus, 2, 2007. p. 57-63.

4. РОМАНОВ Л.Ф., БИЛЫК А.Н. Проблемы геологии Молдовы. În: Buletinul Institutului de Geologie şi Seismologie al AŞM. 2010, nr. 2, c. 5–10.
*Documente de arhivă:*
5. Отчёт о результатах проведения региональной оценки прогнозных эксплуатационных запасов подземных промышленных редкометальных вод на территории Молдавской ССР с подсчётом запасов на 01.01.85 г. Авторы: А.К. Киреев, З.В. Жук. В: Фонд AGRM, инв. № 2869. Кишинёв, 1984 г.
6. Отчёт о результатах детальной разведки Кагульского месторождения рассольных сульфидных, йодо-бромных, слаботермальных минеральных вод с подсчётом запасов на 1 марта 1976 года. Том I. Авторы: А.К. Киреев, В.Н. Симонов. В: Фонд AGRM, инв. № 1948. Кишинёв, 1976 г.

*Рекомендовано*
***Игорь НИКОАРА**, канд. геол.-мин. наук*
***Vitalie SOCHIRCĂ**, dr., conf.univ.*

# EVALUAREA SOLURILOR DIN ARIILE PROTEJATE A REZERVAȚIEI „CODRI”

***Liubovi CORNEA,***
*masterand, Biologie și Geoștiințe, Universitatea de Stat din Moldova*

**CZU: 631.4:502.1(478)** E-mail: cbf20cornea.liuba@gmail.com

*„Cunoaștem mai multe despre mișcarea corpurilor cerești decât despre solul de sub picioarele noastre”* (***Leonardo da Vinci***).

Rezervația „Codrii reprezintă condiţiile naturale ale Podişului Moldovei Centrale, care constituie o regiune insulară - aripa estică a zonei Pădurilor Central Europene. Aici trece limita estică a pădurilor de fag, gorun, tei argintiu și alte specii. Podișul se evidenţiază printr-un relief fragmentat, aproape muntos altitudini de peste 380 m. Masivele geomorfologice sunt construite din roci sedimentare detritice, preponderent depuneri sarmațiene.

**Scopul**.

Cercetarea solurilor din rezervația strict protejată cu scop de evidențiere a impactului secetei asupra procesului de pedogeneză din „Rezervația Codri”, au fost colectate probe de sol în 2024 din zona strict protejată pentru a le compara cu indicele de calitate ai solului efectuată 10 ani în urmă.

Condițiile climatice sunt influențate de relief, (altitudine, expoziție) etc. și vegetația forestieră. Foarte variabili sunt factorii biotici. Pădurile sunt reprezentate de diferite comunităţi și coraporturi dintre speciile de foioase, edificatorii principali fiind fagul, gorunul, stejarul, teiul argintiu. Tăierile repetate au modificat esențial componenţa specific. În depresiuni predomină asociaţiile ierboase hidrofile. Astfel procesele pedogenetice sunt condiționate de componenţa și textura rocilor materne, specificul reliefului, condițiile climatice și diversitatea biocenotică. Învelișul de sol al Rezervației este caracteristic pentru Podișul Central al Moldovei. Interacțiunea factorilor pedogenetici au condiționat formarea și răspândirea teritorială a solurilor zonale automorfe brune și cenușii, în cadrul cărora se includ fragmentar soluri litomorfe (vertice) și hidromorfe, în vâlcele și lunci - soluri dinamomorfe - deluviale și aluviale [1].

Predomină straturile de argilă sarmațiană, care se alternează cu aleurite, argile marnoase și nisipuri fine pe alocuri cu fragmente de gresii. Acestea sunt de culoare galben-brună, brună şi marmorat brun. Compoziţia mecanică variază de la uşoară, medie la grea (de la nisipo-lutos până la argilos). Fracţiunea de argilă se schimbă de la 12 la 36%. Pe aceste depozite (cu conținut de Si, K, P ș.a) se formează solurile cenușii şi brune de pădure. Reacţia mediului este bazică. Conţinutul de carbonaţi variază de la 5% la 17%. Iar solurile bogate în humus cuprind 4-5%, însă cele săra-

ce cuprind sub 2%. Datorită afânării acestor roci este favorizat procesul de aeraţie dintre straturile de sus şi de jos a profilului de sol şi atmosferă. Pe aceste depozite se formează solurile cenușii și brune de pădure. Aceste soluri dispun de o fertilitate sporită naturală [2].



**Tipul de sol** – (conform Amenajamentului 2020) argilovisol brun argiloiluvial; litieră alcătuită de resturi organice la diferite faze de descompunere, cenuşiu-brună: **I**- frunze și plante; **II**- cenuşiu, din resturi organice, care parţial au păstrat structura de ţesut; **III**- cenuşiu închis reprezintă un amestec de frunze şi crenguţe într-un stadiu foarte avansat de descompunere şi particule de sol (Figura 1).

**Metodele utilizate.**

**1. Determinarea apei higroscopice a solului (w) pentru profilul „codrii”**

În solul uscat la aer liber în permanență se găseşte o anumită cantitate de umiditate, numită higroscopică, deoarece solul, ca orice substanță dispersată, are capacitatea de a adsorbi vaporii de apă din aer şi de a-i reține la suprafața particulelor sale. Cantitatea maximă de apă care poate fi adsorbită din aerul saturat cu vapori de apă, e numită apă higroscopică. Apa higroscopică (W) în % se calculează după formula: $W = \frac{a \times 100}{b}$. Pentru a calcula conținutul diferitor substanțe, exprimate în % în raport cu masa solului uscat se folosește coeficientul de corecție (tabelul 1): $K_{H_2O} = \frac{100+W}{100}$

**2. Determinarea Humusului conținut în probele de sol**

Metoda este bazată pe arderea humusului în sol, cu acid bicromic ($K_2Cr_2O_7$ şi $H_2SO_4$). După cantitatea de oxigen consumată pentru oxidare (admițând că tot oxigenul se consumă numai la oxidarea carbonului organic) se poate calcula conținutul de carbon organic din sol, deci şi al humusului. Conținutul humusului se calculează după formula (tabelul 1): $H = \frac{(a-b) \times K \times 0{,}0010362 \times K_{H_2O} \times 100}{c}$

**3. Determinarea densității fazei solide** Densitatea fazei solide a solului se definește ca raportul dintre greutatea sa și volumul particulelor solide luate în așezare compactă fără pori (tabelul 2). Creșterea conținutului în humus determină scăderea densității fazei solide a solului, în timp ce oxizii și hidroxizii ferici determină creșterea acesteia (și trebuie să cuprindă valorile 2,40-2,60 g/cm). Procentul de humus al solului cenușiu cercetat cu 10 ani în urmă se caracterizează cu 5-6 % de humus ce ne vorbește de impactul negativ al secetei asupra humificării. $sol = \frac{P1 \times gaz}{P5}$

| *Adânci. cm* | a | b | W | $K_{H_2O}$ | H | ρsol g/cm³ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *0-10* | 0,0618 | 2,9582 | 2,0891 | 1,02 | 4,2277 | 2,48 |
| *20-30* | 0,0922 | 2,9278 | 3,1491 | 1,03 | 1,0673 | 2,63 |
| *40-50* | 0,0583 | 2,9617 | 1,9684 | 1,02 | 1,0041 | 2,64 |
| *60-70* | 0,0849 | 2,9051 | 2,9224 | 1,03 | | 2,65 |
| *80-90* | 0,0795 | 2,9205 | 2,7221 | 1,03 | | 2,68 |

**Concluzii.**

Starea actuală a solurilor din Codrii Moldovei reflectă atât potențialul natural ridicat al regiunii, cât și impactul activităților umane asupra acestora.

- În solurile din Codri din „Rezervația Codri" predomină solurile brune și cenușii, bogate în humus și nutrienți de aceea prezintă o fertilitate naturală ridicată, dar în scădere.
- Din cauza secetei și eroziunii, fertilitatea naturală este în declin.
- Reducerea suprafețelor împădurite duce la un ciclu mai slab de refacere a humusului.
- Cu cât cantitatea de humus este mai mică/redusă cu atât parametrii fazei solide în sol sunt mai mari.

**Recomandări.**

Pentru protejarea solurilor din cadrul „Rezervației Codri" trebuie întreprinse soluții ca:

- Reîmpădurirea zonelor afectate de secetă pentru prevenirea eroziunii.
- Monitorizarea vegetației forestiere și a impactului secetei asupra pedogenezei.
- Monitorizarea și refacerea solurilor degradate prin tehnici de conservare.

**Referințe:**


1. URSU, A., BARCARI, E. *Solurile rezervației „Codrii"*. Chișinău: Lozova, 2011. 81 p.
2. BARCARI E. Factorii edafici (document)
3. GH. JIGĂU, T. NAGACEVSCHI, Ghid al disciplinei Fizica Solului, CEP USM, Chișinău 2006,77p.
4. Z. ROȘCA, M. BULAT, G. STASIEV, Analiza chimică a solului, Chișinău 1996, 50p.



*Recomandat*

***Tatiana NAGACEVSCHI** dr., conf.univ.*

# SINTEZA ȘI CARACTERIZAREA COMPUȘILOR COORDINATIVI AI Cu(II) ȘI Bi(III) CU SELENOSEMICARBAZONELE 2-FORMIL- ȘI 2-ACETILPIRIDINEI CU SUBSTITUENȚI ÎN POZIȚIA PATRU

***Andrei CIURSIN,***
*masterand, anul II, Facultatea Chimie şi Tehnologie Chimică,*
*Universitatea de Stat din Moldova*

**CZU: 544.142.3:547.497**
E-mail: ciursin.andrei@usm.md

## INTRODUCERE

În lumea modernă cancerul rămâne a doua cauză de decese. Pe lângă această, se dezvoltă rezistența la antibiotice cu care sunt asociate aproape 5 milioane de decese în anul 2021. Acești factori argumentează importanța cercetărilor în domeniul sintezei substanțelor noi biologic active. O clasă de compuși de perspectivă sunt tiosemicarbazonele. Ele manifestă o serie de proprietăți biologice versatile, printre care sunt cele antimicrobiene, antifungice, antioxidative și anticancer [1]. O serie de cercetări au demonstrat că înlocuirea atomului de sulf în compoziția tiosemicarbazonelor cu atomul de seleniu duce la îmbunătățirea considerabilă a activității biologice, în special a activității anticancer. Acest fenomen poate fi explicat prin faptul că seleniul, este un centru redox mult mai activ comparativ cu cel de sulful, ce duce la îmbunătățirea capacității de captare a speciilor reactive de oxigen, care cauzează stresul oxidativ.

## MATERIALE ȘI METODE

Selenosemicarbazonele pot fi sintetizate folosind o procedură modificată de sinteză a tiosemicarbazonelor (Figura 1). Schimbările intervin la etapa condensării tiosemicarbazidelor cu compuși carbonilici. Spre deosebire de sinteza tiosemicarbazonelor, la această etapă tiosemicarbazidele se alchilează, pentru formarea *S*-metiltiosemicarbazidelor și, ulterior, se condensează cu compuși carbonilici cu formarea *S*-metiltiosemicarbazonelor.

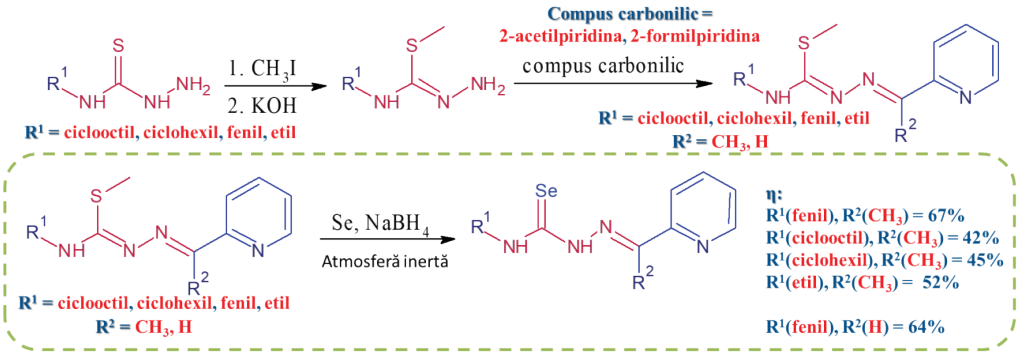
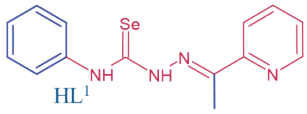
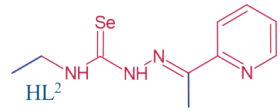



**Figura 1.** Schema de sinteză a selenosemicarbazonelor substituite

La etapa finală, decurge reacția de substituție a sulfului cu seleniu. Aceasta include generarea NaHSe la începutul reacției, urmată de adăugarea soluției de *S*-metiltiosemicarbazonă. Sinteza durează în jur de 16-24 de ore în condiții de reflux. La următoarea etapă compușii obținuți au fost coordinați cu aminopolicarboxilatocupra țiii(II) sau cu speciile heterometalice cupru(II)-bismut(III), ce a rezultat în formarea a 9 compuși coordinativi noi (Figura 2). Procedura generală de sinteză a compușilor coordinativi este descrisă în sursa [2].




$2\ HL^1 + Cu_2(edta) = [Cu(HL^1)_2Cu(edta)]\cdot 2H_2O$
$2\ HL^1 + Cu_2(cdta) = [Cu(HL^1)_2Cu(cdta)]\cdot 2H_2O$
$HL^1 + Cu[Bi(edta)]_2 = [Cu(HL^1)Bi(edta)]\cdot 3H_2O$
$HL^1 + Cu[Bi(cdta)]_2 = [Cu(HL^1)Bi(cdta)]\cdot 3H_2O$




$2\ HL^2 + Cu_2(edta) = [Cu(HL^2)_2Cu(edta)]\cdot 2H_2O$
$2\ HL^2 + Cu_2(cdta) = [Cu(HL^2)_2Cu(cdta)]\cdot 2H_2O$
$HL^2 + Cu[Bi(edta)]_2 = [Cu(HL^2)Bi(edta)]\cdot 4H_2O$
$HL^2 + Cu[Bi(cdta)]_2 = [Cu(HL^2)Bi(cdta)]\cdot 3H_2O$
$HL^2 + BiH(edta) = BiH(edta)\cdot HL^2$

**Figura 2.** Schemele de sinteză a compușilor coordinativi în baza unor selenosemicarbazone

## REZULTATE

Structura compușilor organici sintetizați a fost confirmată prin spectroscopia RMN $^1H$, $^{13}C$ și $^{77}Se$. Prezența tuturor grupărilor funcționale din compoziția compușilor coordinativi a fost confirmată prin spectroscopia FTIR.

**Tabelul 1.** Benzile principale ($cm^{-1}$) FTIR ale compușilor coordinativi în baza $HL^1$

| Complex | $\nu_{as}$ COO-APC | $\nu_{sym}$ COO-APC | $\nu_{as}$-$\nu_{sym}$ | νC-C ($CH_2COO$-) ($CH_2$-$CH_2$) νC-C(Ciclohexan) |
|---|---|---|---|---|
| $[Cu(HL^1)_2Cu(edta)]\cdot 2H_2O$ | 1594, 1563 | 1393 | 201 | 869 |
| $[Cu(HL^1)_2Cu(cdta)]\cdot 2H_2O$ | 1587, 1533 | 1391 | 196 | 918, 883 |
| $[Cu(HL^1)Bi(edta)]\cdot 3H_2O$ | 1578 | 1429, 1365 | 149, 213 | 918, 852 |
| $[Cu(HL^1)Bi(cdta)]\cdot 3H_2O$ | 1597, 1562 | 1432, 1413 | 165, 149 | 901, 881 |

Potențialul biologic al compușilor sintetizați a fost evaluat prin metoda Molecular Docking. În calitate de proteine ținte au fost alese ADN Giraza și Glutamat Racemaza. Se cunoaște bine că inhibitorii acestora sunt agenți antibiotici, folosiți în industria medicinală. Energiile de legare a selenosemicarbazonelor sintetizate cu proteinele țintă alese, în toate cazurile au fost apropiate de inhibitorii, ce indică o interacțiune favorabilă. În cazul Glutamat Racemazei a fost stabilit că toți compușii organici sintetizați manifestă afinitate către resturile de aminoacizi ASP A:7 și CYS A:70 din situs-ul activ. Cum se observă din figura 3, aceste resturi de aminoacizi intră în funcția catalitică a enzimei. Legarea lor va duce la stoparea funcției catalitice a proteinei și ca urmare induce apoptoza [3].

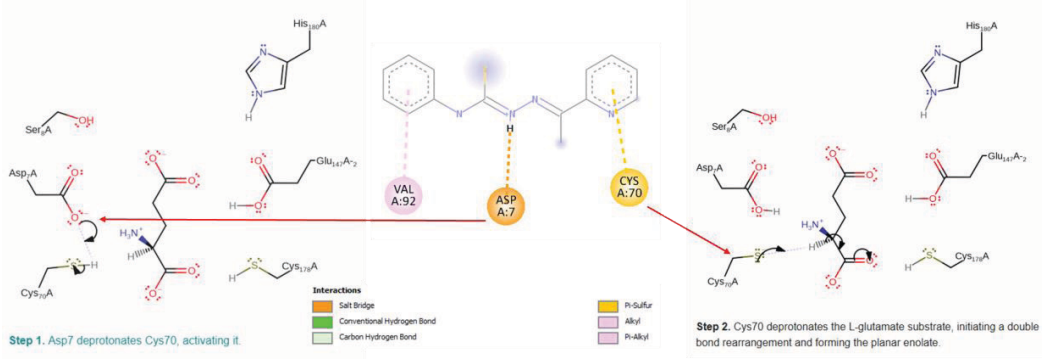



**Figura 3.** Interacțiunea compusului $HL^1$ cu resturi de aminoacizi din situs-ul activ al Glutamat Racemazei

**Concluzii**

- Au fost sintetizate 5 selenosemicarbazone.
- Structura lor a fost confirmată cu spectroscopia RMN $^{1}H$, $^{13}C$ și $^{77}Se$.
- A fost modelată interacțiunea substanțelor cu ADN Giraza și Glutamat Racemaza ce a indicat potențialul ridicat de activitate antibiotică bună.
- În baza datelor obținute a fost propus mecanismul posibil de inhibare a Glutamat Racemazei.
- Au fost sintetizați 9 compuși coordinativi noi.

**Referințe:**

1. KALINOWSKI, D. S., QUACH, P. și RICHARDSON, D. R. Thiosemicarbazones: the new wave in cancer treatment. In: *Future Medicinal Chemistry*, Septembrie 2009, Vol. 1, nr. 6, pp. 1143–1151. DOI: https://doi.org/10.4155/fmc.09.80.
2. NEGUŢA, E., NEGUȚĂ, A., GARBUZ, O., GULEA, A., BULIMESTRU, I. Combinații coordinative ale Cu(II) și Bi(III) cu liganzi aminopolicarboxilat și 4-etil-, 4-feniltiosemicarbazone ale 2-acetilpiridinei. In: *Revista de Ştiinţă, Ino-*

*vare, Cultură şi Artă „Akademos”*, 2023, nr. 3(70), pp. 71-75. ISSN 1857-0461. DOI: https://doi.org/10.52673/18570461.23.3-70.04.
3. HWANG, Kwang Yeon et al. Structure and mechanism of glutamate racemase from Aquifex pyrophilus. In: *Nature Structural Biology*, Mai 1999, Vol. 6, nr. 5, pp. 422–426. DOI: https://doi.org/10.1038/8223.

*Recomandat*
***Ion BULIMESTRU**, dr., conf.univ.*

# STUDIUL HPLC AL CONȚINUTULUI DE ACID ROZMARINIC ÎN PLANTELE DIN FAMILIA *LAMIACEAE*

***Adrian TOPALĂ*,**
*masterand, anul II, Facultatea Chimie și Tehnologie Chimică,*
*Universitatea de Stat din Moldova*

**CZU: 547.587:582.929.4** E-mail: cbf20topala.adrian@gmail.com

Din perioada antică plantele în diferite forme, în special extractele din plante, reprezintă o sursă valoroasă de compuși biologic activi cu proprietăți antioxidante, antibiotice, anticancerigene, antifungice, antiparazitare, hipoglicemiante și antihipertensive etc., fiind utilizate pentru tratarea celor mai diverse afecțiuni [1]. Un interes deosebit prezintă plantele din familia *Lamiaceae,* 82 de specii fiind prezente și în Republica Moldova. Această familie include plante, precum menta, rozmarinul, salvia, oreganul etc., cu proprietăți biologice recunoscute de foarte mult timp [2] și utilizate pe larg în scopuri alimentare sau curative. Unul dintre compușii identificați în aceste plante este acidul rozmarinic (fig. 1) ce prezintă diverse proprietăți biologic active, în special antioxidante [3].

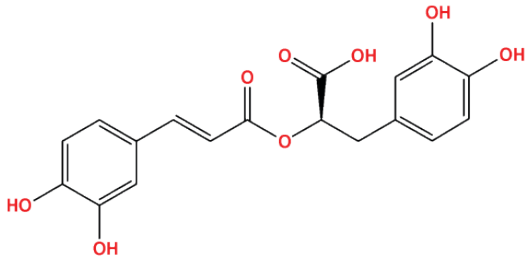



**Figura 1.** Formula de structură a acidului rozmarinic

Controlul calității este un aspect important în utilizarea oricăror preparate farmaceutice de origine vegetală, de aceea sunt necesare metode simple, dar robuste, pentru determinarea concentrației compușilor bioactivi. În cadrul cercetării curente a fost dezvoltată o metodă analitică bazată pe cromatografia lichidă de performanță înaltă (HPLC) pentru a determina concentrația de acid rozmarinic în extractele unor plante din familia *Lamiaceae*.

Pentru a evita interferențele cu alți metaboliți secundari prezenți în extractele studiate a fost dezvoltată o metodă selectivă de determinare a acidului rozmarinic. După o serie de studii de optimizare a fost stabilit că condițiile optime de analiză includ un gradient de la 5% la 25% de acetonitril în apă cu conținut de 0.1% de acid trifluoroacetic la o durată a analizei de 40 min și detectarea UV la 330 nm, după cum e maximul de absorbție a acidului rozmarinic. A fost stabilit că pentru

obținerea picurilor simetrice e necesară dizolvarea extractului în soluție de 5% acetonitril în apă.

Performanța metodei dezvoltate a fost demonstrată prin determinarea parametrilor de validare: limita de detecție și cuantificare, repetabilitatea și liniaritatea. Pentru a estima exactitatea rezultatelor obținute, a fost dezvoltată o metodă alternativă de analiză în baza spectroscopiei qRMN bidimensionale cu utilizarea *p*-nitrobenzoatului de metil în calitate de standard intern și înregistrarea spectrelor HSQC în regim cantitativ. Concentrația a fost ulterior determinată cu ajutorul curbei de calibrare (fig. 2). Rezultatele obținute demonstrează o repetabilitate excelentă a metodei și un domeniu liniar foarte larg, precum și limita de detectare a concentrațiilor foarte mici de acid rozmarinic. Datele obținute sunt prezentate în tabelul 1.

**Tabelul 1.** Parametrii de validare a metodei de determinare a concentrației acidului rozmarinic

| Nr. | Parametru de validare | Valoare determinată |
|---|---|---|
| 1 | Limita de detecție | $6.7 \cdot 10^{-7}$ mg/mL |
| 2 | Limita de cuantificare | $0.22 \cdot 10^{-7}$ mg/mL |
| 3 | Liniaritate (0.005 – 0.4 mg/ml) | $r^2 = 0.9993$ |
| 4 | Repetabilitate la analiza soluției standard | $\varepsilon = 0.28\%$ |
| 5 | Repetabilitate la analiza soluției de extract | $\varepsilon = 0.09\%$ |

Metoda de analiză HPLC a fost utilizată pentru determinarea concentrației de acid rozmarinic din 9 specii de plante din familia *Lamiacee,* iar rezultatele au fost comparate cu cele obținute din datele spectroscopiei qRMN. Din datele obținute poate fi observată o corelare satisfăcătoare între rezultatele celor 2 metode, o abatere mai mare fiind observată pentru planta de mentă și melisă (tabelul 2). Cea mai mare concentrație de acid rozmarinic a fost observat în *Salvia Officinalis* (fig. 2)

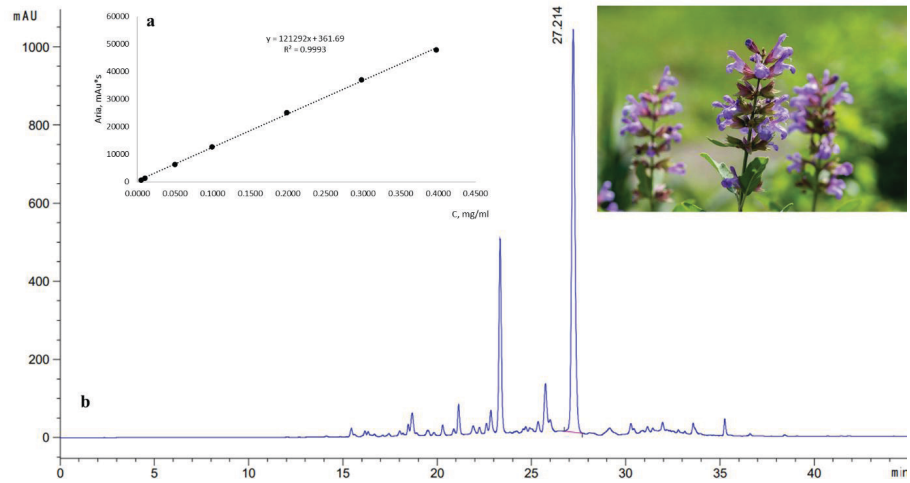



**Figura 2.** Curba de calibrare a metodei HPLC (a) și cromatograma extractului din *Salvia Officinalis* (b)

**Tabelul 2.** Conținutul de acid rozmarinic determinat cu ajutorul HPLC și qRMN

| Nr. | Planta | HPLC | qRMN | Corelare HPLC/ qRMN, % |
|---|---|---|---|---|
| 1 | *Melisa Officinalis* | 1.83 | 2.91 | 37.22 |
| 2 | *Menta Piperita* | 5.63 | 9.07 | 37.96 |
| 3 | *Oreganum Hirtum* | 6.37 | 7.06 | 9.71 |
| 4 | *Oreganum Vulgare* | 8.39 | 7.30 | 14.94 |
| 5 | *Rosmarinus Officinalis* | 1.19 | 0.89 | 33.24 |
| 7 | *Salvia Officinalis* | 9.77 | 8.35 | 16.99 |
| 8 | *Salvia Sclarea* | 5.83 | 4.73 | 23.36 |
| 9 | *Lavandula Angustifolia* | 1.55 | 1.68 | 8.00 |

În concluzie, a fost dezvoltată o metodă de determinare a conținutului de acid rozmarinic din extractele de plante cu ajutorul cromatografiei HPLC, iar metoda dată a fost utilizată pentru determinarea conținutului de acid rozmarinic din 9 specii locale de plante din familia *Lamiaceae,* rezultatele demonstrând o corelare apropiată cu cele obținute din datele spectroscopiei qRMN bidimensionale.

