



Ministerul Educației, Culturii și Cercetării al Republicii Moldova

Colegiul de Ecologie din Chișinău

„Aprob”

Marit Alexandru, director



Curriculumul modular

S.07.O.021 Metode și sisteme de purificare a mediului

Specialitatea

52 110 Ecologie și protecția mediului

Calificarea

Tehnician protecția mediului (tehnician ecolog)

Chișinău, 2017

Curriculumul a fost elaborat în cadrul Proiectului *EuropeAid/133700/C/SER/MD/12*
"Asistență tehnică pentru domeniul învățământ și formare profesională
în Republica Moldova",
implementat cu suportul financiar al Uniunii Europene



Autor:

Popa Tatiana, profesor de chimie și discipline ecologice, grad didactic II

Aprobat de:

Consiliului Metodico-științific din „24” ~~acceptat~~ 2017

Director _____

Mariț Alexandru



Recenzenți:

1. Stîngaci Vadim, Sef adjunct, Inspectoratul Ecologic de Stat
2. Munteanu Lilian, sef secție Inspectare, Agenția Ecologică Chișinău

Adresa Curriculumului în Internet:

Portalul național al învățământului profesional tehnic
<http://www.ipt.md/ro/produse-educationale>

Cuprins

I. Preliminarii -----	4
II. Motivația, utilitatea disciplinei pentru dezvoltarea profesională -----	4
III. Competențele profesionale specifice modulului-----	5
IV. Administrarea disciplinei -----	6
V. Unitățile de învățare -----	7
VI. Repartizarea orientativă a orelor pe unități de învățare -----	11
VII. Studiul individual ghidat de profesor -----	12
VIII. Lucrările practice recomandate -----	14
IX. Sugestii metodologice -----	15
X. Sugestii de evaluare a competențelor profesionale -----	17
XI. Resursele necesare pentru desfășurarea procesului de studiu -----	19
XII. Resurse didactice recomandate elevilor -----	20

I. Preliminarii

Ecologia a devenit una din cele mai populare științe din sec. XX-XXI. Marele interes față de ecologie manifestă nu numai comunitatea academică, dar și întreaga societate, fapt care se explică prin criza ecologică ce stăpânește în prezent relațiile om-natură, accelerarea progresului tehnico - științific însoțit de restructurarea rapidă a economiei și de impactul negativ asupra mediului ambiant. Impactul activităților civilizației umane asupra mediului a căpătat proporții îngrozitoare atât la nivel global, cât și la nivel local.

Soluționarea problemelor de ordin economic la diferite etape dictate de cerințele imediate, aparent mai presante și mai profitabile, au condus la deteriorarea mediului înconjurător, ce reprezintă reale împrumuturi de la viitorul planetei noastre.

Viața a demonstrat că procesul economic este un factor destabilizator, atât prin impactul său asupra resurselor, cât și prin deversarea în natură a unor importante cantități de deșeuri. Principalii poluanți deversați în rezultatul arderii combustibililor fosili, carbon, țiței, gaze naturale, materiale radioactive sunt metale grele, oxizi ai carbonului, azotului, sulfului, substanțe radioactive. Utilizarea fertilizanților în agricultură a adus la poluarea mediului cu pesticide, compuși ai azotului, etc.

Pentru rezolvarea problemelor legate de impactul poluanților asupra organismelor vii și elaborarea metodelor de protecție avem nevoie de specialiști în acest domeniu. Cursul de „Metode și sisteme de purificare a mediului” include descrierea proceselor chimice și chimico-biologice în mediul ambiant (apă, aer, sol) de pe pozițiile contemporane a chimiei fizice și chimiei biologice, metode de protecție a mediului de tratare a apelor reziduale, de purificare a evacuărilor de poluanți gazoși, etc.

Cursul “Metode și sisteme de purificare a mediului” (în continuare MSP) face parte din structura modului de discipline de specialitate aplicative din semestrul 7.

Scopul studierii acestui modul constă în formarea de deprinderi în alegerea unor măsuri optime privind gestionarea poluanților cât și a capacității de a propune soluții tehnice viabile din punct de vedere constructiv, funcțional și material ce urmăresc prevenirea, combaterea și limitarea fenomenului de poluare sau depoluarea mediului afectat.

Unitățile de curs ce în mod obligatoriu trebuie certificate până la demararea procesului de instruire la modulul în cauză:

F.02.O.010 Pedologie,

F.05.O.016 Metode de analiză a componentelor mediului,

S.04.O.020 Aparataj și tehnologii pentru controlul mediului,

S.03.L.046 Chimia mediului.

II. Motivația, utilitatea modului pentru dezvoltarea profesională

Unitatea de curs „Metode și sisteme de purificare a mediului” este gândită conform principiilor funcționalității și coerenței, bazându-se pe cunoștințele interdisciplinare dobândite anterior la disciplinele de cultură generală cum ar fi: biologia, chimia, fizica, precum și la disciplinele de

profil, studiate anterior: Pedologie, Metode de analiză a componentelor mediului, Aparataj și tehnologii pentru controlul mediului, Chimia mediului. Cursul urmărește, concomitent cu prezentarea și introducerea unor cunoștințe și informații noi, o integrare pe orizontală și pe verticală a acestora. Oferă la rândul său baza pentru modulul „Monitoringul ecologic”, „Expertiza ecologică și evaluarea impactului asupra mediului”.

Studierea acestui modul va contribui la formarea și dezvoltarea de competențe profesionale ce corespund nivelului patru de calificare:

- cunoștințe factice, principii, procese și concepte generale din domeniul metodelor și sistemelor de purificare a mediului;
- abilități cognitive și practice necesare pentru aplicarea unor tehnici și tehnologii de depoluare adecvată alese în funcție de natura și cantitatea poluantului dar și de factorul de mediu afectat;
- asumarea responsabilității pentru identificarea sursei de poluare și natura poluantului propriu-zis, respectarea normelor dreptului ecologic.

Competențele formate și dezvoltate în cadrul acestui modul vor fi necesare pentru studierea unităților de curs orientate spre monitoringul ecologic și studierea legislației de mediu. De asemenea, ele vor fi de un real folos în activitatea profesională a tehnicianului, în special, în ocupațiile legate de tehnologiile aplicate în domeniul ingineriei mediului, precum sunt tratarea apelor reziduale, managementul deșeurilor, prevenirea poluării aerului și solului, managementul riscului industrial de poluare a mediului.

III. Competențele profesionale specifice modulului

În cadrul modulului vor fi formate și dezvoltate următoarele competențe profesionale specifice:

1. Identificarea și utilizarea adecvată a instalațiilor, aparatelor, *metodelor și procedurilor de desprăfuire a gazelor degajate.*
2. Identificarea și utilizarea adecvată a instalațiilor, aparatelor, *metodelor și sistemelor de adsorbție în purificarea gazelor degajate.*
3. Identificarea și utilizarea adecvată a instalațiilor, aparatelor, *metodelor de adsorbție și chemosorbție în purificarea gazelor degajate.*
4. Identificarea și utilizarea adecvată a instalațiilor, aparatelor, *metodelor catalitice și termice de purificare a gazelor de oxizii de azot și sulf.*
5. Identificarea și utilizarea adecvată a instalațiilor, aparatelor, *metodelor și sistemelor de purificare a apelor reziduale.*
6. Identificarea *metodelor de depoluare a solului, categoriilor de deșeuri și metodelor de valorificare a acestora.*

IV. Administrarea modului

Semestrul	Numărul de ore			Modalitatea de evaluare	Numărul de credite	
	Total	Contact direct				Lucrul individual
		Prelegeri	Practică/ Seminar			
VII	120	44	22	54	examen	4

V. Unitățile de învățare

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
1. Purificarea gazelor degajate de aerosoli (desprăfuirea)		
<p>UC1. Identificarea și utilizarea adecvată a instalațiilor, aparatelor, metodelor și procedeelelor de desprăfuire a gazelor degajate.</p>	<p>1. Principalele tehnici de depoluare a aerului:</p> <ul style="list-style-type: none"> - tehnici mecanice, - tehnici electrice, - tehnici în strat poros, - tehnici hidraulice, - tehnici chimice, - tehnici fizice, - tehnici catalitice, - tehnici termice, - tehnici biologice. <p>Principalele procedee și instalații aplicate industrial:</p> <ul style="list-style-type: none"> - după modul de acționare (instalații de purificare directă, instalații care tratează amestecul poluant înainte de separare, instalații bazate pe ambele principii), - după mediul de lucru (instalații care lucrează cu mediu uscat, instalații care lucrează cu mediu umed) <p>2. Proprietățile principale ale prafului și eficacitatea captării lui:</p> <ul style="list-style-type: none"> - densitatea particulelor; - dispersitatea particulelor - proprietățile de adhezie a particulelor; - conductibilitatea electrică a stratului de praf; - capacitatea particulelor prafului de a se autoinflama. <p>3. Purificarea gazelor în captatoare mecanice uscate:</p>	<p>A1. Identificarea tehnicilor de depoluare a aerului.</p> <p>A2. Alegerea procedeeului de purificare și instalației în conformitate cu proprietățile substanțelor poluante sau ale fazelor amestecului eterogen.</p> <p>A3. Alegerea procedeeului de purificare și instalației conform particularităților fiecărui proces generator de substanțe poluante.</p> <p>A4. Descrierea principiului de lucru a aparatelor de desprăfuire.</p> <p>A5. Descrierea principiului de lucru a aparatelor de captare a cețurilor.</p> <p>A6. Întărirea propunerilor de eficientizare a utilizării prafurilor industriale.</p>