**Referințe:**


1. BOLOURI, P., SALAMI, R., KOUHI, S., KORDI, M., LAJAYER, B., HADIAN, J., ASTATKIE, T. Applications of Essential Oils and Plant Extracts in Different Industries. În: *Molecules*, 2022, nr. 27.
2. CIOCARLAN, N. Family *LAMIACEAE*: main important spontaneous medicinal and aromatic species in the Republic of Moldova. În: *Journal of Botany*, 2016, nr. 1, pp. 86-91
3. HRYB, A., CUNHA, M., KASTER, M., RODRIGUES, A. Natural Polyphenols and Terpenoids for Depression Treatment: Current Status. În: *Studies in Natural Products Chemistry*, 2017, nr. 1, pp. 181-221.



***N.B.*** *Studiul prezentat a fost realizat cu suportul Universității de Stat din Moldova în cadrul sub-programului de cercetare 010601 „Studiul chimic al metaboliților secundari din sursele naturale locale și valorificarea potențialului lor aplicativ în baza lărgirii diversității moleculare cu funcționalitate multiplă”, finanțat de Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova.*


*Recomandat*
***Veaceslav KULCIȚKI,*** *dr. hab., conf. cerc.*

# COMBINAȚII COORDINATIVE ALE CU(II) ȘI BI(III) CU *4N*-ALILSELENOSEMICARBAZONA 2-FORMILPIRIDINEI

***Anastasia MARDARI,***
*masterandă, anul II, Facultatea de Chimie și Tehnologie Chimică,*
*Universitatea de Stat din Moldova*

**CZU: 544.142.3:547.497** E-mail: ch20mardari.anastasia@gmail.com

Activitatea biologică a selenosemicarbazonelor este mult mai pronunțată decât cea a tiosemicarbazonelor [1] și se amplifică în rezultatul coordinării acestora la ionii metalelor de tranziție, datorită modificării proprietăților fizico-chimice și stereochimice a compușilor.

Ionii de Cu(II) fac parte dintre cele mai active specii din punct de vedere biochimic. Un alt metal, folosit cu succes în domeniul biofarmaceutic, este bismutul(III) [2, 3] și compușii coordinativi ai acestuia cu calcogenosemicarbazone și ioni aminopolicarboxilat (APC), ultimii ducând la creșterea solubilității complecșilor în apă.

În lucrare este prezentată sinteză și studiul *4N*-alilselenosemicarbazonei 2-formilpiridinei (**HL**) și compușilor coordinativi homo- și heterometalici care conțin Cu(II) și Bi(III) cu liganzi micști selenosemicarbazonă - aminopolicarboxilați, unde APC reprezintă anionii etilendiamintetraacetat ($edta^{4-}$) și 1,2-ciclohexandiamintetraacetat ($cdta^{4-}$).

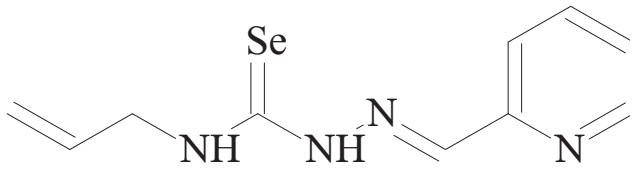



**Figura 1.** 4-alilselenosemicarbazona 2-formilpiridinei (HL)

Caracterizarea selenosemicarbazonei **HL** sintetizate a fost realizată prin metode spectroscopice $^{1}H$, $^{13}C$, $^{77}Se$ RMN și FTIR. Randamentul de reacție a constituit 68,2%.

Rezultatele spectroscopiei de rezonanță magnetică nucleară a **HL** sunt: $^{1}H$ RMN (400 MHz; DMSO-$d_6$; δ, ppm): 9.25 (t, 1H, $^{4}NH$); 8.56 (m, 1H, CH piridinic); 8.30 (d, 1H, CH piridinic); 8.21 (s, 1H, CH=N); 7.83 (t, 1H, CH piridinic); 7.39 (m, 1H, CH piridinic); 5.91 (m, 1H, CH din fracțiunea de alil); 5.15 (m, 2H, $CH_2$=C); 4.32 (t, 2H, $CH_2$–N); 1.55 (d, 1H, NH). $^{13}C$ RMN (100 MHz; DMSO-$d_6$; δ, ppm); 176.25 (C=Se); 153.67 (C=N piridinic); 149.89, 136.99, 124.75, 120.88 (CH piridinic); 144.15 (CH=N); 135.11 (CH din fracțiunea de alil); 116.38($CH_2$=); 48.87 ($CH_2$–N).

$^{77}$Se RMN (76 MHz; DMSO-$d_6$; δ, ppm): 188.06 (C=Se). FTIR ($cm^{-1}$): 3240 $cm^{-1}$ ($^4$N–H), 1708 $cm^{-1}$ (C=$C_{alil}$), 1588, 1528 $cm^{-1}$ (C=$N^1$) și 1283 $cm^{-1}$ (C=Se).

Rezultatele spectroscopiei IR ale compușilor coordinativi au demonstrat că selenosemicarbazona (HL) coordinează la ionii metalici centrali în forma monodeprotonată în cazul complecșilor homometalici ai Cu(II) și heterometalici Cu(II)-Bi(III) (**1**, **2**, **5**, **6**; FTIR, ν(C–Se), $cm^{-1}$: 772, 776, 776, 785, respectiv) și în forma neutră în complecși homometalici ai Bi(III) (**3** și **4**; FTIR, ν(C=Se), $cm^{-1}$ : 1315, 1313).

Compușii coordinativi ai Cu(II) și Bi(III) au fost sintetizați în rezultatul reacției dintre soluțiile apoase ale sărurilor ionilor metalelor corespunzătoare și soluția etanolică a selenosemicarbazonei **HL** în atmosferă inertă de azot într-un raport molar de 1:1. Analiza fizico-chimică a demonstrat următoarea compoziție a compușilor coordinativi sintetizați: $\{Cu(L)\}_2Cu(edta)\cdot 2H_2O$ (**1**); $\{Cu(L)\}_2Cu(cdta)\cdot 2H_2O$ (**2**); Bi(Hedta)·HL (**3**); Bi(Hcdta)·HL (**4**); $Cu(H_2O)(L)Bi(edta)\cdot 4H_2O$ (**5**); Cu(L) $Bi(cdta)\cdot 3H_2O$ (**6**).

**Referințe:**


1. KOWOL, C. R., EICHINGER, R., JAKUPEC, M. A., GALANSKI, M., ARION, V. B., KEPPLER, B. K. Effect of metal ion complexation and chalcogen donor identity on the antiproliferative activity of 2-acetylpyridine N,N-dimethyl(chalcogen)semicarbazones. In: *Journal of Inorganic Biochemistry*, vol. 101(11-12), 2007, pp. 1946–1957. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jinorgbio.2007.07.026.
2. OUYANG, R., YANG, Y., TONG, X., FENG, K., YANG, Y., TAO, H., ZHOU, S. Potent anticancer activity of a new bismuth (III) complex against human lung cancer cells. In: *Journal of Inorganic Biochemistry*, vol. 168, 2017, pp. 18–26. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jinorgbio.2016.12.006;
3. BAI, X.G., ZHENG, Y., QI, J. Advances in thiosemicarbazone metal complexes as anti-lung cancer agents. In: *Frontiers in Pharmacology*, vol. 13, 2022. DOI: https://doi.org/10.3389/fphar.2022.1018951.



***N.B**.Lucrarea a fost efectuată în cadrul Programului Erasmus+ la Universitatea Saarland, Saarbrücken, Germania, sub conducerea prof., dr. Claus Jakob.*


*Recomandat*
***Ion BULIMESTRU,** dr., conf.univ.*

# VALORIFICAREA DEȘEURILOR TEXTILE CU OBȚINEREA PRODUSELOR NOI

***Victoria COCERVEI,***
*studentă, anul III,*
*Facultatea de Chimie și Tehnologie Chimică, Universitatea de Stat din Moldova*

**CZU: 677.08** E-mail: cocervei.victoria06@gmail.com

Anual, la nivel global, se produc circa 92 mil. tone de deșeuri textile, însă, doar 5 % dintre acestea sunt reciclate, restul devin parte a deșeurilor solide [1-2].

Deșeurile textile sunt materiale de origine naturală, sintetică sau compozită, provenite din activități industriale, comerciale sau domestice, care și-au pierdut funcționalitatea inițială și necesită măsuri adecvate de colectare, valorificare sau eliminare, în scopul reducerii impactului negativ asupra mediului și a promovării sustenabilității în industria textilă. Acestea poate fi împărțite în trei grupe mari în funcție de surse, și anume, *deșeuri pre-consum, deșeuri post-consum și deșeuri post-industriale* [1-2].

*Deșeurile textile pre-consum* sunt generate în timpul producției, fabricării sau prelucrării textilelor și cuprind de obicei resturi de țesături, fire sau produse defecte respinse. *Deșeurile textile post-consum* sunt produse uzate ce nu mai sunt utilizate și sunt aruncate. *Deșeurile textile post-industriale* sunt generate de alte industrii care utilizează textile ca intrări sau ieșiri, care includ textile medicale aruncate, textile pentru automobile sau textile de ambalare [1-2].

Deșeurile textile generează probleme negative de mediu așa ca formarea gazelor cu efect de seră, poluarea apei și contaminarea solului. Un studiu de caz raportează că industria modei produce 10 % din totalul emisiilor de gaze cu efect de seră și 20 % din apele uzate globale. La aceste cifre se adaugă consumurile mare de apă, energie și substanțe chimice pentru fabricarea hainelor [1-2].

Este cunoscută practica când îmbrăcămintea uzată din țările dezvoltate este trimisă în țările cu venituri mici și medii pentru a fi vândute pe piețele second-hand. Îmbrăcămintea care nu reușește să ajungă pe piață este tratată ca deșeuri solide, împovărând țările cu venituri mici și medii, aducând în același timp mai multe pericole pentru sănătatea mediului [1-2].

Prin urmare, gestionarea eficientă a deșeurilor textile ar putea avea un impact pozitiv asupra mediului, economic și social. Cu toate acestea, gestionarea deșeurilor textile se confruntă cu multiple provocări. Colectarea deșeurilor textile este adesea inadecvată, ineficientă și neorganizată, în special în țările în curs de dezvoltare, ceea

ce duce la fluxuri perturbate și nesigure de deșeuri textile pentru industria de reciclare [1-2].

În Republica Moldova nu există centre specializate de reciclare, iar colectarea textilelor se face prin câteva magazine și asociații caritabile, cum este Shop-MES-TO. Hainele fără defecte sunt vândute, iar banii sunt donați. Cele cu mici defecte sunt trimise într-un free-shop, iar cele uzate sunt donate azilelor de animale pentru pătuțuri. În medie, sunt colectate şi distribuite până la 500 kg pe săptămână [3].

Reutilizarea deșeurilor textile permite crearea unei game variate de produse sustenabile, contribuind semnificativ la reducerea impactului asupra mediului (Figura 1).

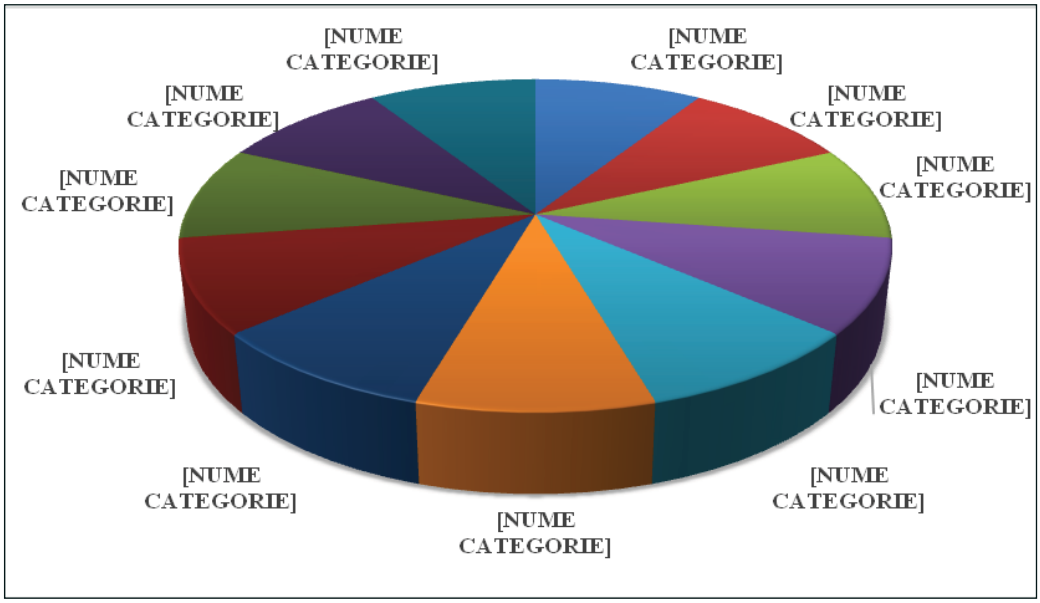



**Figura 1.** Produse obținute din deșeuri textile reciclate și aplicații potențiale ale acestora
Proiectul „Valorificarea deșeurilor textile cu obținerea produselor noi” are drept obiectiv principal dezvoltarea unui procedeu eficient de valorificare a deșeurilor textile, orientat spre obținerea unor produse noi, durabile și prietenoase cu mediul. Pentru realizarea acestui scop, au fost derulate mai multe activități de tip tehnologic și chimice [3-5].

Prima etapă a constat în optimizarea compoziției chimice a amestecurilor, prin combinarea controlată a deșeurilor textile, cartonului, celulozei și lianților în rapoturi variate, pentru a obține amestecuri omogene, caracterizate prin duritate crescută și proprietăți izolante adecvate aplicării în construcții [3-5].

Ulterior, a fost dezvoltat un procedeu bazat pe procesele de reciclare de tip *papier-mâché*, folosind fibre textile scurte și materiale celulozice reciclate, cum ar fi hârtia și cartonul. Acestea au fost combinate cu aditivi naturali precum amidonul și latexul natural, rezultând un amestec modelabil, utilizat pentru crearea de obiecte decorative [3-5].

Paralel, a fost elaborat un procedeu pentru obținerea materialelor compozite prin integrarea deșeurilor textile mărunțite în matrice polimerice. Prin tehnici de presare la cald, aceste materiale dobândesc proprietăți mecanice și fizice superioare, fiind adecvate pentru izolarea termică și acustică în industria de construcții [3-5].

Proiectul evidențiază contribuția reciclării inovatoare la reducerea deșeurilor textile și la promovarea soluțiilor ecologice aplicabile în diverse industrii. Aceste exemple evidențiază potențialul considerabil al deșeurilor textile ca resurse valoroase pentru noi produse, astfel sprijinind sustenabilitatea [3-5].

**Concluzii**

1. Valorificarea deșeurilor textile reprezintă o soluție inovatoare și sustenabilă pentru reducerea impactului negativ asupra mediului.
2. Proiectul realizat demonstrează eficiența tehnologiilor utilizate, precum tehnica *papier-mâché* și amestecurile compozite, în transformarea deșeurilor textile în produse utile.
3. Implementarea acestor tehnologii poate reduce cu aproximativ 30 % cantitatea de deșeuri textile la nivel național.
4. Diversificarea produselor obținute și optimizarea proceselor de reciclare oferă oportunități pentru creșterea eficienței și sustenabilității în industria textilă națională.

**Referințe:**


1. KAMBLE, Z., BEHERA, B. K., Upcycling textile wastes: Challenges and innovations. In: *Textile Progress,* 2021, Vol. *53*, pp. 65-122.
2. MISHRA, P.K., IZRAYEEL, A.M.D., MAHUR, B.K., AHUJA, A., RASTOGI, V.K. A comprehensive review on textile waste valorization techniques and their applications. In: *Environ. Sci. Pollut. Res.,* 2022, 65962-65977, 29 p.
3. DUMITRESCU, E. Tehnologii avansate de reciclare a materialelor textile. In: *Revista de Inginerie și Management Industrial*, nr. 14(2), 2022, pp. 68-75.
4. BERG, P., MAGNUSSON, J. Textile Waste Management: Challenges and Sustainable Solutions. In*: Journal of Environmental Science and Engineering*, 15(4), 2023, pp. 512-529.
5. SMITH, A., JOHNSON, L. Innovations in Textile Recycling Technologies. In: *Waste Management and Research*, 42(1), 2024, pp. 23-38.


*Recomandat*
***Elena BUNDUCHI,** dr., conf.univ.*

# RECEPTURA DE UNGUENT CU POTENȚIALE PROPRIETĂȚI ANTIACNEICE

***Cristina ȘEPELENCO,***
*masterand, anul I,Facultatea de Chimie și Tehnologie Chimică,*
*Universitatea de Stat din Moldova*

**CZU: 615.11:615.454.1** E-mail: tpcm20sepelenco.cristina@gmail.com

Lucrarea are ca obiectiv elaborarea unei recepturi de unguent cu potențial antiacneic. Formula propusă utilizează ingrediente active de origine vegetală și compuși cu activitate terapeutică demonstrată, precum acidul azelaic. Cercetarea pornește de la incidența ridicată a acneei în rândul populației tinere. Totodată, răspunde cererii pentru produse eficiente, dar blânde cu pielea. Se urmărește dezvoltarea unei formule dermato-cosmetice moderne. Aceasta trebuie să fie adaptată nevoilor actuale ale consumatorilor.

Pentru atingerea acestui scop, au fost abordate mai multe direcții experimentale. Prima a vizat sinteza acidului azelaic din ulei de ricin prin aplicarea procesului de oxidare chimică controlată (Fig. 1). Astfel, s-a obținut o substanță pură, cu proprietăți antibacteriene, antiinflamatorii și keratolitice. Se cunoaște că acidul azelaic este eficient în tratamentul acneei vulgare deoarece inhibă dezvoltarea bacteriilor implicate în patogeneză, în special *Cutibacterium acnes* și *Staphylococcus epidermidis*. De asemenea, reglează procesele de keratinizare ale pielii și reduce hiperpigmentarea postinflamatorie [1–2].

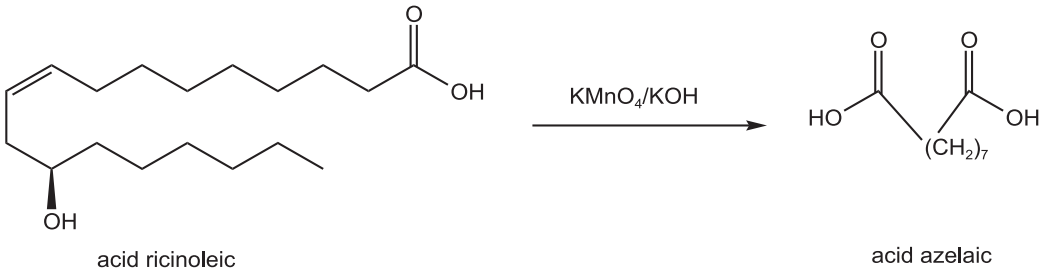



**Figura 1.** Sinteza acidului azelaic în urma oxidării acidului ricinoleic

Acidul azelaic este un acid dicarboxilic saturat, cu proprietăți antimicotice demonstrate *in vitro*. Sub formă de unguent, la o concentrație de 20 %, acționează ca agent antiacneic și antimicrobian. De asemenea, contribuie la normalizarea proceselor de keratinizare [3]. În acest context, tratamentul acneei vulgare reprezintă o prioritate la nivel societal. Este necesară elaborarea de forme farmaceutice și cosmetice care conțin componente adecvate. Acestea trebuie să asigure eficiență terapeutică și să prezinte un profil redus de efecte adverse asupra pielii și organismului.

Camazulena (7-etil-1,4-dimetilazulenă) este un ingredient biologic activ. Se regăsește în numeroase specii vegetale, precum *Artemisia absinthium*, *Matricaria chamomilla* și *Achillea millefolium*. Substanța este obținută prin antrenare cu vapori, conform schemei (Fig. 2). Pentru a asigura efecte antiinflamatoare, bactericide, antifungice, cicatrizante și fotoprotectoare, camazulena a fost încorporată în unguent ca ingredient biologic activ. Concentrația utilizată a variat între 0,2 % și 10,0 % [4]. Conținutul procentual de camazulenă a fost determinat în extractele din *Matricaria chamomilla* și *Artemisia absinthium*. Rezultatele au indicat valori de 2,47 %, respectiv 9,43 %.

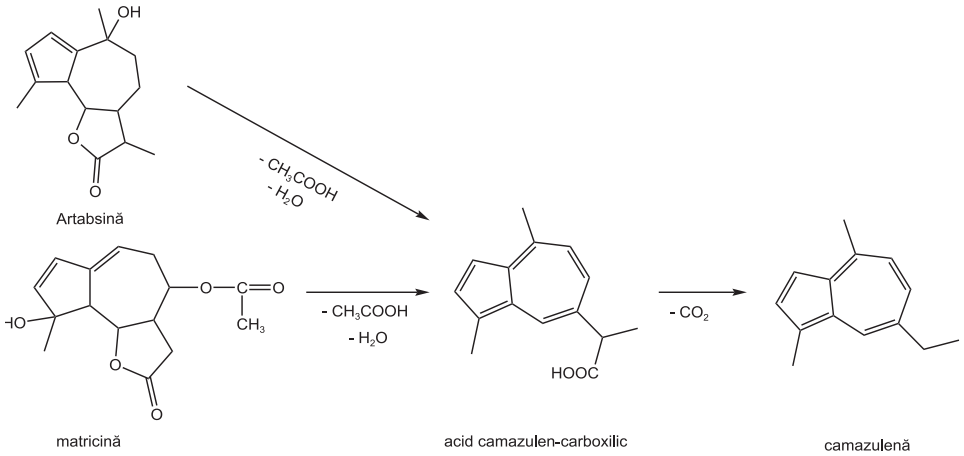



**Figura 2.** Formarea camazulenei din matricină (*Matricaria chamomilla*) și artabsină (*Artemisia absinthium*)

Acidul azelaic a fost obținut prin sinteză chimică. S-a izolat substanță pură, cu o masă totală de 10,0389 g. Randamentul procesului a fost de 12,7 %. Produsul rezultat a fost supus analizei fizico-chimice. Parametrii determinați au corespuns specificațiilor din documentația tehnico-normativă, respectiv Farmacopeea Rusă, ediția a XV-a.

Formularea unguentului a inclus, pe lângă substanțele active, o bază formată din excipienți farmaceutici clasici: lanolină anhidră și vaselină albă. Aceștia au fost selectați pentru proprietățile lor de emoliere, stabilitate și compatibilitate cu pielea. Produsul final a fost evaluat din punct de vedere organoleptic. De asemenea, au fost analizați indicii de calitate, precum indicele de aciditate, indicele de peroxid, densitatea și indicele de refracție. A fost evaluată și capacitatea sistemului de a încorpora substanțele active și a fost propusă o rețetă de unguent cu potențial antiacneic (Tab. 1). Masa totală a preparatului a fost de 25,0 g. A fost determinat conținutul procentual de camazulenă în extractul de *Matricaria chamomille* acesta constituie 2,47 % și în extractul de *Artemisia absinthium* constituie 9,43 %.

Rețeta unguentului a fost elaborată în concordanță cu obiectivele stabilite și pe baza literaturii de specialitate. Au fost selectate componente care pot neutraliza reacțiile adverse ale acidului azelaic. Totodată, acestea oferă un efect sinergic, manifestând acțiune antiinflamatoare, bactericidă, antifungică și cicatrizantă. Unguentul obținut

respectă cerințele Farmacopeei Române, ediția a X-a. Pentru a putea fi utilizat în tratamentul acneei, sunt necesare teste suplimentare. Acestea includ analize microbiologice, analize toxicologice și studii clinice. Rezultatele obținute au confirmat compatibilitatea între componentele selectate. De asemenea, s-a demonstrat stabilitatea fizico-chimică a produsului finit. Unguentul respectă normele tehnico-normative actuale. Prezintă potențial ridicat pentru utilizare ca tratament topic antiacneic. Efectul terapeutic este potențat prin asocierea acidului azelaic cu substanțe active de origine vegetală.

**Tabelul 1.** Compoziția probei de unguent cu potențiale proprietăți antiacneice

| Componentul | Masa, g | Conținutul, % |
|---|---|---|
| Acid azelaic | 5,0000 g | 20% |
| Extract de pelin cu conținut de camazulenă | 2,0000 g | 8% |
| Ulei de aloe vera | 10,0000 g | 40% |
| Vaselină | 4,0000 g | 16% |
| Lanolină | 4,0000 g | 16% |

Lucrarea are o valoare aplicativă semnificativă. Oferă o alternativă viabilă produselor comerciale existente. În plus, valorifică resurse vegetale locale în formularea unui produs cu impact benefic asupra sănătății pielii.

În concluzie, au fost analizate aspectele clinice ale acneei și factorii etiopatogenetici implicați în apariția acesteia. A fost propusă o rețeptură cu proprietăți antiacneice. Formula include acid azelaic, extract de *Artemisia absinthium* cu conținut de camazulenă și ulei de *Aloe Vera*. Compoziția propusă respectă cerințele documentației tehnico-normative. Pentru validarea completă a eficienței terapeutice sunt necesare cercetări suplimentare. Acestea includ analiza HPLC, testări microbiologice și studii clinice aprofundate

**Referințe:**


1. АНДРЕЕВА, Е. Н., ШЕРЕМЕТЬЕВА, Е. В., ГРИГОРЯН, О. Р. Акне - болезнь цивилизации. В: *Проблемы репродукции*. Т. 26, №1, 2020, сс. 6-12.
2. BEZIE, Z., DEBOCH, B., AYELE, D., et.al. *Common skin diseases*, Jimma University, 2005.
3. IRAJI, F., SADEGHINIA, A., SHAHMORADI, Z., et.al. Efficacity of topical azelaic acid gel in treatment of mild – moderate acne vulgaris. In: *Indian J. Dermatol Venereol Leprol*, martie - aprilie 2007, Vol 73, Isfahan, Iran. pp. 92-94.
4. УАНКПО, БЕРЖЕ, Б., и др. Оценка качества препаратов ромашки аптечной. Фармация. № 6. СПХФА. Санкт-Петербург, 2008, pp. 19-24.


*Recomandat*
***Maria CULEA**, asist. univ.*

# OBȚINEREA ȘI CARACTERIZAREA EXTRACTULUI DE *ALOE VERA* CA POTENȚIAL INGREDIENT ÎN PRODUSELE COSMETICE

***Valeria PANAINTE*,**
*masterand, anul I, Facultatea de Chimie și Tehnologie Chimică,*
*Universitatea de Stat din Moldova*

**CZU: 665.58:[54.021:582.573.41]** E-mail: tpcm20panainte.valeria@gmail.com

*Aloe Vera* este o plantă recunoscută pentru multiple proprietăți terapeutice, fiind utilizată pe scară largă în industria cosmetică, farmaceutică și alimentară. Scopul principal al acestei lucrări este identificarea și caracterizarea compușilor activi din extractul de *Aloe Vera* și evaluare proprietățile antioxidante, pentru optimizarea procesului de extracție și identificarea potențialelor aplicații în industria cosmetică.

Compoziția structurală a frunzei de *Aloe Vera* constă din 3 părți: coaja verde exterioară; perimetrul pulpei mucilaginoase (unde se conține latexul); pulpă mucilaginoasă (gel) interioară, limpede, care este cea mai mare parte din volumul frunzei [1, 2]. Pulpa brută de *Aloe Vera*, conține aproximativ 98,5 % apă, iar gelul de *Aloe Vera* conține 99,5 %, iar restul (0,5-1 %) reprezintă conținutul total de solide, în care intră o serie de compuși: polizaharide (55 %), carbohidrați (17 %), minerale (16 %), proteine (7 %), lipide (4 %) și compuși fenolici (antrachinone, flavonoide) (1 %) [3-5]. Principalii compuși responsabili de potențialele efecte antioxidante, cicatrizante, hidratante sun prezentați în figura 1.

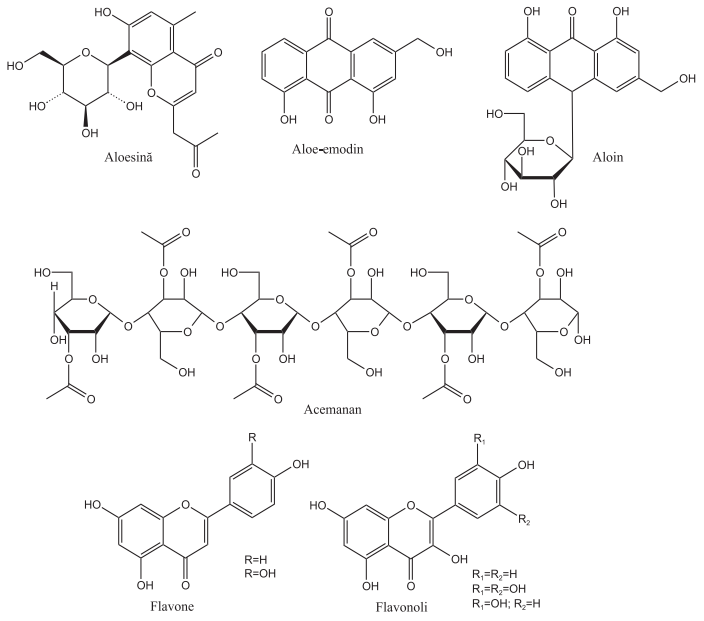



**Figura 1.** Structura chimică a principalilor compuși biologic activi izolați din *Aloe Vera*

Partea experimentală a inclus etapele de extracție a gelului, analiza compoziției extractului, și testarea proprietăților fizico-chimice și antioxidante a acestuia. Extractul s-a obținut printr-o metodă simplificată, care presupune spălarea frunzelor de *Aloe Vera* cu apă distilată, apoi tăierea marginilor ascuțite a frunzei și a 5 cm de la vârful și baza frunzei. Ulterior, frunza se menține în poziție verticală timp de 15 min, pentru a fi drenat latexul amar. Apoi se îndepărtează coaja verde exterioară. Extractul de *Aloe Vera* se obține prin trecerea și presarea manuală a gelului printr-un filtru de tifon și se depozitează la 4 °C pentru utilizare ulterioară [2].

Investigațiile bibliografice au arătat că gelul de *Aloe Vera* din plante de până la 1 an conține de patru ori mai puțini compuși fenolici totali și polizaharide, iar conținutul de flavonoide este de zece ori mai mic comparativ cu cel din plante de 3 ani [3,5,6]. Pentru a confirma acest fapt, în lucrare au fost analizate două extracte de gel, obținute din frunze de *Aloe Vera* cu vârste de 1 și 3 ani.

A fost determinată compoziția chimică, procentuală, a extractelor de *Aloe Vera*, din totalul de substanțe solide (0,5%), determinate în această lucrare și prezentate în tabelul 1. S-a determinat conținutul de compuși fenolici, cu ajutorul reactivului Folin-Ciocâlteau, conținutul de flavonoide cu ajutorul clorurii de aluminiu și conținutul total de polizaharide prin metoda fenol-acid sulfuric [2].

**Tabelul 1.** Compoziția chimică procentuală a extractelor de *Aloe Vera*, din totalul de substanțe solide

| Compușii din *Aloe Vera* Extractul de *Aloe Vera* | Polifenoli totali, % | Flavonoide (din polifenoli totali), % | Antrachinone și alți polifenoli (din polifenoli totali), % | Polizaharide, % | Alți compuși, % |
|---|---|---|---|---|---|
| Extract– frunză de 3 ani | 2,50 | 0,60 | 1,90 | 56,00 | 41,50 |
| Extract– frunză de 1 an | 0,70 | 0,06 | 0,64 | 13,00 | 86,30 |

Activitatea antioxidantă a gelului de *Aloe Vera* a fost demonstrată prin metodele ABTS și DPPH, obținându-se valori comparabile cu cele din literatura de specialitate și procente ridicate de inhibiție a radicalilor liberi (ABTS: 85,6–97,2%, DPPH: 10,9–45,2%) [5-6]. Aceste rezultate confirmă prezența compușilor biologic activi, precum polizaharidele și compușii fenolici, care susțin potențialul terapeutic al gelului. A fost determinată concentrația eficientă la 50 % prin metoda cu utilizarea radicalilor liberi DPPH, care este 130,2 mg/L ET, iar prin metoda cu utilizarea cation radicalilor ABTS, $EC_{50}$ a extractului de *Aloe Vera* este 137,7 mg/L ET. Conform rezultatelor obținute prin ambele metode, folosite în studiu se constată că $EC_{50}$ sunt aproape egale. În plus, gelul a demonstrat o activitate antioxidantă semnificativă, comparabilă cu antioxidanții standard (acid ascorbic, quercetină).

Reieșind din faptul că efectul antioxidant al extractului de *Aloe Vera* a fost demon-

strat, iar de efectul cicatrizant sunt responsabili polizaharidele (precum Acemanan), polifenoli (precum Aloe-emodin, aloin, aloesină, flavonoide) și glicoproteinele, s-a propus formularea unei creme-gel topice cu efecte cicatrizante și antioxidante pe baza extractului de *Aloe Vera*, care este un potențial ingredient în produsele cosmetice.

Analizele organoleptice și fizico-chimice au confirmat calitatea cremei-gel, care are consistență uniformă, miros plăcut, culoare specifică, stabilitate corespunzătoare și pH compatibil cu pielea.

**Concluzii**

1. Compoziția chimică și activitatea antioxidantă a extractului de *Aloe Vera* sunt influențate semnificativ de vârsta plantei, extractul din frunza de 3 ani are un conținut mult mai mare de compuși fenolici, flavonoide și polizaharide, comparativ cu cel din frunza de 1 an.
2. Activitatea antioxidantă ridicată a extractului de *Aloe Vera* a fost confirmată prin metodele ABTS și DPPH, ceea ce-i poate confirma potențialul antioxidant și terapeutic valoros.
3. Formularea topică obținută, are potențiale efecte antioxidante și cicatrizante, deoarece extractul de *Aloe Vera* le posedă și corespunde cerințelor de calitate stipulate în legislația națională.

**Referințe:**


1. NSANGOU, A., SIBIESCU, D., NKEMAJA, D., PIERRE, M., EBANDA, F., HAMBATÉ, V. Benchmarking on *Aloe Vera* gel extraction. In: *Buletinul Institutului Politehnic din Iași (Secția Chimie și Inginerie Chimică)*, nr. 69(73), 2023. pp. 83-9. ISSN 2537-2947/ISSNe 0254-7104.
2. CHANDEGARA, V., VARSHNEY, A. *Aloe vera L*. processing and products: A review. In: *Int. Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 4(3), 2013, pp. 492-506. ISSN 2249 – 4340.
3. HAMMAN, J. Composition and Applications of *Aloe vera* Leaf Gel. In: *Molecules*, 13(8), 2008, pp. 1599-1616. https://doi.org/10.3390/molecules13081599.
4. KAHRAMANOGLU, I., CHUYING, C., JINYIN, C., CHUNPENG, W. Chemical Constituents, Antimicrobial Activity and Food Preservative Characteristics of *Aloe Vera* Gel. In: *Agronomy*, 9(12), 2019, pp. 831-849. ISSNe 2073-4395. https://doi.org/10.3390/agronomy9120831.
5. SATRUHAN, Dk, P. A review on phytochemicals composition and medicinal properties of *Aloe vera* plant. In: *International Journal of Pharmacognosy and Life Science*, 1(3), 2022, pp. 50-55. ISSN 2707-2827/ISSNe 2707-2835. https://doi.org/10.33545/27072827.2022.v3.i1a.66.
6. BOLIGON, A., MACHADO, M., ATHAYDE, M. Technical Evaluation of Antioxidant Activity. In: *Medicinal chemistry,* 7(4), 2014, pp. 517-522. ISSN 2161-0444/ ISSNe 2161-0444.


*Recomandat*
***Angela LIS,** dr., lector univ.*

# APLICAREA INTELIGENȚEI ARTIFICIALE ÎN STUDIUL FENOMENELOR COSMICE

***Denis DONCILĂ*,**
*student anul III, Facultatea de Fizică și Inginerie,*
*Universitatea de Stat din Moldova*

**CZU: 004.89:524** E-mail: denis.doncila2003@gmail.com

În prezent, astronomia și astrofizica sunt niște domenii foarte importante pentru științele fundamentale. Noile tehnologii de studiere a universului oferă o cantitate enormă de date, aproximativ 57.2 GB pe zi [1], care nu pot fi procesate doar cu ajutorul forțelor umane. Acest volum mare de date necesită automatizare în procesul analizării acestora. În acest context, rolul IA în revoluționarea cercetărilor astronomice este major, algoritmii de învățare automată permit analizarea rapidă a datelor și descoperirea de obiecte cosmice noi, contribuind astfel la o înțelegere mai bună a universului.

Pentru dezvoltarea unui model neuronal de clasificare a galaxiilor este necesar să înțelegem câteva noțiuni de bază:

- **Rețelele neuronale** sunt un subtip al învățării automate și constituie fundamentul algoritmilor de învățare profundă. Acestea sunt alcătuite din mai multe straturi de noduri, incluzând un strat de input, unul sau mai multe straturi ascunse și un strat de output. Fiecare nod este conectat la altul și are asociată o pondere și un prag. Dacă rezultatul unui nod individual depășește valoarea pragului stabilit, acel nod este activat și transmite datele către următorul strat al rețelei. Dacă nu, nici o informație nu este transmisă mai departe [2].
- **Învățarea supravegheată** se bazează pe seturi de date etichetate pentru antrenarea algoritmilor, permițându-le acestora să facă predicții pe baza exemplelor anterioare. În astrofizică, această tehnică este frecvent utilizată pentru sarcini precum clasificarea obiectelor celeste și prezicerea proprietăților entităților cunoscute [3].

Un alt aspect important este **clasificarea galaxiilor**, care organizează aceste vaste structuri cosmice în categorii distincte pe baza caracteristicilor lor morfologice. Cea mai larg recunoscută schemă de clasificare este secvența Hubble, stabilită de astronomul Edwin Hubble la începutul secolului XX. Aceasta împarte galaxiile în patru tipuri principale: spirală, eliptică, lenticulară și neregulată [4].

Pentru a crea modelul neuronal am parcurs câțiva pași esențiali. Primul pas este prelucrarea datelor pentru antrenare și testare, care au fost luate din proiectul Galaxy

Zoo [5]. În timpul normalizării, vom transforma datele astfel încât fiecare caracteristică să aibă media **0** și abaterea standard **1**, acest proces este cunoscut sub numele de **standardizare**. Categoriile de clasificare (SPIRAL, ELLIPTICAL, UNCERTAIN) au fost convertite într-un format numeric utilizabil de algoritmii de învățare automată prin tehnica **one-hot encoding**.

După aplicarea tehnicilor de procesare și prelucrare, setul de date curățat și normalizat a fost împărțit în două subseturi principale:

- **Setul de antrenare** (80%) – utilizat pentru ajustarea parametrilor modelului.
- **Setul de testare** (20%) – folosit pentru a evalua performanța modelului pe date noi și a preveni suprapotrivirea (overfitting).

Modelul de clasificare a fost construit folosind o rețea neuronală artificială (Artificial Neural Network - ANN), implementată cu biblioteca TensorFlow/Keras. Structura modelului a fost configurată astfel:

- **Stratul de intrare:** Numărul de neuroni corespunde numărului de caracteristici selectate din setul de date.
- **Două straturi ascunse:** Fiecare strat conține un număr optimizat de neuroni, cu funcția de activare ReLU (Rectified Linear Unit), pentru a introduce non-liniaritate în model.
- **Stratul de ieșire:** Conține trei neuroni, corespunzători celor trei clase posibile, folosind funcția de activare softmax pentru a genera probabilități de apartenență la fiecare categorie.

Pentru antrenarea modelului, au fost selectați anumiți hiperparametri optimi:

- **Funcția de pierdere:** Categorical Crossentropy, potrivită pentru probleme de clasificare multi-clasă.
- **Optimizator:** Adam, un algoritm avansat de optimizare, care ajustează coeficienții de învățare pentru o convergență rapidă.
- **Metrică de evaluare:** Acuratețea, utilizată pentru a măsura performanța modelului.
- **Număr de epoci:** 50, asigurând o antrenare suficientă fără risc ridicat de overfitting.
- **Dimensiunea batch-ului:** 16, pentru a echilibra viteza de antrenare și utilizarea eficientă a memoriei

După antrenare, modelul a fost testat pe setul de testare pentru a calcula acuratețea și alte metrici relevante. În urma procesului de antrenare și evaluare, modelul a fost salvat în format **HDF5** (*Hierarchical Data Format*), permițând reutilizarea sa pentru clasificarea de noi obiecte cosmice în cadrul unei aplicații interactive.

Un alt aspect practic important a fost crearea unei interfețe grafice a se vedea ***figura 1*** (GUI) pentru a permite utilizatorilor să interacționeze cu modelul. Interfața a fost realizată utilizând librăria Tkinter, ceea ce a permis utilizatorilor să introducă datele necesare pentru predicție, să vizualizeze rezultatele și să înțeleagă mai bine procesul de clasificare.

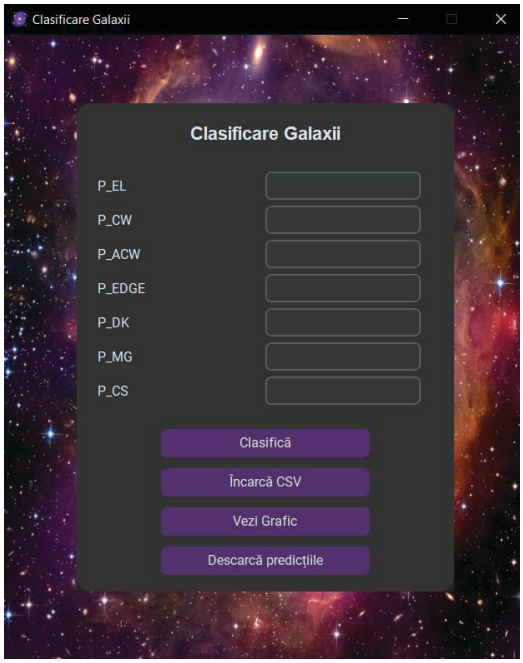



**Figura. 1**. Interfața grafică de interacțiune cu utilizatorul a clasificatorului de galaxii

**Concluzii.**

În urma implementării și testării modelului de învățare automată pentru clasificarea obiectelor cosmice, s-au obținut rezultate promițătoare, indicând că tehnicile de machine learning pot fi utilizate eficient în analiza și clasificarea galaxiilor. Modelul antrenat a reușit să identifice tipurile de galaxii (spirale, eliptice, incert) cu un nivel acceptabil de acuratețe, oferind o soluție automată pentru clasificarea acestora.

**Referințe:**

- **Site-uri:**

1. Quick Facts | Webb [accesat: 30.03.2025] . Disponibil https://webbtelescope.org/quick-facts
2. What are convolutional neural networks? [accesat: 30.03.2025] . Disponibil https://www.ibm.com/think/topics/convolutional-neural-networks
3. Artificial Intelligence for Science in Quantum, Atomistic, and Continuum Systems [accesat: 30.03.2025] . Disponibil https://arxiv.org/abs/2307.08423
4. Edwin Hubble [accesat: 30.03.2025] . Disponibil https://science.nasa.gov/people/edwin-hubble/
5. Galaxy Zoo Data [accesat: 25.03.2025] . Disponibil https://data.galaxyzoo.org

*Recomandat*
***Maria BELDIGA**, dr., conf.univ.*

# ATOMI CU DOUĂ NIVELURI ÎNTR-UN CÂMP LASER INTENS

***Alexandr CUDREAȘOV,***
*masterand, anul I, Facultatea de Fizică și Inginerie,*
*Universitatea de Stat din Moldova*

**CZU: 535.14:621.373.8** E-mail: alexander.cudreasov@gmail.com

Spectrul fluorescenței de rezonanță colective al unei perechi de emițători cu două niveluri care interacționează reciproc este investigat. Este propusă o nouă metodă de estimare a numărului de emițători într-un ansamblu pompat de un câmp electromagnetic coerent (de exemplu, un laser), când intensitatea cuplajului interatomic de tip dipol-dipol depășește rata colectivă de dezintegrare spontană.

Comportamentul colectiv al emițătorilor cu două niveluri care interacționează strâns între ele reprezintă un domeniu fundamental de cercetare [3, p.238]. Înțelegerea modelelor ce descriu comportamentul acestor emițători sub influența unui câmp laser intens, mai ales în situațiile în care interacțiunile dipol-dipol joacă un rol semnificativ, este crucială pentru avansarea cunoștințelor despre fluorescența de rezonanță, precum în cazul atomilor de hidrogen [10]. Pentru a crea acest regim optim, este necesar ca ansamblul studiat să fie concentrat într-un volum spațial ale cărui dimensiuni liniare sunt mai mici decât lungimea de undă emisă. Această constrângere este necesară pentru a satisface așa numita limită Dicke, ce permite de a aproxima ansamblul de atomi ca un sistem colectiv, și trecerea la așa zisele stări îmbrăcate atom-laser [5]. Studiul în cauză implementează o serie de aproximări cum ar fi aproximația dipolului electric [2, p.248], aproximația undei rotative [9, p.152], iar sistemul de referință se rotește cu frecvența de pompaj al laserului [4]. Astfel următorul Hamiltonian descrie modelul cercetat [1]:

$$H = \sum_k \hbar(\omega_k - \omega_L)a_k^\dagger a_k + \hbar\Delta S_z + \hbar\Omega\,(S^+ + S^-) - \hbar\,\tilde{\delta}S^+S^- + i\sum_k \left[(\overrightarrow{g_k}\cdot\vec{d})(a_k^\dagger S^- - S^+ a_k)\right],$$

unde $\square_k$, $\square_L$, $\square$, $\Omega$, $\widetilde{\square}$, $\overrightarrow{g_k}$, $\vec{d}$, $a_k^\dagger$, $a_k$, $S^+$, $S^-$ reprezintă respectiv modul ***k*** al vidului, frecvența laserului, $\square_0 - \omega_L + \tilde{\delta}$ așa numitul decalaj de frecvență, frecvența Rabi, intensitatea cuplajului dipol-dipol redusă [6], intensitatea cuplajului dintre atomi și modurile vidului, momentul dipolului electric, și operatorii de creare-anihilare al vidului si respectiv al atomilor. Ultimul termen din Hamiltonian este considerat partea de interacțiune $\boldsymbol{H_I}$, iar termenele rămase reprezintă Hamiltonianul neperturbat $\boldsymbol{H_0}$, al sistemului.

Astfel, în reprezentarea de interacție $H_i(t) = U(t)H_I U^{-1}(t)$, unde $U(t) = ex\left(\frac{iH_0 t}{\hbar}\right)$ este o transformare unitară. În acest context, nivelurile de energie ale atomilor suferă câte o despicare datorită interacțiunii puternice cu câmpul

de pompaj și, respectiv, a interacțiunii dipol-dipol, fenomen cunoscut sub denumirea de stări îmbrăcate ale tranzitiilor între populatiile nivelurilor atomice, unde $|e\rangle_j = cos\ cos\ (\square)\ |\tilde{e}\rangle_j - sin\ sin\ (\square)\ |\tilde{g}\rangle_j$ și $|g\rangle_j = sin\ sin\ (\square)\ |\tilde{e}\rangle_j + cos\ cos\ (\square)\ |\tilde{g}\rangle_j$, unde $|\tilde{e}\rangle$ și $|\tilde{g}\rangle$ sunt stările îmbrăcate fundamentale și, respectiv, excitate ale atomilor, cu ***j=1, 2***. Această schimbare de funcții proprii ne permite diagonalizarea $\boldsymbol{H_0}$ și obținerea operatorilor de creare și anihilare exprimați în aceste stări îmbrăcate $R^+ = \sum_{j=1}^{2} |\tilde{e}\rangle_j j\langle\tilde{g}|$, $R^- = [R^+]^\dagger$. Astfel 2 atomi cu stări îmbrăcate colectiv [7] au forma $|E\rangle = |\tilde{e}_1\tilde{e}_2\rangle$, $|S\rangle = (|\tilde{e}_1\tilde{g}_2\rangle + |\tilde{e}_2\tilde{g}_1\rangle)/\sqrt{2}$, $|A\rangle = (|\tilde{e}_1\tilde{g}_2\rangle - |\tilde{e}_2\tilde{g}_1\rangle)/\sqrt{2}$, $|G\rangle = |\tilde{g}_1\tilde{g}_2\rangle$ , iar operatorii de creare și anihilare sunt exprimați din nou în baza acestui set nou de funcții proprii, și introduși în ecuația master [1], ceea ce conduce la expresia generală a spectrului de fluorescență de rezonanță staționară pentru modelul colectiv,

$$S(\nu) = \left(\frac{1}{6}\right)\left\{4\left(\frac{\left(\frac{\gamma}{2}\right)}{\left(\left(\frac{\gamma}{2}\right)^2 + (\nu - \omega_L)^2\right)}\right) + \left(\frac{\left(\frac{5\gamma}{4}\right)}{\left(\left(\frac{5\gamma}{4}\right)^2 + \left(\nu - \omega_L - 2\Omega - \frac{\delta}{2}\right)^2\right)}\right) + \left(\frac{\left(\frac{5\gamma}{4}\right)}{\left(\left(\frac{5\gamma}{4}\right)^2 + \left(\nu - \omega_L - 2\Omega + \frac{\delta}{2}\right)^2\right)}\right) + \left(\frac{\left(\frac{5\gamma}{4}\right)}{\left(\left(\frac{5\gamma}{4}\right)^2 + \left(\nu - \omega_L + 2\Omega + \frac{\delta}{2}\right)^2\right)}\right) + \left(\frac{\left(\frac{5\gamma}{4}\right)}{\left(\left(\frac{5\gamma}{4}\right)^2 + \left(\nu - \omega_L + 2\Omega - \frac{\delta}{2}\right)^2\right)}\right)\right\},$$

unde $\boldsymbol{\nu}$ este frecvența de emisie fotonică, $\boldsymbol{\gamma}$ lățimile de emisii adică rata de dezintegrare spontană. Spectrul de emisie (*Fig.1.b*) a stărilor colective îmbrăcate (*Fig.1.a*) [1]:

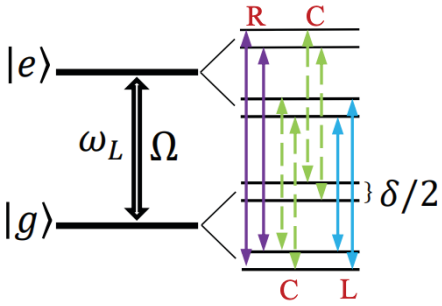



***Figura 1.a.*** *Tranzițiile (RCL) stărilor îmbrăcate ale spectrului de fluorescență de rezonanță a unei perechi de atomi în limita Dicke.*

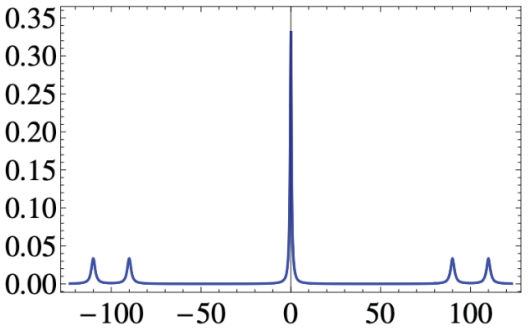



***Figura 1.b****. Spectrul fluorescenței de rezonanță colectivă* ***S(ν)/4****, ca funcție de* ***Δ*** *în raport cu* ***γ****, în limitele* ***Ω = 50γ****,* ***Δ= 0*** *și* ***δ = 0,4Ω*** *respectiv.*

Se observă că, atunci când frecvența Rabi depășește rata colectivă de dezintegrare spontană, însă este comparabilă cu intensitatea interacțiunii dipol-dipol, la o intensitate constantă a cuplajului dipol-dipol a perechii de atomi, spectrul colectiv de rezonanță fluorescentă prezintă 5 linii spectrale distincte. Fiecare bandă laterală conține 2 linii spectrale, ceea ce permite determinarea directă a numărului de emițători. Numărul emițătorilor din ansamblu poate fi estimat prin numărarea liniilor

spectrale din benzile laterale ale spectrului de fluorescență. Este important de a sublinia că dacă interacțiunea dipol-dipol este de același ordin de mărime, sau mai mică decât rata colectivă de dezintegrare spontană, dar totuși nu este neglijabilă, spectrul devine asemănător cu așa numitul triplet Mollow [8], unde liniile spectrale ale benzilor laterale se lărgesc proporțional cu intensitatea cuplajului dipol-dipol, respectiv.