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
	<ul style="list-style-type: none"> - camere de desprăfuire (de sedimentare); - captatori cu inerție; - cicloane - baterie de cicloane. <p>4. Purificarea gazelor în filtre:</p> <ul style="list-style-type: none"> - filtre cu țesături; - filtre electrostatice (electrofiltre); - filtre umede (scruberul). <p>5. Captarea cețurilor. Recuperarea prafurilor.</p>	
2. Sisteme de absorbție în purificarea gazelor degajate		
<p>UC2. Identificarea și utilizarea adecvată a instalațiilor, aparatelor, metodelor și sistemelor de absorbție în purificarea gazelor degajate.</p>	<p>1. Purificarea gazelor de dioxidul de sulf:</p> <ul style="list-style-type: none"> - metoda cu var și calcar (metoda uscată); - metoda semiumedă, - metoda umedă. <p>2. Metode ciclice de purificare a gazelor de dioxidul de sulf:</p> <ul style="list-style-type: none"> - procedeul cu magnezită, - metoda cu oxid de zinc. <p>3. Metodele de absorbție a oxizilor de azot:</p> <ul style="list-style-type: none"> - absorbția cu baze, - absorbenți selectivi. <p>4. Purificarea gazelor de halogeni și compușii lor prin metode de absorbție.</p>	<p>A7. Identificarea poluanților și surselor de poluare cu oxizi de sulf, oxizi de azot, halogeni și compuși halogenați.</p> <p>A8. Analiza avantajelor și dezavantajelor metodelor și sistemelor de absorbție în purificarea gazelor degajate.</p> <p>A9. Alegerea procedurii de purificare și instalației în conformitate cu proprietățile substanțelor poluante.</p> <p>A10. Elaborarea algoritmului de depoluare a gazelor degajate prin metode de absorbție, reșind din metoda selectată pentru purificare.</p> <p>A11. Descrierea principiului de purificare a gazelor cu metode de absorbție prin alcătuirea reacțiilor ce au loc în sistemele date.</p>
3. Metodele de adsorbție și chemosorbție în purificarea gazelor degajate		
<p>UC3. Identificarea și utilizarea adecvată a instalațiilor, aparatelor, metodelor de adsorbție și chemosorbție în purificarea gazelor degajate.</p>	<p>1. Adsorbanti utilizați în practică:</p> <ul style="list-style-type: none"> - cărbunii activi, - silicagelul, - alumogelul - zeolitele. 	<p>A12. Analiza și caracterizarea proprietăților de adsorbție a cărbunilor activi, silicagelului, alumogelului și zeolitelor</p> <p>A13. Identificarea metodelor de regenerare a aparatelor prin prisma metodelor de desorbție a</p>