**Referințe:**


1. BARDETSKI, P., MACOVEI, M. A. Dipole-dipole-interacting two-level emitters in a moderately intense laser field. În: *Physical Review A*, 2024, vol.110, nr.4, pp.043720-1–043720-9.
2. BETHE, H. A., SALPETER, E. E. *Quantum Mechanics of One- and Two-Electron Atoms.* New York: Academic Press, 1957, 248 p.
3. COHEN-TANNOUDJI, C. *Atoms in Electromagnetic Fields.* London: World Scientific, 1994. 238 p.
4. CORDES, J. C. The secular approximation with dipole-dipole interaction. În: *J. Phys. B: At. Mol. Phys.*, 1987, vol.20, pp.1433–1443.
5. DICKE, R. H. Coherence in Spontaneous Radiation Processes. În: *Physical Review*, 1954, vol.93, nr.1, pp.99–110.
6. GROSS, M., HAROCHE, S. Superradiance: An essay on the theory of collective spontaneous emission. În: *Phys. Rep.*, 1982, vol.93, pp.301–396.
7. LEHMBERG, R. H. Radiation from an N-atom system. II. Spontaneous emission from a pair of atoms. În: *Physical Review A*, 1970, vol.2, pp.889–896.
8. MOLLOW, B. R. Power Spectrum of Light Scattered by Two-Level Systems. În: *Physical Review*, 1969, vol.188, pp.1969–1975.
9. SCULLY, M. O., ZUBAIRY, M. S. *Quantum Optics.* Cambridge (Marea Britanie): Cambridge University Press, 1997, 152 p.
10. ZUBIZARRETA CASALENGUA, E., LAUSSY, F. P., DEL VALLE, E. Two photons everywhere. În: *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 2024, nr.2281, vol.382, pp.1-25.



*Sprijin financiar oferit de Ministerul Educației și Cercetării, prin grantul nr.011205.*


*Recomandat*
***Mihai MACOVEI**, dr. hab., conf.univ.*

# СОЗДАНИЕ ОПТИМАЛЬНО МИНИМАЛИСТИЧНОГО ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ЛИЧНЫХ ФИНАНСОВ

***Дмитрий АРАБАДЖИ,***
*студент 3-го курса, Факультет Физики и Инженерии,*
*Государственный Университет Молдовы*

**CZU: 004.774:330.567.22** E-mail: arabadjidmitrii@gmail.com

В данной работе я провел анализ эффективной стратегии ведения личного бюджета и создал оптимально минималистичное веб-приложение, то есть инструмент, который является одновременно простым и полностью отвечает необходимым требованиям.

Оптимизация личного бюджета часто является недооцененным шагом в повседневной жизни, что приводит к нерациональным расходам и отсутствию результатов в достижении финансовых целей, что напрямую влияет на благосостояние и качество жизни каждого отдельного человека и общества в целом.

Цели и задачи данной работы – создание оптимально минималистичного веб-приложения личных финансов, которое может стать простым в использовании и эффективным инструментом ведения бюджета. Современный рынок предоставляет множество приложений для ведения бюджета, но большинство из них «перенасыщены» функциями, что создает сложность, особенно на начальном этапе, и необходимость в более простом решении.

Ключевая особенность— концепт «Income – Expense – Planning», который охватывает три важнейших аспекта: учет доходов, контроль расходов и планирование финансовых целей. На странице Income (Рис.1) пользователь вводит свои доходы. Это позволяет точно знать доступную для расходов сумму. При добавлении дохода, «карточка» с суммой и категорией появляется в окне Income Summary. В карточках также есть информация о том, какой процент от общей суммы доходов, составляет именно эта категория доходов, что позволяет определить зависимость от нее. «Overall Income» подсчитывает полную сумму доходов со всех категорий в этом месяце.

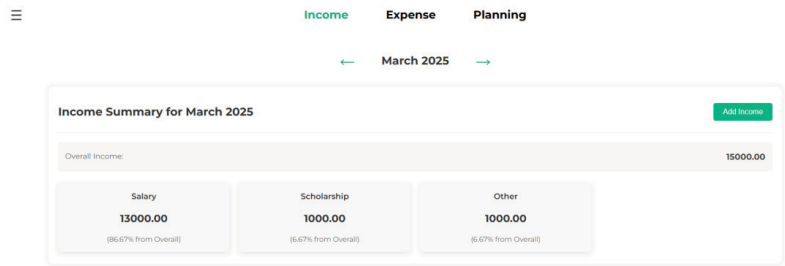



**Рис.1.** Скриншот интерфейса приложения, вкладка: Income.

На странице Expense (Рис. 2) пользователь распределяет / записывает свои расходы. Это можно сделать как по факту расхода, так и заранее, зная сумму, которую необходимо будет потратить. Интерфейс сделан аналогичным странице Income, что позволяет сохранять простоту приложения. В отличие от страницы Income, карточки с категорией расходов всегда находятся в окне Expense Summary. Это сделано для того, чтобы пользователь мог визуализировать необходимые категории расходов и грамотно распределять бюджет. «Overall Expenses» показывают общую сумму расходов в этом месяце, а «Available Money» показывают доступную для расходов сумму. Отдельно выделены «карточки» финансовых целей. Идея состоит в том, что после распределения всех необходимых расходов, пользователь может направить оставшиеся средства на поставленные финансовые цели.

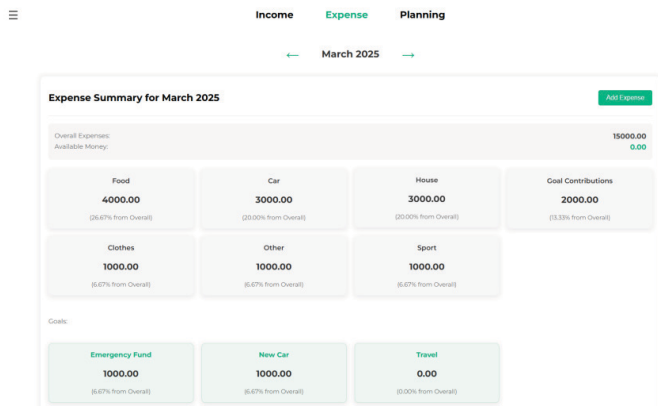



**Рис.2.** Скриншот интерфейса приложения, вкладка: Expense.

На странице Planning (Рис. 3) пользователь может ставить финансовые цели и отслеживать прогресс по их реализации. Поставленные цели также появятся как отдельная категория расходов на странице Expense, чтобы пользователь мог визуализировать необходимость расходов на эту цель. Целям можно присваивать приоритет, ставить цель и отслеживать прогресс. Интерфейс сделан по аналогии со страницами Income и Expense для сохранения простоты приложения.

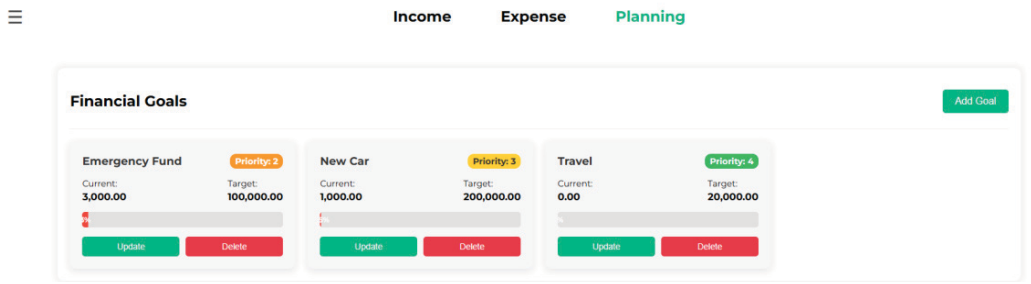



**Рис. 3.** Скриншот интерфейса приложения, вкладка: Planning.

Самым сложным в моем исследовании было создание back-end части, которая должна отвечать требованиям безопасности, надежности и корректно осуществлять транзакции. Для реализации этой части приложения был использован язык программирования PHP. Для создания удобного пользовательского интерфейса был использован язык разметки HTML, языка декорирования CSS и языка программирования JavaScript.

В результате, получилось создать простое веб-приложение, которое содержит самые необходимые функции для эффективного ведения личного бюджета. Простота сохраняется за счет небольшого количества функций, минималистичного дизайна и аналогичности интерфейса на всех страницах веб-приложения. Концепт «Income – Expense – Planning» позволяет контролировать расходы и доходы, анализировать зависимость от разных источников, ставить финансовые цели и достигать их. Данное веб-приложение является отличным инструментом для повышения финансовой грамотности и реализации финансовых целей.

**Библиография:**


1. Учебник по HTML5. https://moodle.usm.md/pluginfile.php/295259/mod_resource/content/1/niderst_robbins_html5_css3_i_j.pdf (дата посещения ресурса: 26.03.2025)
2. Учебник по PHP8. https://moodle.usm.md/pluginfile.php/410410/mod_resource/content/1/PHP8_Prettyman%20S.%20-%20Learn%20PHP%208%20-%202020.pdf (дата посещения ресурса: 26.03.2025)
3. Учебник по Javascript. https://learn.javascript.ru/ (дата посещения ресурса: 26.03.2025)


*Рекомендовано*
***Вадим СИРКЕЛИ**, др., конф. унив.*

# MODULATOR CU STABILIZARE PID

***Oxana ROSTOVȚEV*,**
*studentă, anul II, Facultatea Fizică și Inginerie, Universitatea de Stat din Moldova*

**CZU: 535.21:621.4** E-mail: rostovtev.oxana@gmail.com

sistemul de modulare a fascicolului optic este un dispozitiv mecanic care produce o întrerupere aperiodică a unui fascicol de lumină, prin mascarea și demascarea alternativă a luminii care trece prin el și este destinat aplicațiilor în domeniul măsurătorilor [1],[2]. Soluția propusă include un disc optic, un motor BLDC (fără perii) [3] cu driver DRV11873, un sensor optic și un microcontrolor ESP32 [4],[5]. Softul presupune un algoritm de control PID pentru stabilizarea frecvenței și fazei semnalului optic, generând semnale PWM.

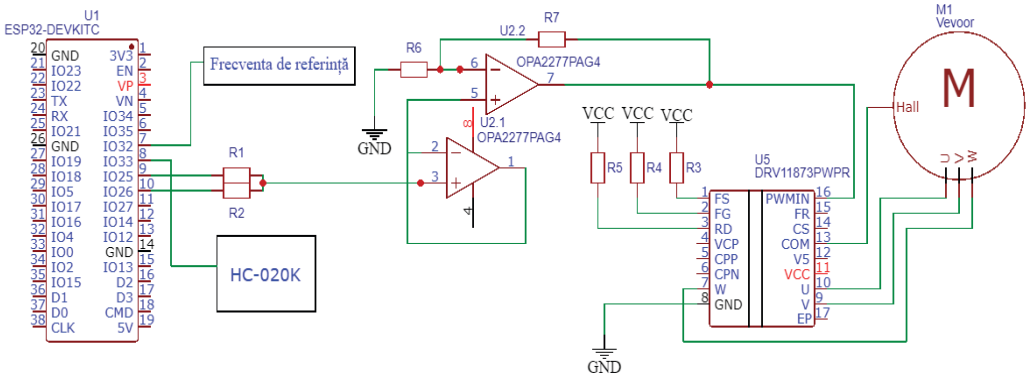



**Figura 1.** Schema unității de control

Schema unității de control din Fig.1 integrează un sistem de reglare automată pentru stabilizarea frecvenței de rotație motorului. Procesul începe cu microcontrollerul ESP32, care generează semnale PWM cu ciclu de funcționare variabil. Aceste semnale sunt transmise către driverul DRV11873, responsabil pentru transformarea lor într-un format adecvat antrenării motorului. Motorul rotește un disc optic cu 10 orificii, generând o frecvență de modulare. Viteza discului este monitorizată în timp real de senzorul HC-020K , care emite impulsuri la trecerea orificiilor. Semnalul primit este condiționat de amplificatorul OPA2277PAG4 [6]. Datele sunt trimise înapoi către ESP32, unde sunt comparate cu o frecvență de referință prestabilită. Pe baza acestei comparații, microcontrollerul aplică un algoritm PID (Proporțional-Integral-Derivativ), descris de ecuația:

$$U(t) = K_p e(t) + K_i \int e(t)dt + K_d \frac{de(t)}{dt}$$

unde e(t) reprezintă diferența dintre frecvența curentă în raport cu cea de referință.

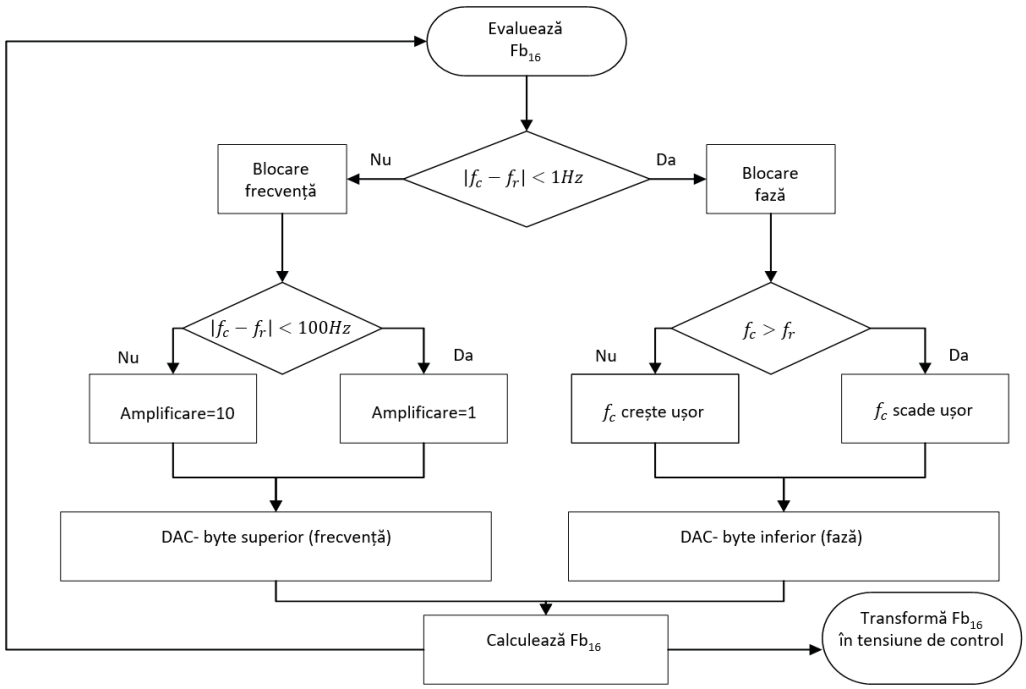



**Figura 2.** Algoritmul de reglare a frecvenței și fazei

Diagrama din Fig.2 descrie un algoritm de reglare a frecvenței care asigură sincronizarea dintre frecvența curentă (*fc*) și cea de referință (*fr*). Procesul începe prin evaluarea diferenței dintre cele două frecvențe. Dacă deviația este mai mică de 1 Hz, sistemul trece la blocarea de fază, reglând fin sincronizarea pentru a elimina abaterile. În cazul în care diferența depășește 1 Hz, se verifică dacă aceasta este sub 100 Hz. Pentru deviații moderate (peste 100 Hz), se aplică o amplificare de 10 ori, permitând corecții rapide, în timp ce deviațiile mici (sub 100 Hz) necesită o amplificare egală cu 1, pentru ajustări mai fine.

Dacă frecvența curentă (*fc*) depășește frecvența de referință (*fr*), aceasta este redusă treptat, iar în caz contrar, este crescută ușor, asigurând o stabilizare graduală. Valoarea de control Pb16, calculată pe baza acestor ajustări, este convertită într-o tensiune analogică prin intermediul unui convertor digital-analogic (DAC). Această tensiune ajustează fizic parametrii sistemului, menținând frecvența în limitele dorite.

Modularea în durată a impulsului, PWM, este utilizat pentru controlul turațiilor motorului care antrenează chopperul optic. Împreună cu algoritmul PID, PWM ajustează dinamic ciclul de funcționare în funcție pe baza datelor de la senzor, pentru a menține stabilitatea frecvenței de rotație.

Dispozitivul opereaza într-un domeniu de frecvențe de 100-1200 Hz. Caracteristicile tehnice ale dispozitivului sunt comparabile cu cele al dispozitivelor comerciale [7] și permite utilizarea acestuia în modularea fascicolului laser sau în alte aplicații.

**Referințe:**


1. Duma V F 2008 Theoretical approach on optical choppers for top-hat light beam distributions J. Opt. A: Pure Appl. Opt. 10 064008.
2. Newport (www.newport.com/c/optical-choppers).
3. Brushless DC Motor (www.monolithicpower.com/pub/media/ document/Brushless_DC_Motor_Fundamentals.pdf).
4. Espressif (www.espressif.com/en).
5. Arduino (www.arduino.cc).
6. https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/457280/TI1/OPA2277.html.
7. Thorlabs (www.thorlabs.com/newgrouppage9.cfm? objectgroup_id=287).



*Recomandat*
***Igor NAROLSCHI**, asist.univ.*
***Serviu VATAVU**, dr., conf.univ.*

# AUTOMATIZAREA PROCESELOR DE DEZVOLTARE WEB PRIN INTELIGENȚĂ ARTIFICIALĂ

***Simona NICOLAU,***
*studentă anul III, Facultatea de Fizică și Inginerie,*
*Universitatea de Stat din Moldova*

**CZU: 004.774.6:004.89** E-mail: simonanicolay@gmail.com

Articolul investighează rolul inteligenței artificiale (IA) în automatizarea proceselor de dezvoltare web, evidențiind beneficiile, provocările și implicațiile practice ale acestei tehnologii. Cercetarea abordează modul în care IA poate transforma fluxurile tradiționale de lucru în dezvoltarea web, concentrându-se pe creșterea eficienței, reducerea costurilor și îmbunătățirea accesibilității tehnologiilor web pentru utilizatori cu diferite niveluri de experiență. În acest sens, studiul analizează practicile actuale de implementare a IA în dezvoltarea web, comparând site-uri create manual cu cel generat folosind instrumente IA, precum GPT sau alte soluții similare [1-3]. Această abordare permite o evaluare obiectivă a impactului IA asupra calității produselor finale și a experiențelor utilizatorilor.

În plus, cercetarea explorează atât aspectele tehnice, cum ar fi structura codului generat, performanța și securitatea, cât și impactul social și economic al integrării IA în acest domeniu. Din punct de vedere tehnic, IA oferă soluții rapide pentru prototipizarea rapidă a site-urilor web, generarea automată de cod și optimizarea resurselor digitale. Din perspectiva socială, automatizarea poate reduce bariera de intrare în dezvoltarea web, permițând persoanelor fără cunoștințe avansate de programare să creeze site-uri funcționale. Totodată, din punct de vedere economic, implementarea IA poate reduce costurile asociate proiectelor web, dar ridică întrebări legate de viitorul rolului dezvoltatorilor umani în acest ecosistem.

Automatizarea proceselor de dezvoltare web prin IA oferă avantaje semnificative, inclusiv reducerea timpului de producție, optimizarea codului și îmbunătățirea experiențelor utilizatorilor. ***De exemplu***, generarea automată a codului HTML, CSS și JavaScript permite dezvoltatorilor să se concentreze pe aspecte mai complexe ale proiectelor, cum ar fi integrarea funcționalităților avansate sau optimizarea performanței globale. IA poate genera rapid elemente repetitive, cum ar fi: *formulare de contact, meniuri responsiv sau layout-uri standardizate*, economisind timp și resurse. În plus, unele instrumente IA pot sugera optimizări pentru viteza de încărcare a paginii sau pot identifica probleme potențiale de accesibilitate, contribuind la îmbunătățirea calității site-urilor.

Cu toate acestea, aceste beneficii sunt însoțite de provocări semnificative. Pierderea controlului creativ este una dintre principalele preocupări , deoarece codul generat automat poate să nu reflecte întotdeauna intențiile sau stilul specific al unui

dezvoltator. De asemenea, dependența crescută de algoritmi poate duce la limitarea inovației și la o standardizare excesivă a design-urilor web. Un alt aspect critic este riscul de a produce coduri ineficiente sau vulnerabile din punct de vedere al securității. Chiar dacă IA poate genera cod rapid, acesta nu este întotdeauna optimizat pentru performanță sau siguranță, lăsând posibilitatea apariției de breșe de securitate sau erori neanticipate.

***Un studiu de caz comparativ*** între un site creat manual și unul generat de GPT evidențiază diferențe semnificative în calitatea codului, personalizarea conținutului și performanța generală. Site-ul creat manual demonstrează un nivel superior de adaptabilitate și originalitate, cu cod bine structurat, optimizat și personalizat în funcție de cerințele specifice ale proiectului. Pe de altă parte, site-ul generat de IA este funcțional și rapid de dezvoltat, dar prezintă limitări în ceea ce privește flexibilitatea și capacitatea de a răspunde la cereri complexe sau neobișnuite. De exemplu, elementele grafice și interacțiunile dinamice sunt adesea mai puțin intuitive în site-urile generate de IA, în timp ce cele create manual oferă o experiență mai coerentă și mai angajantă pentru utilizatori.

Aceste diferențe subliniază importanța echilibrului între utilizarea IA ca un instrument de sprijin și menținerea intervenției umane în procesul de dezvoltare web. Prin combinarea celor două abordări, dezvoltatorii pot beneficia de viteza și eficiența oferită de IA, fără a sacrifica creativitatea și calitatea finală a produselor.

**Referințe:**

- **Site-uri:**


1. Ce este automatizarea inteligentă? | Oracle România [accesat: 26.03.2025]. Disponibil https://www.oracle.com/ro/cloud/intelligent-automation/
2. Ce este inteligența artificială și de ce este importantă? [accesat: 26.03.2025]. Disponibil https://blog.aspiration.marketing/ro/what-is-ai-and-why-does-it-matter
3. Inteligența Artificială în Dezvoltarea Web și Cum Poate Îmbunătăți Experiența Utilizatorului | «Meta-Sistem. [accesat: 26.03.2025] . Disponibil https://meta-sistem.md/ro/company/news/AI-in-web-development


*Recomandat*
***Maria BELDIGA**, dr., conf.univ.*

# PROVOCĂRI ȘI SOLUȚII ÎN INTEGRAREA INTELIGENȚEI ARTIFICIALE ÎN SISTEMELE DE SECURITATE CIBERNETICĂ

***Dionisie ZAHARIA*,**
*student anul III, Facultatea de Fizică și Inginerie,*
*Universitatea de Stat din Moldova*

**CZU: 004.89:004.056** E-mail: zaharia.dionisie@gmail.com

În era digitală actuală, securitatea cibernetică a devenit o preocupare critică pentru organizații și indivizi deopotrivă. Sophisticarea și frecvența crescută a amenințărilor cibernetice necesită măsuri de securitate avansate pentru a proteja activele digitale și informațiile sensibile. Transformarea digitală profundă care are loc în toate sectoarele industriale a extins semnificativ suprafața de atac, făcând o securitate cibernetică robustă mai importantă ca niciodată[4]. Se estimează că criminalitatea cibernetică va costa economia globală 12 trilioane de dolari americani în 2025, ceea ce o plasează ca a treia cea mai mare „economie" la nivel mondial, subliniind necesitatea urgentă de apărări eficiente[5]. Această amploare a pierderilor financiare proiectate indică faptul că măsurile tradiționale de răspuns reactiv sunt insuficiente, creând o cerere pentru soluții de securitate mai avansate, proactive și inteligente, cum ar fi inteligența artificială (AI), care pot anticipa și preveni atacurile.

**Cercetările** actuale în domeniul AI pentru securitatea cibernetică se caracterizează printr-o abordare multifactorială, cu un accent semnificativ pe utilizarea diferitelor tehnici AI pentru a îmbunătăți diferite aspecte ale apărării cibernetice. Există o tendință clară către dezvoltarea de sisteme de securitate proactive și adaptive, capabile să facă față complexității și sofisticării crescânde a amenințărilor cibernetice. Cercetările propun cadre bazate pe AI pentru informații predictive despre amenințările cibernetice, cu scopul de a spori apărarea cibernetică proactivă[1]. Studiile explorează utilizarea învățării automate (ML) pentru detectarea avansată a amenințărilor, securitatea IoT, conformitatea cu reglementările (de exemplu, GDPR) și îmbunătățirea performanței sistemelor de detectare a intruziunilor (IDS) prin selectarea mai bună a caracteristicilor și explicabilitate [2]. Domenii emergente care câștigă teren includ învățarea automată adversă, blockchain pentru securitate și aplicații de învățare profundă (DL) în domenii precum detectarea intruziunilor, clasificarea malware-ului și conservarea confidențialității. Procesarea limbajului natural (NLP) este un punct central pentru cercetare în colectarea de informații despre amenințări, analiza sentimentelor pentru alertele de securitate, detectarea phishing-ului și analiza incidentelor din surse de date nestructurate [3].

**Adoptarea** AI în securitatea cibernetică este în creștere accelerată, majoritatea profesioniștilor recunoscând beneficiile sale, în special în detectarea amenințărilor,

monitorizarea rețelei și gestionarea vulnerabilităților. Cu toate acestea, integrarea AI se confruntă cu provocări semnificative: necesitatea unor volume mari de date de înaltă calitate și ne-părtinitoare[6], complexitatea integrării cu sistemele existente, lipsa de transparență și încredere în deciziile AI („cutia neagră"), aspecte etice legate de prejudecăți algoritmice și confidențialitatea datelor, vulnerabilitatea sistemelor AI la atacuri adverse și deficitul de personal calificat.

**Soluțiile** propuse pentru depășirea acestor obstacole includ: asigurarea calității datelor și protocoale standardizate de partajare, adoptarea platformelor de securitate unificate, dezvoltarea AI Explicabile (XAI) pentru creșterea transparenței și încrederii, stabilirea unor cadre de guvernanță etică, implementarea unor măsuri robuste de securitate specifice AI (inclusiv împotriva atacurilor adverse) și investiții în formarea și perfecționarea forței de muncă.

**Elementele inovatoare** includ utilizarea tehnicilor avansate ML/DL, NLP (inclusiv LLM), învățarea prin armare (RL) pentru apărare adaptivă și potențialul AI generative, atât pentru apărare, cât și ca vector de atac. Aplicațiile practice acoperă domenii vaste, de la detectarea amenințărilor și răspunsul la incidente la gestionarea vulnerabilităților și prevenirea fraudelor.

**Studii de caz** din diverse domenii ale securității cibernetice și industrii oferă dovezi convingătoare ale eficacității practice și ale adoptării crescânde a soluțiilor bazate pe AI în scenarii reale cum ar fi:

- **Platforma AI a Darktrace**, care utilizează învățarea automată, a prevenit eficient numeroase atacuri cibernetice, inclusiv ransomware, în domeniul sănătății și în alte industrii, prin învățarea comportamentului normal și detectarea deviațiilor;
- **IBM Watson for Cyber Security** a îmbunătățit inteligența umană prin analiza unor volume mari de date nestructurate pentru a identifica și a răspunde la campanii sofisticate de phishing în cadrul firmelor globale de servicii financiare;
- **Cylance**, cunoscută pentru abordarea sa bazată pe AI în domeniul securității endpoint-urilor, a protejat cu succes sistemele de control industrial ale unei mari companii producătoare de un atac malware țintit;
- **Platforma Falcon a CrowdStrike**, care integrează tehnologii AI sofisticate, a redus semnificativ timpul necesar pentru detectarea și răspunsul la amenințări pentru organizații prin monitorizarea și analizarea continuă a miliardelor de evenimente de pe endpoint-uri globale.
- **Palo Alto Networks Cortex XDR**, valorificând AI agent, integrează diverse surse de date pentru a oferi o imagine holistică a peisajului amenințărilor și pentru a spori rezistența organizațională împotriva atacurilor cibernetice. Mastercard utilizează AI pentru a analiza tranzacțiile în timp real, identificând și blocând activitățile frauduloase, reducând astfel pierderile legate de fraudă și sporind încrederea clienților.

**Concluzii.**

Integrarea inteligenței artificiale în sistemele de securitate cibernetică reprezintă o evoluție transformatoare, oferind capacități semnificative pentru a îmbunătăți detectarea, răspunsul și prevenirea amenințărilor cibernetice. Cercetările actuale și aplicațiile practice demonstrează un potențial considerabil al AI în diverse domenii ale securității cibernetice, de la detectarea avansată a amenințărilor și analiza comportamentului până la răspunsul automatizat la incidente și gestionarea vulnerabilităților.

**Referințe:**

- **Site-uri:**


1. Enhancing Proactive Cyber Defense: A Theoretical Framework for AI-Driven Predictive Cyber Threat Intelligence - Journal of Technologies Information and Communication, [accesat: 25.03.2025] . Disponibil https://www.rtic-journal.com/article/enhancing-proactive-cyber-defense-a-theoretical-framework-for-ai-driven-predictive-cyber-threat-16176
2. Machine Learning in Cybersecurity : Applications, Challenges and Future Directions, [accesat: 25.03.2025] . Disponibil https://www.researchgate.net/publication/380327525_Machine_Learning_in_Cybersecurity_Applications_Challenges_and_Future_Directions
3. How to apply natural language processing to cybersecurity - IDEMA HABER, [accesat: 25.03.2025] . Disponibil/ https://www.idemahaber.com/how-to-apply-natural-language-processing-to/
4. Addressing AI in Industrial Cybersecurity: A Strategic Imperative, [accesat: 25.03.2025] . Disponibil/ttps://industrialcyber.co/expert/addressing-ai-in-industrial-cybersecurity-a-strategic-imperative/
5. 2025 IT Trends and Challenges: Experts see AI and Cybersecurity as most influential factors, [accesat: 25.03.2025] . Disponibil https://www.gcpr.net/blog/trends-challenges-experts-ai-and-cybersecurity-influential-factors/
6. Takepoint Research: 80% of industrial cybersecurity professionals favor AI benefits over evolving risks[accesat: 25.03.2025] . Disponibil https://industrialcyber.co/ai/takepoint-research-80-of-cybersecurity-professionals-favor-ai-benefits-over-evolving-risks/


*Recomandat*

***Maria BELDIGA**, dr., conf.univ.*

# CREȘTEREA CRISTALELOR PROFILATE

***Vasile GRAMOVICI*,**
*student, anul II, Facultatea de Fizică și Inginerie,*
*Universitatea de Stat din Moldova*

**CZU: 621.315.592**
E-mail: vyudinson@yahoo.com

Cristalele semiconductoare pe larg sunt folosite în multe domenii ale industriei electronice. Creșterea cristalelor cu o formă predeterminată permite o reducere semnificativă atât a pierderilor de material, cât și a timpului de fabricare a dispozitivului [1]. De aceea, tema cercetată în lucrarea dată este *importantă și actuală. Scopul* lucrării constă în analiza metodelor moderne de obținere a cristalelor profilate.

Ca regulă istoria apariției „*monocristalelor profilate*" se bazează pe metoda lui Czochralski cu un șir de modificări acesteia, care prevăd folosirea așa numitul „die capilar" (generatorul formei) ce modelează forma topiturii nemijlocit la interfața cristal-topitura.

Cea mai largă utilizare, a primit metoda *EFG (Edge-defined Film-fed Growth)* care inițial a fost folosită pentru creșterea benzilor subțiri de safir [1]. Principiul important al metodei – utilizarea unui die capilar pentru definirea formei cristalului. Însă destul de rapid tehnica acestei metode fost adaptată pentru siliciu devenind esențială în industria solară. Procesul de creștere a monocristalului este prezentat în figura 1. Die capilar din grafit sau ceramică, este scufundat în topitură și topitura se ridică prin porii die-ului datorită forțelor de tensiune superficială. Germene cristalin în forma tubulară este tras în sus, ca regulă viteza de tragere depinde de proprietățile materialului și variază în intervalul de (1 ... 50) mm/h.

Pentru a determina forma necesară a cristalului este nevoie de a rezolva ecuațiile termodinamice pentru starea de echilibru interfeței cristal-topitură [2], dintre care putem evidenția următoarele:

a) ecuația Laplace pentru presiunea în capilare la formarea meniscului

$$\Delta P = \gamma\left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\right), \quad (1)$$

unde $\Delta P$ este diferența de presiune la interfața cristal-topitură, $\gamma$ – coeficientul de tensiune superficială a topiturii pe o unitate de suprafață, $R_1$ și $R_2$ - razele de curbură ale meniscului, ce formează topitura cu die capilar;

b) ecuația transferului de căldură

$$\nabla \cdot (k\nabla T) = \rho c_p v \frac{\partial T}{\partial z} \quad (2)$$

unde k este conductivitatea termică, □ - densitatea materialului, $c_p$ - căldura specifică; $v$ - viteza de tragere;

c) ecuaţia balanţei termice dintre cristal şi topitură

$$K_s \frac{\partial T_s}{\partial z} - K_l \frac{\partial T_l}{\partial z} = \rho L v, \quad (3)$$

$unde\ K_s, K_l$ – conductivitatea de fază solidă și lichidă; $\rho Lv$ – căldura eliberată într-o unitate de timp datorită soldificării, $L$ – căldura specifică de cristalizare.

Putem conchide, că forma cristalului profilat depinde de: forma miniscului care este determinat de rezolvarea ecuațiilor (1) și (2); muchiile die capilar-ului; starea interfeței cristal-topitură, care la rândul său este determinată de constantele de material, viteza de tragere, transferul de căldură și anizotropia vitezei de cristalizare.

*Metoda lui Stepanov* [3] este o formă variată și îmbunătățită a metodei *EFG* și rămâne relevantă pentru profile complexe: benzi, tuburi, plăci și alte forme. Această metodă implică tragerea unui monocristal dintr-o topitură, folosind o matriță solidă care determină profilul final al cristalului. În procesul de creștere pot fi întâlnite unele dificultăți de performanță ai cristalelor. De aceea, au fost analizate condiții de creștere a cristalelor când materialul de matriță poate fi ,,udat" sau ,,neudat" de topitură. Dacă die-capilar este confecționată dintr-un material care nu este ,,udat" de topitură, se pot obține monocristale fără impurități de contaminare, deci de o foarte bună calitate.

**Concluzii.**

Fiecare metodă cercetată în această lucrare are avantajele și dezavantajele sale. Totuși, metoda lui Stepanov este cea mai bună alegere pentru obținerea cristalelor profilate cu calitate, formă și eficiență perfectă – gata de utilizare.

**Referințe:**


1. DRAGOI, A. Contribuții la diversificarea producției de monocristale. (Teza de doctorat), Timișoara, 1991. 166 p.
2. Ecuația Laplace. https://addyrachmat.wordpress.com/wp-content/uploads/2019/03/physics-textbook-hans-jucc88rgen-butt_-kh-graf_-michael-kappl-physics-and-chemistry-of-interfaces-2003-wiley-vch-.pdf
3. https://mash-xxl.info/info/319518. Enciclopedia: Obținerea monocristalelor profilate. p. 323-324.



***N.B.*** *Cercetările prezentate în articol au fost efectuate în cadrul subprogramului 011207.*

*Recomandat*
***Valentina NICORICI****, dr., conf.iniv.*

# IMPACTUL TI ASUPRA EFICIENȚEI ȘI PRECIZIEI PROCEDURILOR DENTARE

***Anna BODRUG*,**
*studentă anul III, Facultatea de Fizică și Inginerie,*
*Universitatea de Stat din Moldova*

**CZU: 004:616.31** E-mail: familiabodrug@gmail.com

Lumea noastră globalizată este dependentă de informație și de tehnologiile comunicațiilor. Computerele grevează fiecare latură a vieții noastre de zi cu zi. Tehnologia computerizată a adus atâtea schimbări în ultimii 50 de ani și continuă să progreseze atât de rapid. În prezent, tehnologiile informaționale (TI) au o contribuție semnificativă asupra diferitelor domenii, iar tehnica dentară nu face excepție. Și se observă că TI au un impact semnificativ asupra eficienței și preciziei procedurilor dentare, transformând practica stomatologică într-un domeniu din ce în ce mai avansat și mai orientat către nevoile pacientului. Utilizarea tehnologiilor moderne în medicina dentară a contribuit la dezvoltarea unor soluții inovative care nu doar că îmbunătățesc rezultatele tratamentelor, dar și optimizează timpul și resursele necesare pentru realizarea acestora.

Tehnologiile informaționale au adus o revoluție în domeniul stomatologic, transformând modul în care sunt realizate diagnosticul și tratamentele. Elementele inovative ale tehnologiilor IT în stomatologie sunt reprezentate de utilizarea digitalizării pentru a automatiza și personaliza tratamentele dentare, printre care se numără:

- **Scanerul intraoral** - permite o captură rapidă și precisă a formei dentare, fără a fi necesară utilizarea materialelor tradiționale de amprentă. De asemenea, modelele digitale pot fi direct transmise către laboratoarele dentare sau utilizate în planificarea tratamentului ortodontic sau protetic. Această tehnologie reduce erorile și disconfortul pacienților, accelerând tratamentele**;**
- **Imprimarea 3D -** permite fabricarea rapidă și extrem de precisă a lucrărilor dentare personalizate (ex. coroane, proteze, implanturi), reducând timpul de tratament și oferind soluții precise pentru fiecare pacient în parte. De asemenea, imprimarea 3D ajută la crearea de ghiduri chirurgicale pentru implanturi dentare, care îmbunătățesc acuratețea plasării acestora;
- **Inteligența artificială** este utilizată în stomatologie pentru a analiza datele pacienților, imagini radiologice și scanări intraorale pentru a ajuta la diagnosticarea și planificarea tratamentului, totodată ajută la identificarea timpurie a afecțiunilor dentare, cum ar fi carii sau boli gingivale, cu o precizie mai mare decât ar putea face un medic. De asemenea, poate ajuta la planificarea și personalizarea tratamentelor pe baza analizei datelor istorice ale pacientului, ceea ce îmbunătățește eficiența și calitatea tratamentului;

- **Tehnologia CAD/CAM** - permite crearea de restaurări dentare extrem de precise și personalizate, cu ajutorul unui software specializat, eliminând erorile care ar putea apărea în procesul tradițional de confecționare a lucrărilor. De asemenea, reduce semnificativ timpul de așteptare al pacientului și numărul de vizite necesare pentru finalizarea tratamentului. Aceste inovații contribuie la îmbunătățirea semnificativă a preciziei și eficienței tratamentelor dentare.

Evaluarea impactului tehnologiilor informaționale asupra procedurilor dentare a fost subiectul unor multiple cercetări, incluzând studii experimentale, analize de date clinice, studii de caz, experimente clinice, interviuri și sondaje. Studiul se bazează pe o analiză comprehensivă a literaturii de specialitate, incluzând articole științifice recenzate și rapoarte din domeniul stomatologiei digitale [1-7]. De asemenea, au fost analizate studii de caz relevante care ilustrează implementarea cu succes a TI în practica dentară, și conform acestor studii s-a realizat distribuția metodelor utilizate în cercetarea impactului TI asupra stomatologiei. De unde se observă că cea mai utilizată metodă este experimentarea clinică, cu un procent de 35%, ceea ce indică faptul că testarea tehnologiilor în condiții reale este esențială pentru validarea eficienței lor. Studiile de caz sunt folosite în 30% dintre cercetări, deoarece oferă o perspectivă detaliată asupra beneficiilor IT pentru pacienți. De asemenea, interviurile și sondajele reprezintă 25% din metodele aplicate, reflectând importanța experienței și percepțiilor profesioniștilor și pacienților. Analiza datelor din practici clinice are un procent mai mic, de 10%, dar joacă un rol important în monitorizarea pe termen lung a tendințelor tehnologice.

Teoria din spatele implementării IT în stomatologie se bazează pe conceptul de digitalizare și automatizare. Entuziasmul noilor dezvoltări au dus la succesul tehnologiei dentare contemporane CAD/CAM, aceste sisteme tehnologice folosesc computerul pentru a colecta informații. Prin CAD/CAM se înțelege design-ul asistat de computer (CAD) și manufacturarea asistată de computer (CAM), respectiv o tehnologie prin care se confecționează într-un mod eficient și rapid restaurări dentare perfect adaptate, *de formă și mărimi precise*, *inlay-uri*, *onlay-uri*, *fațete*, s*tâlpi, implanturi, proteze fixe și mobilizabile*. Tehnologiile informaționale în tehnica dentară oferă o gamă largă de beneficii, îmbunătățind eficiența, precizia și experiența generală atât pentru profesioniști, cât și pentru pacienți. Implementarea acestora transformă modul în care sunt realizate tratamentele și lucrările dentare, contribuind la obținerea unor rezultate mai bune și la o colaborare mai eficientă între diferiți specialiști.

În viitor tehnologiile digitale se vor perfecta, va crește eficiența, securitatea și capacitatea aplicațiilor, iar transmisia informațiilor va fi mai rapidă și mai eficientă. Deoarece tehnologia în tehnica dentară este într-o continuă evoluție, iar inovațiile emergente promit să transforme semnificativ atât procesul de tratament, cât și modul în care sunt realizate lucrările dentare.

**Concluzii.**

În urma cercetărilor efectuate, se poate concluziona că IT-ul a îmbunătățit semnificativ precizia și eficiența procedurilor dentare. De asemenea, tehnologiile digitale permit personalizarea tratamentelor, reducând riscurile și îmbunătățind rezultatele**.** Pentru a maximiza beneficiile acestor tehnologii, se recomandă:

1. Formarea continuă a personalului: Asigurarea instruirii adecvate a medicilor și asistenților în utilizarea noilor tehnologii.
2. Investiții în echipamente moderne: Dotarea cabinetelor cu tehnologii de ultimă generație pentru a oferi servicii de înaltă calitate.
3. Evaluarea constantă a tehnologiilor: Monitorizarea performanței și eficienței noilor tehnologii implementate, ajustând practicile în funcție de rezultate.

**Referințe:**

- *Cărți monografice:*


1. Anca Jivădescu et al. ,, Protetica dentară în era digitală".2019.
2. Cosmin Sinescu, et al. ,,SISTEME CAD/CAM UTILIZATE ÎN MEDICINA DENTARĂ".2015.
3. Articole din reviste:Joda, T., et al. ,,Impact of Digital Technologies on Dental Practice", *Journal of Digital Dentistry*.2021
4. Santos, A., et al. ,,Artificial Intelligence in Dentistry: Current Status and Future Directions", *Journal of Dental Research*.2021.
5. Belfiore, P., et al. ,,3D Printing in Dentistry: A Comprehensive Review", *Journal of Prosthodontics*.2020.
6. Schäfer, M., et al. ,,Advances in CAD/CAM Systems in Dentistry: An Overview", *International Journal of Dentistry*.2019.
7. Kumar, P., et al. ,,The Role of Intraoral Scanners in Modern Dentistry", *Journal of Clinical Dentistry*. 2018.


*Recomandat*
***Maria BELDIGA**, dr., conf.univ.*

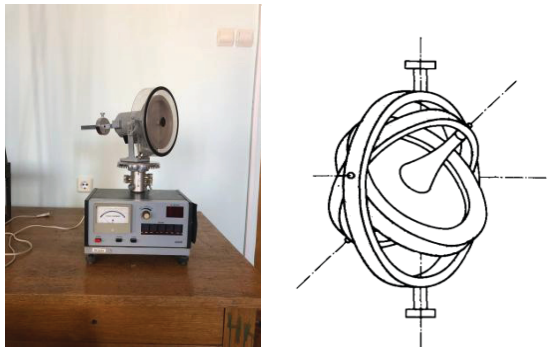
# GIROSCOPUL

***Adrian, SCAFARU,***
*student, anul I, Facultatea de Fizică și inginerie,*
*Universitatea de Stat din Moldova*

**CZU: 531.383** E-mail: adrianscafaru1@gmail.com

Știința modernă și progresul tehnologic continuu impun o înțelegere profundă a fenomenelor fizice fundamentale, printre care se numără și cercetarea mișcării corpurilor rigide. Scopul lucrării este studierea mișcării giroscopului, prin determinarea caracteristicilor dinamice ale acestuia, prin măsurarea: vitezei de precesie, momentului forțelor exterioare, momentului cinetic și a momentului de inerție.

Giroscopul reprezintă un corp axial simetric antrenat într-o mișcare de rotație în jurul propriei axe de simetrie (fig. 1-2), [1-3]. Acesta este pe larg aplicat în domenii diverse, precum: stabilizarea direcției navelor maritime, aeronavelor, navelor spațiale, în corectarea automată a traiectoriilor autovehiculelor, și în detectarea mișcărilor și orientării dispozitivelor electrice, precum: camere-foto, gimball-uri, robotică, etc. [2],[4],[5].



a b

**Figura 1.** Giroscopul în baza căruia a fost efectuat experimentul (a) și reprezentarea schematică a giroscopului (b)

Mișcarea giroscopului are diverse moduri precum: mișcarea posibilă din care face parte: rotirea în jurul propriei axe; precesia, fiind caracterizată de formula $\Omega = \frac{M}{L}$; nutația, fiind caracterizată de ecuațiile lui Euler: $I_x\dot{\omega}_x + \left(I_z - I_y\right)\omega_y\omega_z = M_x$, și mișcarea combinată, reprezentând efectuarea concomitentă a mișcării de rotație, nutație și precesie. Din mișcările imposibile fac parte: schimbarea instantanee a direcției axei de rotație, oprirea precesiei fără o forță externă, și deplasarea fără modificarea momentului cinetic [1],[6].

Studiul dat a fost efectuat în baza unui giroscop montat pe o suspensie Cardano, setat la un număr de rotații de 5000-6000 pe minut. În experiment a fost deplasată

greutatea pe tijă față de centrul de greutate și cu efectuarea măsurărilor timpului de rotire a giroscopului la un unghi de $30^{\circ}$. Momentul forțelor exterioare a fost determinat din relația $M = lmg$, unde $l$ este distanța deplasării greutății pe tijă, iar $m$ - masa greutății. Valoarea vitezei de precesie reiese din relația: $\Omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$, unde $\Delta\varphi$ reprezintă măsura unghiului în rad. Valoarea medie a vitezei de precesie este determinată din: $\underline{\Omega} = \frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k} \Omega_i$ , eroarea absolută a vitezei de precesie este: $\Delta\Omega = \frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k} \left|\underline{\Omega} - \Omega_i\right|$. Momentul cinetic este: $\vec{L} = \frac{\vec{M}}{\underline{\Omega}}$. Având valoarea medie a momentului cinetic, a fost determinată valoarea medie a momentului de inerție: $\vec{I} = \frac{\vec{L}}{2\pi n}$ , unde n este numărul rotațiior pe secundă. A fost determinată eroarea absolută a momentului de inerție și momentului cinetic după formula: $\Delta L = \frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k} \left|\underline{L} - L_i\right|$, $\Delta I = \frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k} \left|\underline{I} - I_i\right|$ , și erorile relative reieșind din: $\varepsilon_{r\vec{L}} = \frac{\Delta L}{L}$, $\varepsilon_{r\vec{I}} = \frac{\Delta I}{I}$. Experimentele au fost efectuate pentru câteva poziții ale greutății. În unul din experimente greutatea a fost deplasata la o distanță de 0,035m, setând giroscopul la un număr de 90 rotații pe secundă, masa greutății fiind de 0,375kg.

**Tabelul 1.** Rezultatul măsurărilor experimentale
l=0,035m 90 $sec^{-1}$ $\Delta\varphi$=0,524 rad M=0,129 N·m

| nr | Δt, s | Ω, $s^{-1}$ | L, J·s | I, kg·$m^2$ |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 12,787 | 0,041 | 3,144 | 0,00556 |
| 2 | 12,987 | 0,040 | 3,194 | 0,00565 |
| 3 | 13,077 | 0,040 | 3,216 | 0,00569 |
| 4 | 12,97 | 0,040 | 3,189 | 0,00564 |
| 5 | 12,694 | 0,041 | 3,122 | 0,00552 |
| 6 | 12,546 | 0,042 | 3,085 | 0,00546 |
| 7 | 12,52 | 0,042 | 3,079 | 0,00544 |
| 8 | 12,622 | 0,041 | 3,104 | 0,00549 |
| 9 | 12,82 | 0,041 | 3,153 | 0,00557 |

Studiul efectuat a dat posibilitate de a studia în detaliu mișcările giroscopului și caracteristicile acestuia, eroarea relativă a parametrilor determinați este sub 2%. În particular, momentul cinetic este L=3,1±0,3 J·s, iar momentul de inerție I= (5,46±0,05)·$10^{-3}$ kg·$m^2$.

**Referințe:**

1. Matveev, A. N., Mecanica și teoria relativității, Chișinău: Editura Lumina, 1991, 412p.

2. Meriam, J. L., Kraige, L. G., Engineering Mechanics: Dynamics, Ediția a 7-a, Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, 2012, 752 p.
3. https://www.britannica.com/technology/gyroscope
4. https://www.nasa.gov/stem-content/navigating-by-good-gyrations/
5. https://www.mdpi.com/1424-8220/17/10/2284
6. Goldstein, H., Classical Mechanics, Ediția a 2-a, Reading, Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company, 1980, 672 p.

# МОМЕНТ ИНЕРЦИИ ТВЁРДОГО ТЕЛА: МЕТОД КРУТИЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ

***Даниил УСЕНКО, Максим ХИЦЮК,***
*студенты I курса, специальность Физика, Факультет Физики и Инженерии, Молдавский Государственный Университет*

**CZU: 531.235** E-mail: hitiuc.maxim@usm.md

Момент инерции – одна из основных характеристик тела, описывающих меру его инертности при вращательном движении [1-3]. В работе подробно рассматривается один из способов определения момента инерции твёрдых тел – метод крутильных колебаний. Исходя из необходимости изучения свойств твёрдых тел и проверки принципов аналитической механики через экспериментальное определение момента инерции, целью работы стало определение момента инерции твёрдых тел методом крутильного маятника.

В работе для определения момента инерции твёрдого тела использовался крутильный маятник. Это система, состоящая из жестко закрепленного тела, подвешенного на упругой нити или стержне, которая создает восстанавливающий момент при вращении [3]. Суть метода заключалась в следующем: на рамку, при её отклонении, со стороны нити действует момент упругости, пропорциональный углу отклонения $M_{\text{упр}} = -D\theta$, а также, при её движении, момент вязкого трения, пропорциональный угловой скорости рамки $M_{\text{тр}} = -k\dot{\theta}$. Составив и преобразовав уравнение моментов $M_{\text{упр}} + M_{\text{тр}} = I\ddot{\theta}$, мы приходим к классическому виду уравнения затухающих колебаний $\ddot{\theta} + 2\delta\dot{\theta} + {\omega_0}^2\theta = 0$, откуда выражаем угловую частоту ($\omega_0 = \sqrt{\frac{D}{I}}$). В работе экспериментальным путём было доказано, что колебания используемого крутильного маятника слабозатухающие, а именно показатель затухания во много раз меньше угловой частоты ($\delta \ll \omega_0$), следовательно, пренебрегая им, для вычисления периода колебаний $T = \frac{2\pi}{\omega}$ мы используем лишь угловую частоту $\omega_0$, выраженную через уравнение моментов. Расписывая формулы периодов колебаний для рамки $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_0}{D}}$, рамки с телом $T = 2\pi\sqrt{\frac{I_0+I}{D}}$ и преобразовывая их, мы приходим к зависимости момента инерции искомого тела от момента инерции рамки, периода колебаний искомого тела в рамке и периода колебаний самой рамки $I = I_0\left[\left(\frac{T}{T_0}\right)^2 - 1\right]$. Момент инерции рамки находится по этой же зависимости $I_0 = I_э\frac{{T_0}^2}{{T_э}^2-{T_0}^2}$, где момент инерции изучае-

мого тела считается известным и вычисляется по формуле момента инерции эталона $I_э = \frac{ma^2}{6}$ [1 − 4]. Так, для нахождения момента инерции по методу крутильных колебаний требуются измерения времени колебаний рамки и выбранного тела, а также измерения времени колебаний эталонного тела, его значения массы и его размеры. Для трёх изученных в ходе работы тел были произведены измерения моментов инерции относительно 15 осей. На таблицах 1-3 предоставлены результаты измерений с наименьшей погрешностью.

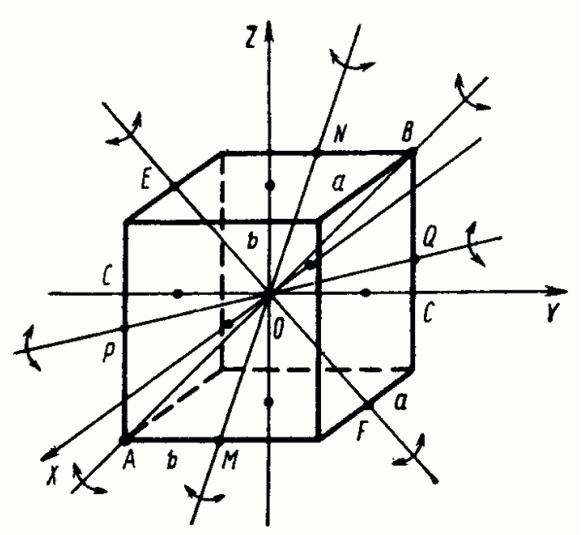



**Таблица 1.** Момент инерции куба относительно оси EF

| № | t, c | n | T≈t/n, c | I, $10^{-5}$ кг·м² | <I>, $10^{-5}$ кг·м² |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 24,82 | 11 | 2,256 | 40,5 | 40,6 |
| 2 | 24,87 | | 2,261 | 40,9 | |
| 3 | 24,84 | | 2,258 | 40,7 | |
| 4 | 24,82 | | 2,256 | 40,5 | |
| 5 | 24,8 | | 2,255 | 40,3 | |

**Таблица 2.** Момент инерции параллелепипеда с квадратом в основании относительно оси PQ

| № | t, c | n | T≈t/n, c | I, $10^{-5}$ кг·м² | <I>, $10^{-5}$ кг·м² |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 39,05 | 11 | 3,550 | 198,7 | 199,3 |
| 2 | 39,02 | | 3,547 | 198,3 | |
| 3 | 39,1 | | 3,555 | 199,4 | |
| 4 | 39,16 | | 3,560 | 200,2 | |
| 5 | 39,14 | | 3,558 | 199,9 | |

**Таблица 3.** Момент инерции параллелепипеда с прямоугольником в основании относительно оси PQ

| № | t, c | n | T≈t/n, c | I, $10^{-5}$ кг·м² | <I>, $10^{-5}$ кг·м² |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 39,03 | 11 | 3,548 | 198,4 | 199,6 |
| 2 | 39,19 | | 3,563 | 200,6 | |
| 3 | 39,09 | | 3,554 | 199,2 | |
| 4 | 39,14 | | 3,558 | 199,9 | |
| 5 | 39,13 | | 3,557 | 199,8 | |

Погрешность полученных измерений не превысила 2,5%. Экспериментальным путём было выявлено, что использованный в работе маятник действительно движется по закону слабозатухающих колебаний, были подтверждены теоретические принципы механики, а также определены моменты инерции выбранных тех относительно их основных осей. Результатами эксперимента была доказана работоспособность метода и возможность его использования для определения момента инерции.