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
	<p>2. Purificarea gazelor de halogeni și compușii lor.</p> <p>3. Purificarea gazelor de vapori de mercur.</p>	<p>impurităților adsorbite.</p> <p>A14. Descrierea principiului de lucru a instalației de purificare a gazelor de compușii fluorului.</p> <p>A15. Analiza metodelor de purificare a gazelor de vaporii de mercur.</p> <p>A16. Argumentarea posibilităților de purificare a gazelor de vaporii de mercur prin metode de adsorbție și chemosorbție.</p>
4. Metodele catalitice și termice de purificare a gazelor de oxizii de azot și sulf		
<p>UC4. Identificarea și utilizarea adecvată a instalațiilor, aparatelor, metodelor catalitice și termice de purificare a gazelor de oxizii de azot și sulf.</p>	<p>1. Purificarea gazelor de oxizii de azot prin metode catalitice.</p> <p>2. Descompunerea NO_x fără catalizatori.</p> <p>3. Purificarea catalitică a gazelor de oxizii de sulf.</p>	<p>A17. Descrierea procedurii de purificare a gazelor de NO_x prin metoda catalitică cu fază solidă prin alcătuirea reacțiilor ce au loc în sistemul dat.</p> <p>A18. Stabilirea cazurilor în care poate fi utilizată metoda de reducere catalitică selectivă a NO_x.</p> <p>A19. Identificarea substanțelor ce pot servi în calitate de reducători omogeni și heterogeni la descompunerea NO_x.</p> <p>A20. Elaborarea algoritmului de purificare a gazelor de SO₂ prin metoda de nitroză și cea de contact.</p>
5. Metode și sisteme de purificare a apelor reziduale		
<p>UC5. Identificarea și utilizarea adecvată a instalațiilor, aparatelor, metodelor și sistemelor de purificare a apelor reziduale.</p>	<p>1. Tipuri de ape reziduale și metode de epurare a apelor uzate:</p> <ul style="list-style-type: none"> - epurare mecanică, - epurare chimică, - epurare biologică. <p>Metode de epurare mecanică a apelor reziduale. Tipuri de instalații folosite pentru epurarea mecanică:</p> <ul style="list-style-type: none"> - grătare și site, - separatoare de grăsimi, - deznisipătoare, - decantoare, - instalații anexe ale treptei de epurare mecanică a apei. 	<p>A21. Analiza stării actuale a hidrosferei și specificarea criteriilor după care poate fi exprimată poluarea apelor.</p> <p>A22. Argumentarea necesității aprovizionării cu apă circulantă.</p> <p>A23. Alegerea procedurii și instalațiilor folosite pentru epurarea mecanică a apelor reziduale.</p> <p>A24. Stabilirea avantajelor utilizării metodelor fizico-chimice pentru purificarea apelor reziduale.</p> <p>A25. Determinarea metodelor necesare pentru purificarea apelor reziduale în dependență de scopul propus.</p>

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
	<p>2. Sistemele fizico-chimice și electrochimice de purificare a apelor reziduale:</p> <ul style="list-style-type: none"> - coagularea, - flocularea, - flotarea, - adsorbția, - electrocoagularea, - electrofloclarea, - electroliza. <p>3. Metode de neutralizare pentru purificarea apelor reziduale:</p> <ul style="list-style-type: none"> - neutralizarea prin amestecare, - neutralizarea prin metoda adăugării reagenților, - neutralizarea la filtrarea apelor acide prin materiale neutralizatoare, - neutralizarea cu gaze acide. <p>4. Metode de oxidare și reducere pentru purificarea apelor reziduale:</p> <ul style="list-style-type: none"> - oxidarea cu Cl₂, - oxidarea cu H₂O₂, - oxidarea cu piroluzită (MnO₂), - oxidarea cu ozon (O₃) - reducerea Cr (VI), - reducerea compușilor de mercur. <p>5. Înlăturarea metalelor grele din apele reziduale:</p> <ul style="list-style-type: none"> - purificarea apelor reziduale de compușii mercurului, - purificarea apelor reziduale de compușii Zn, Cu, Ni, Pb, Cd, Co. <p>6. Metode de epurare biologică a apelor reziduale:</p>	<p>A26. Stabilirea căilor și avantajelor de purificare a apelor reziduale acide sau bazice.</p> <p>A27. Determinarea substanțelor ce acționează în calitate de oxidanți/ reducători în purificarea apelor reziduale.</p> <p>A28. Stabilirea căilor de purificare a apelor reziduale prin metodele de oxidare și reducere.</p> <p>A29. Stabilirea căilor de reducere, control și diminuare a metalelor grele din apele reziduale.</p> <p>A30. Propunerea metodelor de purificare biochimică a apelor reziduale în dependență de indicele biochimic, concentrației poluării și toxicității.</p>

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
	<ul style="list-style-type: none"> - principii generale, - indicii de bază: CCO, CBO, - compoziția și clasificarea nămolurilor, - caracteristici fizico-chimice ale nămolurilor, - metode de prelucrare a nămolurilor (îngroșarea, stabilizarea, deshidratarea) . 	
6. Metode de depoluare a solurilor. Metode de valorificare a deșeurilor		
UC6. Identificarea metodelor de depoluare a solului, categoriilor de deșeuri și metodelor de valorificare a acestora.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Metode de depoluare a solurilor: <ul style="list-style-type: none"> - metode aplicabile în afara sitului, - metode aplicabile pe sit, - metode aplicabile "in situ". 2. Metode de valorificare a deșeurilor: <ul style="list-style-type: none"> - clasificarea deșeurilor din Republica Moldova, - metode de prelucrare a deșeurilor ce conțin metale grele, - metode de valorificare a deșeurilor viniviticole, cianurice și galvanice. 	<p>A31. Identificarea poluanților și surselor de poluare a solurilor.</p> <p>A32. Stabilirea tehnicilor de depoluare a solului.</p> <p>A33. Identificarea categoriilor de deșeuri ce poluiază solul.</p> <p>A34. Înaintarea propunerilor de valorificare a deșeurilor viniviticole, cianurice și galvanice.</p>