**Библиография:**


1. Каленков С. Г., Соломахо Г. И. Практикум по физике. Механика: Учеб. пособие для студентов вузов / Под ред. А. Д. Гладуна – Москва: Высшая школа, 1990. – 111 с.
2. Хайкин С. Э. Общий курс физики. Том 1, Москва, ОГИЗ гос. изд. тех.-теор. лит., 1947. – 574 с.
3. Иверонова В. И. Физический практикум. Механика и молекулярная физика, Москва, изд. «Наука», 1967. – 352 с.
4. Дробышевская О.В., Колесникович А.Н., Матушкина О.В. Расчётное определение инерционных свойств автомобиля для моделирования динамики движения в задачах управляемости и устойчивости – Минск, Вестник полоцкого государственного университета, 2012. – 7 с.



*Научный руководитель*
***Серджиу ВАТАВУ***, *доктор физико-математических наук,*
*конф. унив. МолдГУ*

# SISTEM DE DETECTARE A ANOMALIILOR METEOROLOGICE ÎN BAZA IA

***Daniel PETROV,***
*student, anul I, specialitatea Informatică,*
*Facultatea Matematică și Informatică, Universitatea de Stat din Moldova*

**CZU: 551.5:004.89** E-mail: 1petrovdaniel1@gmail.com

Datele meteorologice sunt accesibile tuturor datorită aplicațiilor meteo care prezintă prognoza vremii. Aceste date stau la baza multor decizii pe care fiecare persoană le ia zilnic, cum ar fi: cu ce te îmbraci, dacă iei umbrela sau dacă ar fi bine să porți o mască. O persoană prevăzătoare va observa și analiza datele meteorologice pentru a-și planifica activitățile cât mai eficient.

Un alt domeniu în care datele meteorologice sunt utile este detectarea anomaliilor și a dezastrelor meteorologice. De exemplu, o schimbare bruscă a calității aerului ar putea indica emisii de poluanți cauzate de un incident industrial sau de un incendiu forestier. De asemenea, prin procesarea acestor date, pot fi detectate anumite riscuri datorită corelațiilor dintre ele.

Întrucât datele meteorologice sunt atât de importante pentru luarea deciziilor, atât la nivel personal, cât și la niveluri mai înalte, există o necesitate clară pentru un sistem care să proceseze și să transforme aceste date în informații utile. Aceste informații ar veni în sprijinul procesului decizional. Din păcate, aplicațiile meteo actuale se concentrează mai mult pe furnizarea prognozei meteo decât pe interpretarea datelor. Unele aplicații oferă informații rezultate din procesarea datelor meteorologice, însă impactul acestora asupra procesului decizional este redus.

Pentru a rezolva această problemă și a facilita procesul decizional, am elaborat un sistem bazat pe inteligența artificială care transformă datele meteorologice în informații utile. Acest sistem funcționează în cinci etape *(Fig. 1)*: colectarea datelor, preprocesarea, ingineria de caracteristici, predicția și raportarea.

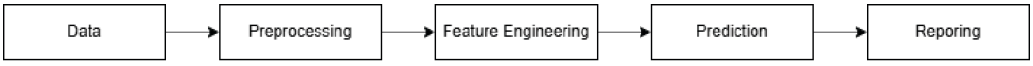



**Figura.1** Arhitectura sistemului

În cadrul colectării datelor, sistemul apelează API-uri publice pentru a obține informații precum temperatura, precipitațiile, viteza și direcția vântului, presiunea atmosferică și calitatea aerului. În etapa de dezvoltare a sistemului, datele furnizate

de OpenWeatherMap[1] au fost comparate cu cele oferite de alte servicii pentru a asigura fiabilitatea acestora. Totuși, aceste date nu sunt lipsite de probleme. În anumite zile, unele informații pot lipsi. Pentru a corecta această problemă și a preveni discrepanțele ulterioare, în cadrul preprocesării datelor, datele brute sunt interpolate pentru a completa valorile lipsă.

Următorul pas, ingineria de caracteristici, constă în procesarea datelor pentru a calcula tendințele vremii pe zile, săptămâni, luni și sezoane. De asemenea, se calculează scoruri normale derivate din aceste date, care vor fi utilizate ulterior pentru comparații. Această etapă oferă cât mai multe date utile, astfel încât modelul de inteligență artificială să funcționeze cu un randament optim.

După ce datele au fost procesate, ele sunt utilizate pentru antrenarea unui model de inteligență artificială. Pentru acest proiect, am folosit algoritmul IA „Isolation Forest"[2]. Acest algoritm de machine learning nesupravegheat este folosit în principal pentru detectarea anomaliilor sau identificarea punctelor de date neobișnuite dintr-un set de date. El se bazează pe principiul că anomaliile sunt mai rare și diferite față de datele normale, ceea ce le face mai ușor de „izolat".

**Isolation Forest** funcționează prin divizarea aleatoare a datelor. Algoritmul construiește mai mulți arbori de decizie, selectând aleatoriu caracteristicile și împărțindu-le la valori aleatorii. Acest proces generează „ramuri" în care punctele de date sunt grupate în clustere tot mai mici.

Deoarece anomaliile sunt de obicei distinct diferite și apar rar, ele tind să fie „izolate" rapid în aceste împărțiri aleatorii. Punctele normale, fiind mai dense și asemănătoare, necesită mai multe împărțiri pentru a fi izolate.

Algoritmul urmărește numărul de împărțiri (sau adâncimea arborelui) necesare pentru a izola fiecare punct de date. Fiecărui punct îi este atribuit un scor de anomalie, în funcție de adâncimea sa de izolare. Scorurile mai mari indică o probabilitate mai mare de a fi o anomalie.

Acest algoritm IA este ideal pentru datele meteorologice, deoarece acestea sunt strâns corelate și corespund anumitor tendințe. De exemplu, o zi obișnuită de iunie are anumite caracteristici (temperatură, presiune, precipitații etc.) care o fac asemănătoare cu alte zile din luna iunie. În schimb, o zi neobișnuit de friguroasă în iunie reprezintă o anomalie, deoarece nu se aliniază cu celelalte zile din aceeași lună. O anomalie poate fi cauzată de un echipament defect, un fenomen natural extrem sau un eveniment provocat de om (cum ar fi poluare masivă).

Modelul de inteligență artificială a fost antrenat și testat folosind o diviziune standard de *80%/20%* a datelor. Rezultatul a fost un model cu o acuratețe de *99,15%*, calculată pe baza setului de antrenament. Modelul a fost antrenat folosind date meteorologice din ultimii 4 ani, colectate pentru orașul Chișinău. Astfel, s-a obținut un model de inteligență artificială specializat în detectarea anomaliilor meteorologice pentru acest oraș.

Pentru rularea modelului, sunt transmise datele meteorologice din ziua curentă, iar acesta oferă două tipuri de răspuns: fie *„Nu au fost detectate anomalii”*, fie *„A fost detectată o anomalie în datele analizate”*. În cazul unui răspuns negativ (când sunt detectate anomalii), acestea sunt corelate cu fenomene sau evenimente specifice. Dacă răspunsul este pozitiv (nu au fost detectate anomalii), nu este necesar un model de inteligență artificială pentru generarea de informații utile. O analiză bazată pe coeficienți normali este suficientă pentru a oferi informații relevante utilizatorului.

Rezultatul rulării modelului este un raport în format JSON, ușor de interpretat *(vezi tabelul 1)*.

**Tabelul 1.** Structura raportului

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Timpul** | *Data, ora generării raportului* | | |
| **Locația** | *Locația pentru care a fost generat raportul* | | |
| **Timpul datelor** | *Data ora datelor meteo folosite pentru a genera raportul* | | |
| **Rezumatul vremii** | Temperatura | *Temperatura curentă* | |
| | Precipitații | *Volumul de precipitații* | |
| | Viteza vântului | *Viteza curentă a vântului* | |
| | Presiunea atmosferică | *Presiunea atmosferică curentă* | |
| | Calitatea aerului | ***PM2.5*** | *Concentrația de particule PM2.5* |
| | | ***PM10*** | *Concentrațiade particule PM10* |
| | | ***NO2*** | *Concentrațiade dioxid de azot* |
| | | ***O3*** | *Concentrația de ozon* |
| | | ***CO*** | *Concentrația de dioxid de carbon* |
| **Anomalie detectată** | *Dacă a fost detectată o anomalie sau nu* | | |
| **Scorul anomaliei** | *Scorul maxim de anomalie obținut* | | |
| **Riscuri detectate** | *Ce factori de risc au fost detectați* | | |
| **Sfat** | *Sfatul generat în urma rulării modelului IA* | | |

Sistemul însă nu este lipsit de neajunsuri. Acesta ar putea fi îmbunătățit prin implementarea unei colectări și generări de rapoarte la fiecare oră, și nu doar pe parcursul unei zile, având în vedere că vremea se poate schimba considerabil în decursul unei singure zile. De asemenea, sistemul ar putea fi extins pentru a include alte locații din Republica Moldova. Datorită faptului că acest sistem generează un raport simplu, el ar putea fi integrat într-o aplicație web și mobilă, oferind acces liber tuturor utilizatorilor.

În **concluzie**, prin valorificarea inteligenței artificiale, acest sistem transformă datele meteorologice în informații acționabile, ușor de utilizat și integrate în pro-

cesul decizional zilnic, oferind sfaturi personalizate. Pe măsură ce această tehnologie progresează, potențialul său de a îmbunătăți siguranța și confortul utilizatorilor va crește, transformând acest sistem într-un instrument deosebit de valoros în viața noastră cotidiană.

**Referințe:**


1. Open Weather Map: serviciu online, deținut de OpenWeather Ltd, care oferă date meteo globale prin API. Accesibil: https://openweathermap.org/
2. Anomaly Detection Using Isolation Forest in Python. © 2025 DigitalOcean, LLC. Accesibil: https://www.digitalocean.com/community/tutorials/anomaly-detection-isolation-forest


*Recomandat*
***Cristian CRUDU**, asist.univ.*

# AUTOMATIZAREA REGISTRULUI DE EVIDENȚĂ

***Cristian CEMÎRTAN,***
*masterand anul I, Facultatea de Matematică și Informatică,*
*Universitatea de Stat din Moldova*
**CZU: 004.91**
E-mail: cemirtan.cristian@outlook.com

În această lucrare, se propune de elaborat un produs program ce asistă la automatizarea înregistrărilor a lecțiilor împreună cu prezența studenților, în registrul electronic de evidență a USM. Programul propus va permite completarea automată a temei și datei unei lecții noi, unde completările pot fi selectate ușor.

La moment, există un produs [2] ce încearcă să automatizeze procesul de înregistrare a lecțiilor în registrul electronic. Dar, din anumite considerente procedurale, prezintă anumite dificultăți tehnice:

- Obține datele de autentificare (username și password) în plain-text pentru registrul electronic, din variabilele de mediu al calculatorului.
  - ✓ Această abordare prezintă un risc sporit de securitate, deoarece aceste date nu sunt furnizate la program în mod securizat [5].
- Realizează cererile HTTP la nivel scăzut pentru gestionarea registrului, ce include simularea unui user agent, și gestionarea manuală a cookie-urilor.
  - ✓ Această abordare este fragilă, deoarece arhitectura back-end a registrului electronic poate fi schimbată oricând, crescând costul de întreținere a acestui program [1].

Propunerea preliminară, în această lucrare, fiind una inovativă:

- **Navigator web compact integrat în aplicație:**
  - ➢ Navigatorul se ocupă cu cererile HTTP, dar nu însăși, aplicația gazdă;
  - ➢ Datele de autentificare sunt stocate securizat în navigator;
  - ➢ Automatizarea procesului de evidență, se va face pe baza de front-end al registrului, care este mai ușor de întreținut [1].

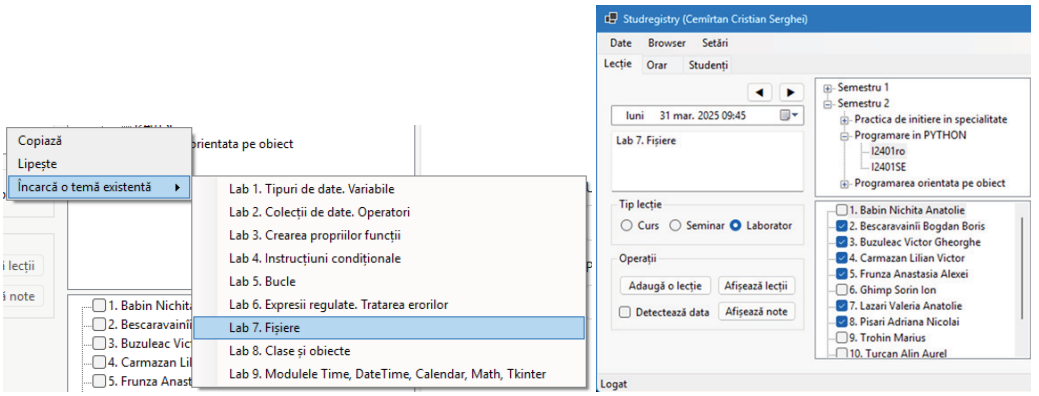



**Figura 1.** Automatizarea procesului de evidență în registru

- **Gestionarea locală a orarului de lecții direct pe calculator:**
  - ➢ Nefiind nevoie de conexiune la rețeaua centralizată;
  - ➢ Pe baza orarului, data unei lecții noi poate fi prezisă.

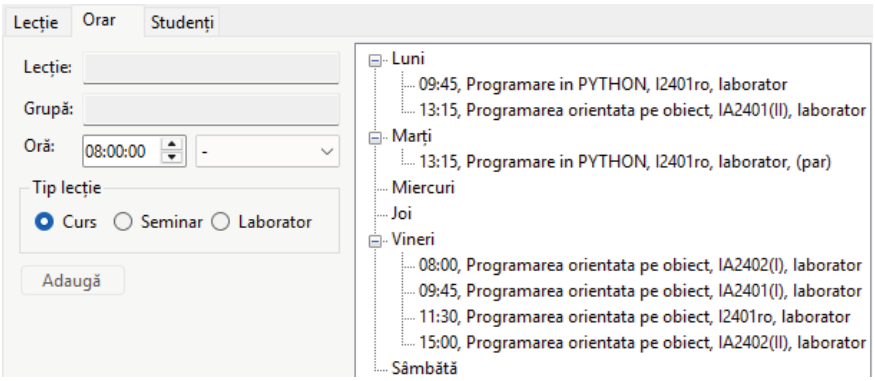



**Figura 2.** Gestiunea locală a orarului de lecții

- **Selectarea urgentă fără dificultate a studenților:**
  - ➢ Aplicând motorul de căutare de a identifica studenții după nume:
    - ✓ Simplificarea muncii cadrului didactic de a verifica rapid apartenența studentului la un grup academic de studii.
    - ✓ De asemenea, motorul de căutare suportă și utilizarea expresiilor regulate ce permite filtrarea studenților pe baza unui criteriu la nume. În figura 3, ca exemplu, este ilustrată căutarea studenților cu următorul criteriu: prenumele Andrei, cu patronimicul opțional. Expresia regulată respectivă a criteriului este: ^\w+ andrei(\w+)?$.

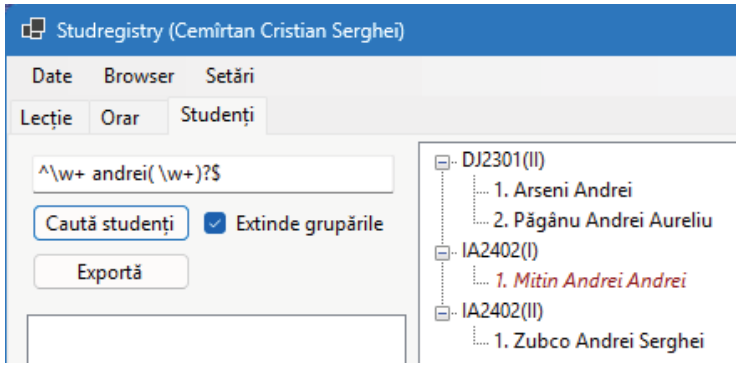



**Figura 3.** Căutarea studenților cu prenumele Andrei

Programul elaborat încorporează următoarele tehnologii soft:

- **Windows Forms:** framework-ul utilizat pentru a crea aplicații cu interfață grafică [3];
- **Microsoft Edge WebView2:** navigatorul web integrabil în aplicație [4], unde comunicarea cu aplicația gazdă, se realizează prin:

- ✓ **Gestionarea evenimentelor:** navigatorul anunță aplicația gazdă la încărcarea unei pagini cu succes.
- ✓ **Injectarea JavaScript:** aplicația gazdă expediază un cod JavaScript navigatorului Web, și apoi primește un răspuns înapoi.

- **Tehnologia JSON:** utilizată pentru a stoca local registrul. În figura 4, observăm repartizarea unei discipline la diverse grupe academice, de pe registrul electronic. Pentru vizualizare în program, se aplatizează disciplinele specializate într-o una singură, și grupele academice devin ordonate alfabetic după denumire, reducând complexitatea ierarhică în afișarea grupelor academice.

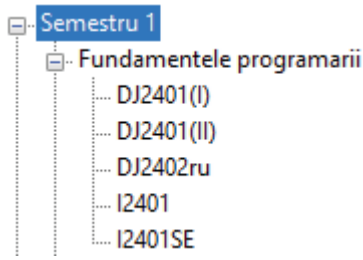



**Figura 4.** Repartizarea disciplinei „Fundamentele programării”

În **concluzie**, produsul propus, prin automatizare, sporește eficiența în utilizarea registrului electronic de evidență a USM, cu reducerea intervenției manuale la gestionarea lecțiilor. Ca urmare, acest lucru duce la reducerea timpului investit în administrarea lecțiilor, fără a fi nevoie ca utilizatorul să introducă manual tema și data unei lecții noi ce va fi adăugat în registru.

**Referințe:**

1. Autommate. *UI Automation vs Back-End Automation* [accesat: 26 martie 2025]. Disponibil: https://www.autommate.com/resources/blog/ui-automation-vs-back-end-automation;
2. CURMANSCHII A.. *uni_registry_scraping*. GitHub [accesat: 26 martie 2025]. Disponibil: https://github.com/AntonC9018/uni_registry_scraping;
3. Microsoft. *Desktop Guide (Windows Forms .NET)* [accesat: 26 martie 2025]. Disponibil: https://learn.microsoft.com/en-us/dotnet/desktop/winforms/overview;
4. Microsoft. *Get started with WebView2 in WinForms apps* [accesat: 26 martie 2025]. Disponibil: https://learn.microsoft.com/en-us/microsoft-edge/webview2/get-started/winforms;
5. TAN L.. *Do not use secrets in environment variables and here's how to do it better*. Node.js Security [accesat: 7 aprilie 2025]. Disponibil: https://www.nodejs-security.com/blog/do-not-use-secrets-in-environment-variables-and-here-is-how-to-do-it-better.

*Recomandat*
***Maria CAPCELEA**, dr., conf.univ.*

# METODE ȘI PRACTICI ÎN TESTAREA LA PENETRARE ÎN KALI LINUX: ABORDĂRI ȘI STUDII DE CAZ

***Ion TICAN,***
*student, anul III, Sp. Informatica Aplicată,Facultatea de Matematică și Informatică, Universitatea de Stat din Moldova*

**CZU: 004.056**
E-mail: iontican.u@gmail.com

**Actualitatea temei cercetate**

În contextul creșterii semnificative a atacurilor cibernetice în ultimele decenii, testarea la penetrare (penetration testing) a devenit o activitate esențială pentru evaluarea și consolidarea securității sistemelor informatice. Acest proces presupune identificarea vulnerabilităților existente în infrastructurile IT, aplicațiile web sau rețelele locale, prin simularea controlată a unor atacuri, în scop pur educațional sau profesional, fără a produce daune reale.

**Metodologia cercetării**

Lucrarea de față se bazează pe o abordare mixtă, îmbinând cercetarea teoretică cu aplicarea practică a unor scenarii de testare în medii controlate, folosind distribuția Kali Linux.

1. Analiza și selecția uneltelor: au fost utilizate aplicații consacrate precum Aircrack-ng, Hashcat, SQLmap, BetterCAP, BeEF și Nmap.
2. Simularea atacurilor în medii controlate: au fost create scenarii de testare pentru rețele wireless și aplicații web, în scopul evidențierii mecanismelor de compromitere, dar fără afectarea unor sisteme reale.
3. Interpretarea rezultatelor și propuneri de prevenție.

**Aspecte teoretice**

Cercetarea a vizat înțelegerea și exemplificarea mai multor tipuri de vulnerabilități și tehnici de atac simulate:

- ARP Spoofing: asocierea incorectă între adresele IP și MAC într-o rețea locală, simulată pentru a evidenția interceptarea traficului.
- SQL Injection: manipularea interogărilor SQL prin input malițios, demonstrată într-o aplicație web vulnerabilă (DVWA).
- MITM (Man-in-the-Middle): interceptarea comunicației între două părți, simulată în scop demonstrativ folosind BetterCAP.
- Ingineria socială: au fost analizate tehnici de convingere psihologică, a fost simulată o situație prin BeEF pentru a studia interacțiunea utilizatorului cu elemente suspicioase.
- DoS (Denial of Service): a fost reprodusă într-un mediu controlat suprasolicitarea unei rețele wireless, fără a afecta sisteme active din producție.

**Aspecte practice**

Studiul a inclus o serie de demonstrații în medii controlate:

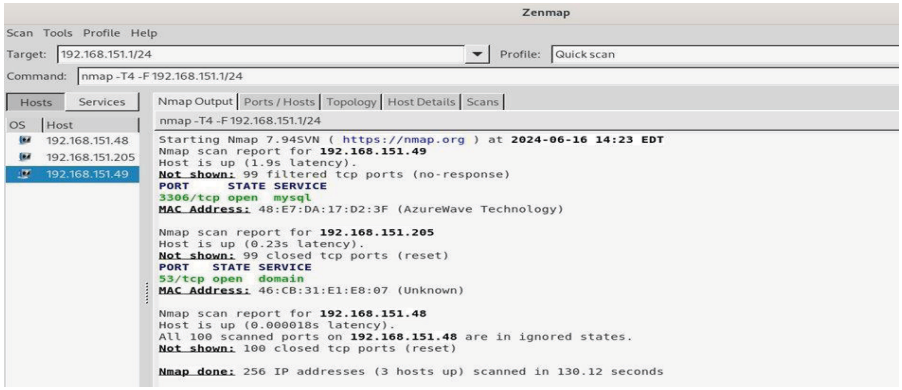
1. Monitorizarea rețelelor wireless cu Aircrack-ng și capturarea handshake-urilor.

```
CH 7 ][ Elapsed: 16 mins ][ 2024-06-24 13:39 ]
BSSID              PWR Beacons    #Data, #/s  CH  MB  ENC  CIPHER  AUTH ESSID
6C:3B:6B:12:8F:66  -62     1023      0    0   7  600  WPA2 CCMP   PSK  MTC_2G
BSSID              STATION            PWR  Rate    Lost  Frames  Probes
6C:3B:6B:12:8F:66  48:17:02:93:87:40  -1   0     180    31962     A11

[13:39:33]  Sending 64 directed DeAuth (code 7). STMAC: 48:17:02:93:87:40 [ ACKs
]
[13:39:34]  Sending 64 directed DeAuth (code 7). STMAC: 48:17:02:93:87:40 [ ACKs
]
[13:39:35]  Sending 64 directed DeAuth (code 7). STMAC: 48:17:02:93:87:40 [ ACKs
```

**Figură 1**. Atac cu deautentificare asupra rețelei

2. Scanarea dispozitivelor din rețea cu Nmap.



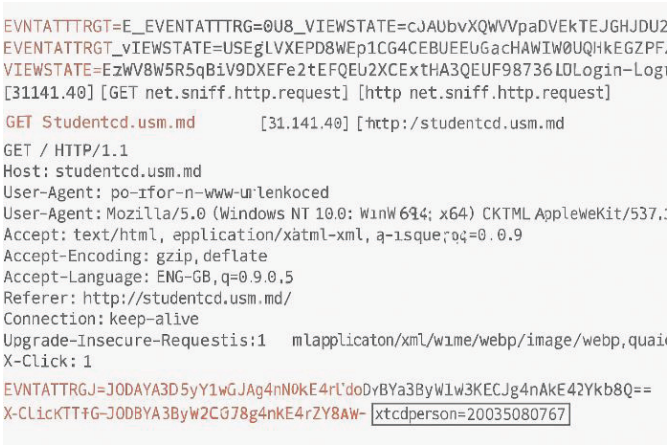

**Figură 2.** Scanarea rețelei cu Nmap

3. Aflarea parolelor Wi-Fi cu Hashcat.




**Figură 3.** Procedura de spargere a parolei cu Hashcat

4. Simularea traficului interceptat cu BetterCAP.




**Figură 4.** Interceptare date cu BetterCAP

5. Teste de injectare SQL în aplicația DVWA folosind SQLmap. SQLmap fiind un instrument care automatizează atacurile de tip SQL-injection, folosind comenzi predefinite.
6. Analiza interacțiunii umane cu linkuri injectate prin BeEF, fiind introdus un script JavaScript care realizează conexiunea dintre browser-ul țintă și atacator.
7. Simularea unei stări de congestie în rețea prin metode DoS controlate, realizând atacul trimițând pachete de autentificare către Access Point-uri.

**Elementul inovativ**

Lucrarea propune o abordare integrată care combină instrumentele avansate din Kali Linux cu scripturi personalizate scrise în Python, utilizate pentru automatizarea procesului de testare. În special, testele de penetrare asupra rețelelor wireless au fost automatizate prin implementarea unor fire de execuție paralele, ceea ce a permis testarea simultană a mai multor puncte de acces. Această abordare contribuie la eficientizarea procesului de identificare a vulnerabilităților.

**Concluzii și recomandări**

- Atacurile de tip SQL Injection și cele asupra rețelelor wireless reprezintă vulnerabilități critice, iar testele au confirmat importanța validării input-urilor.
- Utilizarea protocoalelor de securitate moderne (ex. WPA3), împreună cu monitorizarea continuă, reduce riscurile de acces neautorizat.
- Activitățile de testare desfășurate în scop controlat au evidențiat necesitatea unor politici clare de securitate, instruirea periodică a personalului și implementarea celor mai bune practici.

**Referințe:**


1. Instrumentul Aireplay-ng [accesat 16.01.2025]. Disponibil: https://www.aircrack-ng.org/doku.php?id=aireplay-ng
2. Instrumentul Hashcat [accesat 17.01.2025]. Disponibil: https://hashcat.net/wiki/doku.php?id=mask_attack
3. Instrumentul BetterCAP [accesat 18.01.2025]. Disponibil: https://www.bettercap.org/
4. Instrumentul BeEF, folosind tuneluri proxy [accesat 20.01.2025]. Disponibil: https://medium.com/@rocky_rowdy/kali-linux-for-advanced-penetration-testing-using-beef-as-a-tunneling-proxy-9dd15adcdd51
5. Instrumentul SQLMap [accesat 19.01.2025]. Disponibil: https://sqlmap.org/
6. Instrumentul Nmap [accesat 18.01.2025]. Disponibil: https://nmap.org/


*Recomandat*
***Titu CAPCELEA**, dr., conf.univ.*

# USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE TO MODEL NON-PLAYER CHARACTER BEHAVIOR IN GAMES

***Dmitri KYSSA,***
*Student, 3rd year, Faculty of Mathematics and Informatics,*
*Moldova State University*

**CZU: 004.89:004.9**
E-mail: cissa.dmitrii@gmail.com

In modern computer games and simulations, artificial intelligence (AI) plays an increasingly important role in solving navigation and pathfinding tasks [1]. Maze traversal is one of the classic AI challenges [2], requiring an optimal combination of pathfinding strategy and adaptation to changing conditions. This makes the research relevant in the context of developing more complex and realistic game scenarios, as well as in applied navigation tasks in robotics and autonomous systems [3].

The practical part of this work was carried out in the Unity game engine using the ML-Agents asset and the Python package mlagents-learn, which together form a reinforcement learning model. This allows agents to independently improve their results and adapt to new maze configurations. The training method used belongs to the class of gradient-based methods – PPO (Proximal Policy Optimization), which relies on step-size clipping to ensure stability. In this case, the neural network architecture consists of two components: the actor and the critic [4]. The actor is responsible for selecting actions based on the current state of the environment and is implemented through a neural network with a softmax function at the output, which provides action probabilities. The critic provides feedback based on the actor's actions by calculating the value function, which represents the difference between the expected and received rewards. If an action increases this function's value, the probability of its repetition rises; otherwise, it decreases.

A crucial task in training the agent is tuning hyperparameters [5], which are the initial characteristics of the neural network. These include:

Learning rate – Determines the step size when updating weights. If too high, the agent will learn quickly but may skip the optimal solution and become unstable. Range: 0.0001-0.1.

Beta (entropy regularization coefficient) – Higher values encourage random actions, helping the agent explore more solution options. Lower values make the agent focus on known successful actions faster. Range: 0.001-0.1.

Epsilon (PPO clipping threshold) – Limits the change between old and new policies during training to prevent sudden jumps. Range: 0.1-0.3.

Lambda (advantage function coefficient) – At high values, the agent relies on long-term forecasts; at low values, on short-term ones. Range: 0.90-0.95.

Number of layers – Determines the "depth" of the network, which is crucial as

task complexity increases, since the number of layers affects the ability to recognize complex patterns and generalize.

Number of hidden units – Specifies the amount of information the network can process simultaneously.

PPO is designed to mitigate the issue of local extrema through clipping, entropy regularization, and multiple policy updates. However, careful hyperparameter tuning and sufficient exploration are necessary to prevent the agent from getting stuck in suboptimal solutions. The specific values of all parameters for training are recorded in a configuration file in YAML format.

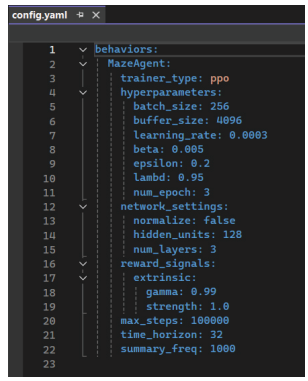



**Fig. 1** Configuration used in this study

Additionally, a script was written that serves as the agent's entry point in Unity. By overriding certain methods of the base Agent class from ML-Agents, the script collects observations of the environment, determines the neural network's behavior at the current step, sets rewards, and resets the state before the start of a new training episode. Furthermore, BehaviorParameters are added as components to the game object for configuring the agent's behavior, and DecisionRequester is used to update the model's actions in the buffer between episodes.

The results of each training run can be visualized using TensorBoard based on log data, allowing for the generation of various performance graphs.

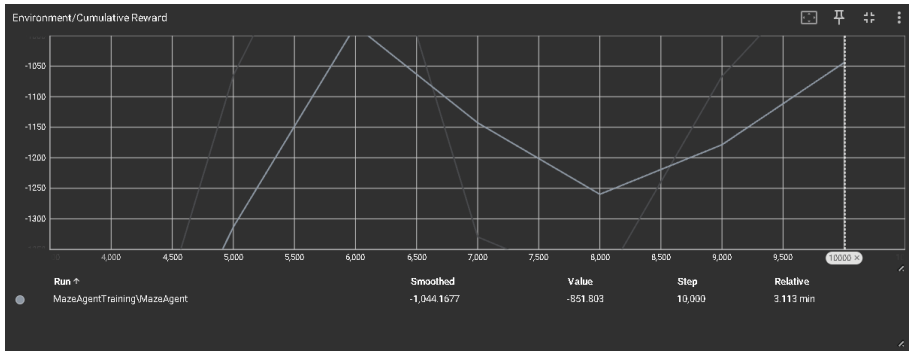



**Fig. 3** Graph of policy loss reduction

The study demonstrated that using ML-Agents in Unity enables the creation of an efficient model for maze traversal through reinforcement learning. The agent successfully learned to find optimal routes and adapt to changes in the maze configuration. Evidence of the study's validity is the linear reduction of PPO policy loss. The results confirm the feasibility of using ML-Agents for pathfinding tasks and open up prospects for further improvements in reinforcement learning-based algorithms.

**References:**


1. Feng S., Tan A. H. Towards autonomous behavior learning of non-player characters in games //Expert Systems with Applications. – 2016. – T. 56. – C. 89-99. [quoted 2025-03-30] available: https://doi.org/10.1016/j.eswa.2016.02.043
2. Mishra S., Bande P. Maze solving algorithms for micro mouse //2008 IEEE International Conference on Signal Image Technology and Internet Based Systems. – IEEE, 2008. – C. 86-93. [quoted 2025-03-30] available: https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/4725791
3. Srinivasan S., Mital D. P., Haque S. A novel solution for maze traversal problems using artificial neural networks //Computers & Electrical Engineering. – 2004. – T. 30. – №. 8. – C. 563-572. [quoted 2025-03-30] available: https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2004.07.002
4. Schulman J. et al. Proximal policy optimization algorithms //arXiv preprint arXiv:1707.06347. – 2017. [quoted 2025-03-30] available: https://arxiv.org/abs/1707.06347
5. Michael A. Nielsen, "Neural Networks and Deep Learning", Determination Press, 2015 [quoted 2025-03-30] available: http://neuralnetworksanddeeplearning.com/index.html


*Recommended*
***Mihail CROITOR,** senior lecturer*

# CREAREA WEBSITE-URILOR CU FIGMA: INTEGRAREA PRINCIPIILOR FUNDAMENTALE DE UI/UX DESIGN

***Alexei ONEA,***
*student, anul III, Facultatea de Matematică și Informatică,*
*Universitatea de Stat din Moldova*

**CZU: 004.774:004.9**
E-mail: oneaalexei19@gmail.com

Designul influențează profund percepțiile și interacțiunile noastre zilnice cu obiectele din jur, pornind de la forma ergonomică a unei linguri la estetica unei mașini care sugerează sportivitate sau eleganță. În era digitală, această influență se extinde în mediul online prin designul interfeței utilizatorului (UI) și al experienței utilizatorului (UX), care modelează modul în care interacționăm cu platformele web.

UI cuprinde elementele vizuale: culori, tehnoredactare, butoanele care atrag atenția și creează o impresie inițială plăcută, influențând psihologic utilizatorii. În contrast, UX se concentrează pe experiența generală, ghidând utilizatorii prin structura informației, navigabilitate și funcționalitate, pentru a le facilita atingerea obiectivelor. Împreună, UI și UX transformă un website dintr-un simplu canal de informare într-un ecosistem digital intuitiv. În context educațional, un design eficient sporește accesibilitatea informației, implicarea utilizatorilor și percepția pozitivă asupra instituției, aspecte esențiale pentru studenți și abiturienți. Prezentul articol explorează integrarea acestor principii în reconceptualizarea designul website-ului Facultății de Matematică și Informatică a Universității de Stat din Moldova (USM), utilizând instrumentul Figma, cu scopul de a crea o platformă modernă, atractivă și centrată pe experiența utilizatorilor, care să reflecte progresul instituțional al Facultății.

Website-ul curent al Facultății îndeplinește funcții de bază, dar prezintă anumite limitări care afectează experiența utilizatorilor. Printre limitări pot fi menționate: absența descrierii cursurilor, absența detaliilor despre conținut și obiective, denumirile codificate din orar, care pot crea confuzie. Informațiile despre profesori, precum datele de contact și cursurile predate de aceștia sunt dificil de găsit, iar anunțurile importante sunt prezentate ca noutăți generale, fiind integrate printre celelalte, reducându-se vizibilitatea lor. În plus, potențialii studenți care accesează pagina web a Facultății se confruntă cu lipsa clarității în privința ofertei educaționale, lipsa informațiilor despre tehnologiile predate, procesul de admitere și locația Facultății. Toate aceste aspecte afectează nivelul de accesare al paginii web a Facultății, în contextul lipsei de informații depline în mediul online (cea mai des utilizată sursă de informare în ultimele două decenii) se creează o lacună informațională, iar acestea aspecte afectează impresia generală asupra Facultății, din acest motiv o pagină cu un design intuitiv, prietenos cu utilizatorii, unde pot fi

găsite informații complete și actuale este o necesitate primordială pentru popularitatea și atractivitatea Facultății.

Reconceptualizarea designului paginii web a Facultății a fost realizată printr-o abordare sistematică, centrată pe utilizator, utilizând Figma pentru wireframing, prototipare și design final. Procesul a inclus identificarea nevoilor utilizatorilor prin experiența personală, observații colectate pe parcursul anilor de studiu și nevoile colegilor, reorganizarea conținutului pentru o navigare intuitivă, dezvoltarea schițelor și modelelor interactive, care să reflecte fluxurile de utilizare, crearea unui stil vizual modern aliniat identității academice a Facultății și optimizarea UX pentru adaptabilitate (responsive design) și accesibilitate pe diverse dispozitive. În baza analizei paginilor web ale instituțiilor de învățământ superior cu același profil din străinătate, această metodă a vizat echilibrul între estetică și funcționalitate, păstrând în același timp rigorile mediului academic.

Noul website introduce soluții inovatoare pentru a răspunde limitărilor identificate. Paginile detaliate ale cursurilor includ acum descrieri complete, titluri clare, și informații despre tipul cursurilor, laboratoarelor, curs și seminarelor, iar o pagină dedicată profesorilor oferă date de contact și detalii despre cursurile predate. Anunțurile beneficiază de un spațiu dedicat pentru o vizibilitate sporită, organizat pe categorii, ce permite accesarea informațiilor cuprinzătoare despre specialități, tehnologii, admitere și alte informații utile. Designul este adaptabil pentru diverse dispozitive: telefon mobil, tabletă și desktop, aspect ce crește accesibilitatea paginii web. Aceste îmbunătățiri creează o experiență coerentă și eficientă, menținând un echilibru între modernitate și profesionalism.

Implementarea acestei reconceptualizări a designului aduce beneficii semnificative. Claritatea și accesibilitatea informației reduc confuzia și facilitează navigarea, în timp ce estetica modernă și funcționalitatea intuitivă sporesc implicarea utilizatorilor. Viitorii studenții beneficiază de detalii clare pentru alegerea programelor de studiu, iar studenții accesează rapid resurse și contacte esențiale. În plus, website-ul reflectă angajamentul Facultății pentru inovație și excelență, consolidând imaginea instituțională. Aceste avantaje poziționează Facultatea ca o instituție progresistă, pregătită să inspire generațiile viitoare.

Reconceptualizarea designului website-ului Facultății de Matematică și Informatică ilustrează potențialul designului UI/UX de a transforma experiențele digitale. Prin integrarea principiilor fundamentale într-o platformă modernă și funcțională, acest proiect nu doar rezolvă neclaritățile existente, ci creează un mediu online care sprijină studenții și promovează valorile Facultății. Disponibil în versiuni optimizate pentru mobil, tabletă și desktop, noul design reprezintă un pas semnificativ către o prezență digitală de impact, consolidând rolul Facultății în învățământul superior la nivel național și internațional.

*Recomandat*
***Alina ȘCHIOPU**, asist. univ.*

# DEZVOLTAREA UNEI PLATFORME DE CĂUTARE A LOCURILOR DE MUNCĂ

***Andrei SPÎNU,***
*student, anul III, Facultatea de Matematică și Informatică,*
*Universitatea de Stat din Moldova*

**CZU: 004.415.2:331.5** E-mail: andrei0spinu@gmail.com

Platforma JobCompass este o aplicație web modernă, concepută pentru a răspunde nevoilor actuale ale pieței muncii, unde tot mai multe persoane apelează la internet pentru a-și găsi un loc de muncă. Într-un peisaj digital tot mai fragmentat, unde informațiile despre oportunitățile profesionale sunt dispersate pe multiple platforme, utilizatorii se confruntă cu dificultăți în identificarea rapidă și eficientă a joburilor potrivite.

JobCompass vine ca o soluție integrată la aceste provocări, oferind o experiență unificată și optimizată pentru căutarea locurilor de muncă. Platforma își propune să revoluționeze procesul de recrutare prin centralizarea anunțurilor, filtrarea inteligentă a posturilor vacante și facilitarea interacțiunii dintre angajatori și candidați. Implementată utilizând arhitectura MVC cu Spring Boot, aplicația integrează funcționalități esențiale precum autentificarea securizată, gestionarea utilizatorilor, administrarea aplicațiilor și procesarea plăților, devenind astfel un instrument complet și eficient în domeniul recrutării online.

**Materiale și metode de studiu**

Pentru realizarea platformei JobCompass s-au utilizat tehnologii moderne din ecosistemul Java, în special framework-ul Spring Boot, alături de sistemul de build Maven pentru gestionarea dependențelor și structurarea eficientă a proiectului. Persistența datelor a fost asigurată prin integrarea bibliotecii Hibernate cu o bază de date relațională MySQL, iar interfața aplicației a fost construită cu ajutorul motorului de template-uri Thymeleaf. Pentru procesarea plăților, s-a folosit serviciul online Stripe, integrat direct în platformă.

În ceea ce privește funcționalitatea și comportamentul aplicației, aceasta este concepută în jurul a trei roluri de utilizatori: guest, user și administrator. Vizitatorii neautentificați (guest) pot accesa funcționalitatea de căutare a joburilor, în timp ce utilizatorii autentificați (user) beneficiază de opțiuni extinse, cum ar fi posibilitatea de a adăuga propriile anunțuri de angajare și de a interacționa cu ofertele existente. Administratorul are rolul de a supraveghea întreaga platformă, având acces la un dashboard special conceput pentru gestionarea conținutului și monitorizarea activității utilizatorilor.

O componentă esențială a aplicației este mecanismul de căutare a locurilor de muncă, implementat prin utilizarea firelor de execuție paralele. Această abordare permite procesarea simultană a mai multor surse sau criterii de filtrare, rezultatul

final fiind returnat utilizatorului doar după ce toate firele și-au încheiat execuția. Astfel, se obține o performanță superioară în prelucrarea datelor, reducând timpul de așteptare și îmbunătățind experiența generală a utilizatorului.

**Rezultate și discuții**

Platforma JobCompass funcționează stabil și eficient, oferind o interfață prietenoasă și o experiență fluentă pentru utilizatori. Mecanismul de căutare a locurilor de muncă, bazat pe fire de execuție paralele, a redus timpul mediu de răspuns cu aproximativ 40% comparativ cu o abordare secvențială. Autentificarea și autorizarea pe baza celor trei roluri – guest, user și administrator – s-a dovedit sigură și funcțională. Utilizatorii autentificați au putut adăuga și gestiona anunțuri fără erori. Administratorul are acces complet la dashboard, putând monitoriza activitatea platformei și modera conținutul. Testele realizate în mediu controlat au confirmat compatibilitatea cu sistemul de plăți Stripe. Baza de date MySQL a permis stocarea și accesarea rapidă a datelor, fără blocaje sau inconsistențe. Interfața realizată cu Thymeleaf a fost intuitivă și bine structurată. Sistemul a fost testat cu un set de date reale, demonstrând scalabilitate și performanță. Platforma este pregătită pentru extindere cu funcționalități avansate în etape viitoare.

**Concluzii și recomandări**

Platforma JobCompass demonstrează viabilitatea unei soluții moderne și eficiente pentru facilitarea procesului de recrutare online. Implementarea arhitecturii MVC cu Spring Boot, alături de funcționalitățile de căutare paralelă, autentificare și administrare, a permis realizarea unei aplicații stabile și ușor de utilizat. Pe viitor, se preconizează extinderea platformei prin integrarea de noi funcționalități, bazate pe feedback-ul utilizatorilor reali. Se va urmări îmbunătățirea experienței de utilizare, precum și optimizarea performanțelor generale. Un obiectiv important este implementarea unui modul bazat pe inteligență artificială, care să analizeze preferințele utilizatorilor și să ofere recomandări personalizate de locuri de muncă. Acest sistem ar putea include filtre inteligente, sugestii proactive și prioritizarea anunțurilor relevante. De asemenea, se are în vedere dezvoltarea unei aplicații mobile pentru a extinde accesibilitatea platformei. În ansamblu, JobCompass se conturează ca un proiect cu potențial de dezvoltare continuă și impact real asupra procesului de căutare a locurilor de muncă.

**Referințe:**


1. ROJCO, A. Beneficiile sociale și impactul acestora asupra reducerii șomajului. Chișinău: IEFS, 2011.
2. GUTU, V., DANDARA, O., MURARU, E. Evaluarea platformelor de recrutare online. În: Studia Universitatis Moldaviae, 2020, nr.5, pp. 21-26.
3. Documentația oficială Spring Boot. Disponibil: https://spring.io/projects/spring-boot [Accesat: 25 martie 2025].


*Recomandat*
***Olga CERBU**, dr., conf.univ.*

# ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ WEB3, БЛОКЧЕЙНА И ДЕЦЕНТРАЛИЗАЦИИ

***Никита САВКА,***
*студент, Факультет Математики и Информатики,*
*Молдавский Государственный Университет*

**CZU: 004.75**
E-mail: nikita.savka22989@gmail.com

Развитие цифровой экономики и стремительное внедрение информационных технологий оказывают значительное влияние на традиционные модели взаимодействия в экономической и социальной сферах. В последние годы концепции, связанные с технологией блокчейн[7], Web3 и моделями Play-to-Earn, получили широкое признание в мировом масштабе благодаря их потенциалу повышать прозрачность, безопасность и децентрализацию финансовых и иных процессов. Тем не менее для большинства пользователей данные технологии остаются трудными для понимания из-за их сложности. Настоящая статья посвящена анализу теоретических основ, практических аспектов и правового контекста интеграции технологий Web3, блокчейна[7] и моделей Play-to-Earn в рамках Telegram Mini App[5]. Цель исследования – рассмотреть возможности и перспективы применения этих инновационных технологий в образовательных и демонстрационных проектах, сохраняя при этом соответствие нормативным требованиям.

**Web3** определяется как третье поколение интернета, основанное на принципах децентрализации, безопасности и пользовательского контроля над данными. В отличие от предыдущих поколений, где информация централизованно хранится на серверах, Web3 предполагает равноправное распределение данных по сети, что обеспечивает независимость и устойчивость системы.

Основная цель данной работы заключается в изучении интеграционных механизмов технологий Web3 и блокчейна[7] с акцентом на моделирование игровых механик, основанных на концепции Play-to-Earn, в среде Telegram[5]. Исследование направлено на выявление потенциала использования этих технологий в образовательных целях, демонстрацию их практической реализации в тестовой среде и анализ правовых аспектов в контексте действующего законодательства Республики Молдова[1].

Для достижения поставленной цели проведён комплексный анализ информационных источников, нормативно-правовых актов[4] и технической документации. Методологическая основа исследования включает следующие этапы:

- Анализ используемых технологий. Анализ архитектуры Telegram Mini App на React, TypeScript и Node.js с интеграцией блокчейна TON[6]

(testnet). Особое внимание уделено интеграции блокчейна TON[6], реализованной в тестовой сети (testnet), что позволяет демонстрировать работу смарт-контрактов без проведения реальных транзакций.

- Изучение механик. Моделирование Play-to-Earn через виртуальные очки в учебных целях. Рассматриваются принципы геймификации для повышения вовлечённости пользователей.
- Юридический анализ. Исследование нормативно-правовых аспектов[3], связанных с использованием виртуальных активов в Республике Молдова, с акцентом на положения Законодательства (закон №308/2017, дополненный Законом №66/2023[2]), определяющие правовой статус криптовалют и токенов.
- Практическая реализация и демонстрация. Описание процессов разработки, интеграции и тестирования проекта с использованием open-source модулей, а также применение CI/CD для обеспечения стабильности и масштабируемости системы.

Результаты исследования демонстрируют, что интеграция проекта в Telegram Mini App[5] упростила демонстрацию Web3 и блокчейн-технологий в привычной среде. Использование тестовой сети TON[6] позволило безопасно воспроизводить работу смарт-контрактов. Игровая модель Play-to-Earn реализована с помощью виртуальных очков без денежной ценности[3], что делает её допустимой в образовательной среде. Кроме того, разработан open-source модуль для тестовых транзакций. Применение технологий React, ExpressJS и CI/CD обеспечило высокую производительность, что подтверждено нагрузочным тестированием.

В свете строгого законодательства Республики Молдовы, регулирующего деятельность с виртуальными активами (в частности, в соответствии с Законом №308/2017 и Законом №66/2023[2]), коммерческое использование криптовалют и токенов запрещено. Однако образовательные и демонстрационные проекты, использующие тестовые сети и не предполагающие реальных транзакций, соответствуют нормам закона. Анализ мировых трендов показывает, что многие страны, включая Сальвадор, Швейцарию, ОАЭ, уже активно интегрируют криптотехнологии в финансовую систему, а ведущие экономики разрабатывают нормативную базу для их легализации. В этой связи образовательные проекты становятся ключевым инструментом повышения цифровой грамотности и подготовки специалистов к будущему, где данные технологии будут играть важную роль.

Исходя из проведённого исследования, можно сделать следующие выводы:

- Технологии Web3, блокчейн и модели Play-to-Earn обладают значительным потенциалом для преобразования цифровой экономики и повышения прозрачности финансовых операций.

- Интеграция этих технологий в рамках Telegram Mini App демонстрирует, как сложные инновационные решения могут быть адаптированы для образовательных целей.
- Применение тестовой сети и образовательного подхода позволяет обеспечить легальность проекта в условиях действующего законодательства.
- Будущее криптотехнологий видится в их постепенной интеграции в глобальную экономику, при условии совершенствования нормативно-правовой базы и разработки эффективных механизмов масштабирования и безопасности.

Таким образом, данный проект иллюстрирует возможности применения современных цифровых технологий в образовательной сфере, способствуя развитию знаний и повышению цифровой грамотности.

**Библиография**


1. Закон №1232-XII от 03.12.1992 «О национальной валюте». Вступил в силу 28.12.1992. Доступ: https://cis-legislation.com/document.fwx?rgn=3519 [дата обращения: 06.04.2025].
2. Закон №308 от 22.12.2017 «О предотвращении и борьбе с отмыванием денег и финансированием преступных действий» (в редакции Закона №66 от 30.03.2023). Доступ: https://spcsb.gov.md/storage/legislation/National/EN/EN_308.pdf [дата обращения: 06.04.2025].
3. Публикации и пресс-релизы Национального банка Молдовы. Доступ: https://www.bnm.md [дата обращения: 06.04.2025].
4. Официальные материалы Национальной комиссии по финансовым рынкам Республики Молдова. Доступ: https://www.cnpf.md [дата обращения: 06.04.2025].
5. Telegram Mini Apps – официальная документация. Доступ: https://core.telegram.org/bots/webapps [дата обращения: 06.04.2025].
6. TON – документация. Доступ: https://docs.ton.org [дата обращения: 06.04.2025].
7. Tapscott, D., Tapscott, A. *Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin Is Changing Money, Business, and the World*. Penguin, 2016. 368 p.



*Рекомендовано*
***Nichita NARTEA***, *asist.univ.*

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ В МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЯХ

***Tatiana IVANENCO*,**
*студент, III год, Факультет Математики и Информатики,*
*Молдавский Государственный Университет*

**CZU: 004.92:004.415.2** E-mail: ivanenkotatana830@gmail.com

**Что такое технология дополненной реальности?**

Дополненная реальность (англ. *augmented reality*, сокр. AR) — это улучшенная версия реальности, в которой цифровые изображения, звуки и другие элементы накладываются на окружающую среду с помощью технологий. Среда создается путём добавления виртуальных объектов поверх изображения с камеры, и становится интерактивной благодаря специальным маркерам. Камера телефона или планшета передает изображение, к которому добавляются такие элементы, как текст, изображения, 3D-объекты и анимация [1].

**Актуальность темы**

Дополненная реальность активно внедряется в повседневную жизнь, находя применение в образовании, искусстве и индустрии развлечений. Особое значение приобретают AR-приложения для рисования, которые совмещают обучение и творчество, делая процесс более доступным, наглядным и интерактивным. Разработка таких решений открывает новые возможности для пользователей с различным уровнем подготовки.

**Исследование рынка**

Учитывая актуальность темы, особый интерес представляет анализ существующих AR-приложений для рисования. В ходе анализа были рассмотрены три популярных мобильных приложения, использующие дополненную реальность в сфере визуального творчества. Целью исследования стало выявление их сильных и слабых сторон. В *таблице 1* представлен обзор данных приложений на основе пользовательских отзывов.

**Таблица 1.** Сравнительный анализ мобильных AR-приложений для рисования

| Название | Преимущества | Недостатки |
|---|---|---|
| AR Drawing: Sketch & Paint [2] | — Простая в использовании камера с наложением.<br>— Встроенный фонарик.<br>— Возможность сохранить рисунок в галерее.<br>— Возможность поделиться результатом с друзьями. | — Очень много рекламы.<br>— Ограниченное количество шаблонов.<br>— Много шаблонов платные. |

| | | |
|---|---|---|
| Draw Easy: Trace to Sketch [3] | — Есть возможность заснять процесс рисования.<br>— Возможность загрузить собственное изображение.<br>— Трассировка фото в линии. | — Нет сортировки по категориям.<br>— Контуры после загрузки часто нечеткие.<br>— Некоторые изображения не открываются.<br>— Нельзя сохранить видео процесса. |
| AR Drawing: Trace & Sketch [4] | — Встроенный фонарик для рисования в темноте.<br>— Регулировка размера края (толщина линий).<br>— Непрозрачность шаблона для художественных эффектов. | — Много рекламы.<br>— Очень мало шаблонов.<br>— Рисунок часто смещается при движении.<br>— Нельзя загрузить собственное изображение. |

**Разработка мобильного AR-приложения для рисования**

В результате анализа существующих решений (см. *Таблица 1*) были учтены их сильные стороны и основные недостатки, что стало основой для разработки собственного мобильного приложения с поддержкой дополненной реальности.

Разрабатываемое AR-приложение для рисования состоит из двух основных экранов: *главной страницы* и *экрана режима дополненной реальности* (см. *Рисунок 1*).

*Главная страница* предоставляет следующий функционал:

- выбор категории рисунков и понравившегося эскиза;
- активация камеры смартфона для сохранения результата рисования;
- загрузка собственных изображений для работы.

*Экран режима AR* позволяет пользователю:

- отображать выбранный рисунок в реальном времени, наложенный на изображение с камеры;
- регулировать уровень прозрачности изображения;
- точно позиционировать эскиз на бумаге или другом объекте.

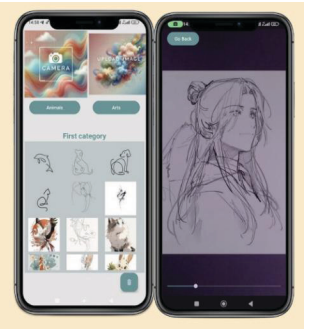



**Рисунок 1.** Скриншот разрабатываемого приложения

## Заключение

В результате анализа рынка были выявлены ключевые недостатки существующих приложений, среди которых - однообразие шаблонов, избыточное количество рекламы и нестабильность AR-слоя. На основе полученных данных было разработано новое приложение, учитывающее преимущества и устраняющее недостатки. Такое решение направлено на улучшение пользовательского опыта и создание благоприятных условий для обучения рисованию с использованием технологий дополненной реальности.

**Библиография:**


1. Технологии дополненной реальности. developers.sber, 2025 [дата обращения: 15 февраля 2025]. Доступно: https://developers.sber.ru/help/ar-vr/augmented-reality-technologies
2. AR Drawing: Sketch & Paint. 2025 [дата обращения: 23 марта 2024]. Доступно: https://play.google.com/store/apps/details?id=ar.drawing.sketch.paint.trace.draw.picture.paper
3. Draw Easy: Trace to Sketch. play.google.com, 2025 [дата обращения: 23 марта 2024]. Доступно: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.kraph.draweasy
4. AR Draw: Sketch & Trace. play.google.com, 2025 [дата обращения: 23 марта 2024]. Доступно: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.banix.drawsketch.ardraw



*Рекомендовано*
***Nichita NARTEA**, asist.univ.*

# ЭМОЦИОНАЛЬНОЕ ВОВЛЕЧЕНИЕ ЧЕРЕЗ ИГРОВОЙ ДИЗАЙН И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ПОВЕДЕНИЕ ИГРОКА

***Елизавета ТРЕТЬЯКОВА*,**
*студент III год, Факультет Математики и Информатики*

**CZU: 004.92** E-mail: tretiacova. elizaveta@usm.mdd

Современная игровая индустрия переживает активный этап трансформации, обусловленный появлением новых методологических подходов к проектированию интерактивных систем. Данная работа представляет собой междисциплинарный анализ ключевых теоретических и практических аспектов, лежащих в основе современного игрового дизайна. Особое внимание уделяется концепциям, предложенным Джесси Шеллом, Трэйси Фуллертон и Эрнестом Адамсом, как фундаменту для построения пользовательского опыта и формирования эмоционального вовлечения.

В работе Джесси Шелла «The Art of Game Design: A Book of Lenses» [1] представлена модель системного проектирования, основанная на использовании множества подходов, позволяющих оценивать игровые элементы с различных точек зрения. Согласно Шеллу, эффективный дизайн требует не только креативности, но и точного анализа компонентов: механики, динамики, эстетики и вызываемых эмоций. Такой подход способствует созданию сбалансированных игровых систем, ориентированных на пользователя.

Методика Трэйси Фуллертон, описанная в книге «Game Design Workshop: A Playcentric Approach to Creating Innovative Games» [2], делает акцент на активное участие игрока в процессе разработки. Её подход дизайна основан на прототипировании сфокусированном на игре, итеративных тестированиях и постоянной обратной связи. Это позволяет проектировать игры, в которых эмоциональное восприятие игрока становится важнейшим критерием при принятии дизайнерских решений.

Эрнест Адамс в своей работе «Fundamentals of Game Design» [3] подчёркивает необходимость структурного и логически выверенного подхода к построению игровых систем. Он рассматривает игру как интегрированную систему, где каждая механика, правило или элемент поведения персонажей подчинены общей логике и должны способствовать целостному восприятию. Такая организация позволяет игроку не отвлекаться на нестыковки и глубже погружаться в игровой процесс.

Методологические подходы Шелла, Фуллертон и Адамса не только формируют структуру игрового продукта, но и напрямую влияют на эмоциональный опыт пользователя. Системный анализ Шелла способствует созданию гар-

моничного взаимодействия между игровыми элементами, вызывая состояние вовлечённости. Дизайн Фуллертон формирует персонализированный опыт, усиливая эмоциональную отзывчивость. А структурная целостность, о которой говорит Адамс, обеспечивает стабильное поведенческое взаимодействие, снижая фрустрацию и повышая удовлетворённость пользователя.

**Таблица 1.** Сравнение подходов к игровому дизайну и их влияния на эмоции игрока

| Автор | Основной подход | Фокус на эмоции игрока | Влияние на поведение игрока |
|---|---|---|---|
| Джесси Шелл | Системный анализ через различные точки зрения | Баланс между механикой, эстетикой и нарративом | Способствует глубокому вовлечению |
| Трэйси Фуллертон | Подход сфокусированный на игре, ориентированный на тестирование и обратную связь | Формирует персонализированный эмоциональный опыт | Повышает мотивацию через участие в создании игры |
| Эрнест Адамс | Структурный, логически выверенный дизайн | Поддерживает целостность и комфорт восприятия | Уменьшает фрустрацию, способствует стабильному взаимодействию |

Таким образом, интеграция концепций Шелла, Фуллертон и Адамса в процесс игрового проектирования позволяет не только создавать технически совершенные продукты, но и управлять эмоциями и поведением игроков. Эти методики формируют основу для построения игровых миров, способных вызывать устойчивую мотивацию, эмоциональное погружение и положительный пользовательский опыт. Данные выводы особенно актуальны в контексте разработки образовательных и прикладных игровых систем, где эмоциональная вовлечённость напрямую влияет на эффективность взаимодействия.

**Библиография:**

1. J. Schell, The Art of Game Design: A Book of Lenses, Los Angeles: Morgan Kaufmann, 2008, p. 518.
2. T. Fullerton, Game Design Workshop: A Playcentric Approach to Creating Innovative Games, Waltham: A K Peters/CRC Press, 2014, p. 470.
3. E. Adams, Fundamentals of Game Design, Boston: Prentice Hall, 2010, p. 669.

*Рекомендовано*
***Nichita NARTEA**, asist.univ.*

# МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОЦЕНКА РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫХ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ ПЕРСОНАЛИЗАЦИИ КОНТЕНТА

***Виктория ТРЕБИШ***,
*студентка III год, Факультет Математики и Информатики,*
*Молдавский Государственный университет*

**CZU: 004.31.42** E-mail: trebisvictoria@outlook.com

## Введение

В условиях эпохи перенасыщения данными и усиливающегося информационного шума задача эффективной фильтрации и персонализации контента приобретает всё большую значимость. Согласно исследованию HubSpot Research [1], 90% пользователей Google никогда не переходят на вторую страницу результатов поиска, до 75% всех кликов приходятся на первые 5 позиций, а 79% пользователей заявляют, что довольны первым найденным результатом. Эти показатели подчёркивают ключевую роль точной и персонализированной выдачи контента в современных информационных системах.

Целью данного исследования является разработка и комплексная оценка рекомендательных систем, способных обеспечивать высоко адаптивную персонализацию контента с применением как классических методов машинного обучения, так и современных моделей глубокого обучения, в частности архитектур, основанных на механизме внимания (self attention), таких как трансформеры.

В рамках достижения этой цели была разработана модель рекомендательной системы, осуществляющая интеллектуальный отбор наиболее релевантного контента с учётом индивидуальных предпочтений пользователя. Система принимает на вход совокупность доступных постов и, опираясь на поведенческие характеристики пользователя, его интересы и исторические взаимодействия, формирует топ-10 рекомендаций. Архитектура модели реализует адаптивную стратегию персонализации, в том числе с использованием механизмов внимания (self-attention), позволяющих учитывать сложные взаимосвязи между пользователем и контентом. Подобный подход обеспечивает точную подстройку рекомендаций под конкретного пользователя, способствуя повышению релевантности выдачи и степени удовлетворённости взаимодействием с системой.

## 1. Гибридные рекомендательные системы

Была построена гибридная архитектура, сочетающая коллаборативную фильтрацию на основе матричной факторизации (ALS) с контентной фильтрацией, основанной на градиентном бустинге и эмбеддингах категориальных

признаков. Такой подход позволил устранить проблему холодного старта и повысить качество рекомендаций в мультидоменных сценариях.

### 2. Классические методы машинного обучения

Для первичного прототипирования в качестве основного инструмента машинного обучения был выбран алгоритм CatBoost, что обусловлено его высокой эффективностью при работе с разнородными типами признаков.

В отличие от других реализаций бустинга, таких как XGBoost и LightGBM, CatBoost использует уникальный подход к кодированию категорий, основанный на упорядоченной целевой статистике, что позволяет избежать утечек данных и уменьшает переобучение. CatBoost оптимизирует дифференцируемую функцию потерь, например logloss для классификации, с помощью метода градиентного спуска. При этом каждый новый базовый алгоритм (решающее дерево) добавляется с учётом производной (градиента) функции ошибки по отношению к предыдущему ансамблю. Кроме того, CatBoost использует симметричные деревья, которые ускоряют как обучение, так и инференс модели.

### 3. Трансформерные модели и нейросетевые подходы

Современные исследования подтверждают, что модели на основе архитектуры Transformer демонстрируют высокую эффективность в задачах анализа текстовых данных. Благодаря механизму внимания, такие модели способны улавливать сложные зависимости в тексте и формировать глубокие семантические представления.

В рамках данной работы предобученная модель DistilBERT, являющаяся упрощённой и более быстрой версией BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers), была использована для извлечения эмбеддингов текстовых описаний постов. DistilBERT сохраняет большинство преимуществ BERT, таких как способность учитывать двунаправленный контекст, но при этом снижает вычислительные затраты за счёт меньшего количества параметров и оптимизированной архитектуры. Это делает DistilBERT подходящей для использования в реальных приложениях, где важна скорость и эффективность.

Полученные эмбеддинги использовались в качестве признаков для обучения модели CatBoost. Эксперименты показали, что использование таких эмбеддингов позволяет повысить точность и полноту (precision@k, recall@k) по сравнению с моделью, обученной на базовых признаках.

Результаты сравнительного анализа моделей по метрикам Precision и Recall представлены в таблице 1.

**Таблица 1**. Сравнение моделей по метрикам Precision и Recall

| **Модель** | **Precision@10** | **Recall@10** |
|---|---|---|
| CatBoost (с эмбеддингами DistilBERT) | 0.834 | 0.682 |
| CatBoost | 0.789 | 0.621 |

## Заключение

В рамках данного исследования был проведён анализ и сравнительная оценка различных подходов к построению рекомендательных систем - от классических моделей машинного обучения до современных нейросетевых архитектур на основе трансформеров.

Экспериментально подтверждено, что на текущем этапе наилучшие результаты демонстрируют гибридные архитектуры интегрирующие трансформерные модели, особенно в условиях динамически изменяющихся пользовательских интересов. Именно за ними, как показывают результаты, закрепляется перспективное направление развития персонализации контента, особенно в задачах реального времени и при обработке больших объёмов данных.

**Библиография:**


1. HubSpot Research. Search Behavior and Click-Through Rates. 2023.
2. Ricci, F., Rokach, L., Shapira, B. Recommender Systems Handbook. 2015.
3. Sun, F., et al. BERT4Rec: Sequential Recommendation with Bidirectional Encoder Representations from Transformer. 2019.
4. Kang, W.-C., McAuley, J. Self-Attentive Sequential Recommendation. 2018.



*Рекомендовано*
***Nichita NARTEA**, asist.univ.*

# ВЕБСАЙТ ДЛЯ ДЕПАРАМЕНТА ИНФОРМАТИКИ

***Сурков НИКИТА, Илья ЦУРЦУРИКА, Иван МЕЛЬНИК,***
*студенты III год, Факультет Математики и Информатики,*
*Молдавский Государственный университет*

**CZU: 004.774.6:51** E-mail: surcov98@gmail.com, tsurtsurica.ilya@gmail.com, ivan.mielnik.03@list.ru

**ABSTRACT**

A website for the Department of Computer Science, offering students up-to-date information on news, faculty, subjects, and specializations. It also includes admin functionality for managing subjects, specializations, and news. The site aims to improve communication between students and the department.

Была сформулирована задача разработки веб-сайта для Департамента Информатики, Факультета Математики и Информатики, ГУМ. Этот сайт должен динамически создаваться серверным приложением, которое впоследствии также позволит соответствующему пользователю управлять содержимым сайта.

В **клиентской** части проекта использовалась библиотека **React [1]**, обеспечивающая разработку интерфейсов на основе переиспользуемых компонентов. Благодаря компонентному подходу и архитектуре SPA (*Single Page Application*) удалось достичь высокой скорости отклика и плавности навигации без перезагрузок. Код написан на TypeScript, что позволило внедрить строгую типизацию и снизить количество ошибок.

Для маршрутизации между разделами интерфейса был использован **React Router DOM [3]**, предоставляющий возможности навигации, динамической загрузки компонентов и управления параметрами URL (*Uniform Resource Locator*).

Обмен данными с сервером происходил с использованием **Axios [4]**, который был выбран благодаря удобному API (*Application Programming Interface*) и расширенным возможностям настройки. Была реализована централизованная конфигурация клиента *axios*, включающая базовый URL, перехватчики запросов и ответов, а также автоматическую подстановку заголовков авторизации.

**React Hook Form [5]** — библиотека для работы с формами в *React*. Она была использована в проекте для упрощения создания и управления форм, минимизируя количество ререндеров компонентов, тем самым проект является наиболее производительным. **React Hook Form [5]** использует рефы (*refs*) для хранения значений формы, что снижает количество ререндеров, в отличие от обычных подходов с состоянием.

**Tanstack React Query [6]** — библиотека для работы с данными на стороне

клиента, предназначенная для упрощения работы с асинхронными запросами. **React Query [6]** был использован с целью управления загрузкой данных, кэшированием, синхронизацией и состоянием запросов. Она кэширует результаты запросов, чтобы повторные запросы не нагружали сервер.

**React Context API [7]** — встроенная возможность *React*, предназначенная для передачи данных через дерево компонентов без необходимости передавать их через пропсы. **Context API [7]** был использован с целью оптимизации веб-приложения от ненужных рендеров и удобного обращения к состояниям. Она позволяет создавать глобальное состояние, которое может быть доступно на любом уровне компонента.

При разработке **бэкенда** веб-приложения был проведён всесторонний анализ функциональных требований и выполнено теоретическое проектирование. Архитектура включает монолитное приложение с **PostgreSQL [10]** для хранения данных, *Redis* для кэширования и *MinIO* для медиафайлов. Взаимодействие между компонентами осуществляется через API с чётко определёнными эндпоинтами.

В качестве основных технологий использованы **Spring Boot [8]** для фреймворка, **Spring Security [8]** для обеспечения безопасности, *Hibernate* как *ORM*-решение (*Object Relational Mapper*), *Redis* для кэширования, **PostgreSQL [10]** как основная СУБД (*Система Управления Базами Данных*), и *MinIO* для хранения файлов. API реализовано с использованием трёхслойной архитектуры (модель, сервис, контроллер) и принципов **SOLID**, что обеспечивает масштабируемость и гибкость системы.

На начальных этапах были созданы модели и настроены связи между сущностями, а затем реализованы интерфейсы сервисов, которые описывают бизнес-логику и взаимодействие с базой данных. Для обмена данными между сервером и клиентом использованы DTO-объекты (*Data Transfer Object*), что исключает прямой доступ к сущностям и защищает чувствительные данные. Преобразование между сущностями и DTO осуществляется с помощью библиотеки *MapStruct*, что упрощает код и повышает его читаемость. Репозитории служат для доступа к данным на низком уровне.

Контроллеры обрабатывают HTTP-запросы (*HyperText Transfer Protocol*), выполняют валидацию и передают данные в сервисный слой. В случае ошибок или исключений используется глобальный обработчик для формирования корректных ответов, что предотвращает сбои в работе приложения.

Для безопасности используется **Spring Security [9]** и **JWT [11]**. Аутентификация происходит через токены, которые затем проверяются на сервере для выполнения авторизованных запросов. Все проверки прав доступа и токенов выполняются с использованием фильтров.

Таким образом, было создано приложение как на стороне сервера, так и на стороне клиента с использованием *API*. Приложение удовлетворяет сформули-

рованным требованиям - как функциональным, так и по графическому интерфейсу, безопасности, производительности и т. д.

**Библиография:**


1. React – Документация [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://reactjs.org/docs/getting-started.html (дата обращения: 12.12.2024).
2. React Router DOM – Документация [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://reactrouter.com/web/guides/quick-start (дата обращения: 13.12.2024.
3. Axios – Документация [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://axios-http.com/docs/intro (дата обращения: 14.01.2025).
4. React Hook Form – Документация [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://react-hook-form.com/get-started (дата обращения: 05.01.2025).
5. TanStack React Query – Документация [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://tanstack.com/query/v4/docs/react/overview (дата обращения: 16.01.2025).
6. React Context API – Документация [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://reactjs.org/docs/context.html (дата обращения: 22.03.2025).
7. Spring Boot – Официальная документация [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://docs.spring.io/spring-boot/docs/current/reference/html/ (дата обращения: 03.12.2024).
8. Spring Security – Официальная документация [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://docs.spring.io/spring-security/site/docs/current/reference/html/ (дата обращения: 03.12.2024).
9. PostgreSQL – Официальная документация [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.postgresql.org/docs/ (дата обращения: 03.12.2024).
10. JWT (JSON Web Token) – Документация [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://jwt.io/introduction/ (дата обращения: 20.12.2024).


*Recomandat*
***Natalia PLEȘCA**, lector univ.*

# ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ РАЗРАБОТКИ 3D-ШУТЕРОВ В UNITY. СОЗДАНИЕ ИГРЫ

***Глеб КОЧУРОВ*,**
*студент, 3 курс, Факультет математики и информатики,*
*специальность гейм-дизайн*

**CZU: 004.92: 004.415.2** E-mail: gle6bb@gmail.com

Разработка 3D-шутеров остаётся одной из самых популярных тем в индустрии видеоигр. Уже с выхода первых частей *DOOM*, данный жанр приобрёл огромную популярность среди игроков по всему миру. Согласно статистике за декабрь 2021 года, шутеры пользуются спросом у представителей обоих полов, что свидетельствует об устойчивом развитии и широкой привлекательности жанра.

Процесс разработки игры включает в себя несколько ключевых этапов: создание дизайн-документа, прототипирование, тестирование, внесение исправлений и выпуск финального продукта. На начальном этапе формируется дизайн-документ, в котором описываются сценарий, механика и логика игры. Затем создаётся базовая геометрия уровней, которая постепенно дополняется и изменяется по мере разработки. Финальным этапом становится публикация проекта.

В рамках данной работы была поставлена цель – не только исследовать методы разработки 3D-шутеров, но и применить полученные знания на практике, создав полноценную игровую модель. В качестве игрового движка был выбран Unity – удобная и интуитивно понятная среда разработки, обладающая встроенным магазином ассетов, что значительно ускоряет создание игровых проектов.

На первом этапе разработки была создана стартовая игровая локация, добавлены модели игрока и врага, а также реализованы базовые элементы — модели пуль. Далее началась реализация логики игры: был написан код управления персонажем (движение, прыжки, стрельба), враг получил искусственный интеллект, реализован менеджер возрождения врагов, а также внедрён пользовательский интерфейс (HUD). Дополнительно были созданы главное меню, меню паузы и экран смерти [4].

После реализации основных функций начался процесс оптимизации игры. Все статические объекты на сцене были помечены как *Static*, что позволило снизить потребление ресурсов. Также применялась технология *Occlusion Culling*, при которой отрисовываются только те объекты, которые находятся в пределах поля зрения игрока. Были настроены освещение и запечённые текстуры, проведена оптимизация кода (рис. 1) [1, 3].

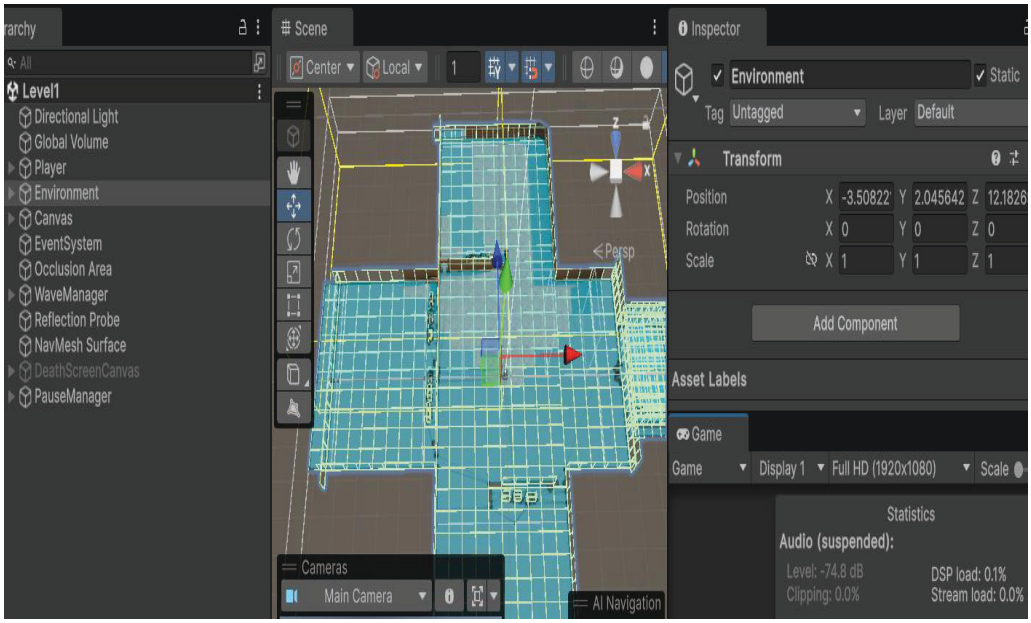



**Рис.1** Метод оптимизации *Occlusion Culling*

В игре реализовано несколько инновационных решений. Например, система спавна врагов построена таким образом, чтобы они появлялись в случайных точках, что не позволяет игроку предугадать их действия [5]. Также реализована система восстановления выносливости с небольшой задержкой, что повышает реализм игрового процесса. Кроме того, пулям была уменьшена скорость, что усложняет попадание в цель и повышает интерес к игровому процессу.

Дополнительное внимание в процессе разработки было уделено балансу между визуальной составляющей и производительностью. Постоянное тестирование позволило выявить узкие места, влияющие на частоту кадров, и своевременно устранить их. Это особенно важно для жанра 3D-шутеров, где высокая отзывчивость управления и стабильный FPS напрямую влияют на качество игрового опыта.

Проведённая работа позволила понять, что создание 3D-шутера требует прохождения множества этапов, от концепции до оптимизации. В будущем планируется продолжить развитие проекта, улучшить графику, доработать физику врагов, внедрить реалистичную баллистику, добавить качественные звуковые эффекты, разнообразить игровую механику и улучшить анимации.

Основной вывод исследования – важность командной работы при создании игр. Разработка в команде увеличивает шансы на успешный релиз проекта и даёт гарантию доведения его до финального состояния.

**Библиография:**


1. Unity Technologies. *Occlusion Culling*. https://docs.unity3d.com/Manual/OcclusionCulling.html Vizitat : [18.03.25]
2. Unity Technologies. *Lighting and Rendering in Unity*. https://docs.unity3d.com/Manual/LightingSection.html Vizitat : [15.03.25]
3. Unity Technologies. *Performance Optimization Tips*. https://learn.unity.com/tutorial/performance-optimization-tips Vizitat : [21.03.25]
4. Brackeys. How to Make a FPS in Unity – Beginner Tutorial. https://www.youtube.com/watch?v=THnivyG0Mvo Vizitat : [13.03.25]
5. Raywenderlich. Introduction to AI Programming for Games in Unity. https://www.raywenderlich.com/8475-ai-programming-in-unity Vizitat : [14.03.25]


*Recomandat*
***Sergiu PERETEATCU**, lector univ.*

# SESIUNEA NAŢIONALĂ DE COMUNICĂRI ŞTIINŢIFICE STUDENŢEŞTI

**Ediţia a XXIX-a**

**24 martie - 10 aprilie 2025**

**Volumul I**

**ŞTIINŢE ALE NATURII ŞI EXACTE**
**ŞTIINŢE ECONOMICE**

Asistenţă computerizată – *Maria Bondari*

---

Bun de tipar 2025. Formatul 70x100 $^{1}/_{12}$.
Coli de tipar 8,5. Comanda.

Editura USM
str. Al. Mateevici, 60, Chişinău, MD 2009
e-mail: *editurausm@gmail.com*