VI. Repartizarea orientativă a orelor pe unități de învățare

Nr. crt.	Unități de învățare	Numărul de ore			
		Total	Contact direct		Lucrul individual
			Prelegeri	Practică/ Seminar	
1.	Purificarea gazelor degajate de aerosoli (despăfuirea)	22	10	4	8
2.	Sisteme de absorbție în purificarea gazelor degajate	18	8	2	8
3.	Metodele de adsorbție și chemosorbție în purificarea gazelor degajate	16	6	2	8

4.	Metodele catalitice și termice de purificare a gazelor de oxizii de azot și sulf	16	6	2	8
5.	Metode și sisteme de purificare a apelor reziduale	40	12	10	18
6.	Metode de depoluare a solurilor. Metode de valorificare a deșeurilor	8	2	2	4
	Total	120	44	22	54

VII. Studiu individual ghidat de profesor

Studiul individual constituie parte din volumul de lucru al elevului pentru săptămâna de studii. La orele de contact direct profesorul repartizează elevilor subiectele suplimentare prevăzute pentru studiul individual. Lucrările vor fi păstrate de către elev în portofoliul personal.

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Termeni de realizare
1. Purificarea gazelor degajate de aerosoli (desprăfuirea)			
1.1 Desprăfuirea gazelor prin sedimentare și prin inerție: - camera simplă de desprăfuire, - camera de desprăfuire cu șicane, - camera de desprăfuire cu lanțuri, - camera de desprăfuire cu rafturi orizontale	Poster (format A4) ce ilustrează construcțiile- scheme ale aparatelor mecanice de captare a gazelor, principiul de lucru a lor.	Prezentarea posterelor	Săptămâna 1
1.2 Desprăfuirea gazelor în câmp centrifugal: - ciclonul, - bateria de cicloane			
1.3 Procedee de purificare a gazelor în filtre din țesături și filtre electrice.	Scheme de clasificare a procedeelelor de purificare a gazelor în filtre, principiul de lucru a lor.	Prezentarea schemelor	Săptămâna 2
1.4 Procedee de purificare a gazelor în filtre umede			
2. Sisteme de absorbție în purificarea gazelor degajate			
2.1. Purificarea gazelor de dioxidul de sulf: metoda cu var și cacar (metoda uscată), metoda semiumedă, metoda umedă.	2.1 Schemă de explicare a principiului de purificare a gazelor	Prezentarea schemelor	Săptămâna 3

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Termeni de realizare
2.2. Metode ciclice de purificare a gazelor de dioxidul de sulf: procedeul cu magnezită, metoda cu oxid de zinc	prin metode aciclice. 2.2 Schemă de explicare a principiului de purificare a gazelor prin metode ciclice.		
2.3. Purificarea gazelor de compuși ai azotului prin metode de adsorbție	2.3 Algoritm/ schemă de fabricare industrială a HNO_3	Prezentarea algoritmului/ schemei	Săptămâna 3
2.4. Purificarea gazelor de halogeni și compușii lor prin metodele de adsorbție	2.4 Fișe de lucru	Prezentarea fișei	Săptămâna 4
3. Metodele de adsorbție și chemosorbție în purificarea gazelor degajate			
3.1 Utilizarea în practică a adsorbanților: cărbuni activi, silicagel, 3.2 Utilizarea în practică a adsorbanților: alumogelul și zeolitele.	Referat	Prezentarea referatului	Săptămâna 4
3.3 Purificarea gazelor de oxizii de azot și sulf. 3.4 Purificarea gazelor de vapori de mercur.	Referate	Prezentarea referatului	Săptămâna 5
4. Metodele catalitice și termice de purificare a gazelor de oxizii de azot și sulf			
4.1 Purificarea gazelor de oxizii de azot prin metoda catalitică 4.2 Descompunerea NO_x fără catalizatori.	Studiu de caz	Prezentarea studiului	Săptămâna 6
4.3 Procedeul industrial de fabricarea a acidului sulfuric prin metoda de nitroză. 4.4 Procedeul industrial de fabricarea a acidului sulfuric prin metoda de contact.	4.3 Algoritm/ schemă de fabricare a H_2SO_4 prin metoda de nitroză. 4.4 Algoritm/ schemă de fabricare a H_2SO_4 prin metoda de contact	Prezentarea algoritmului/ schemei	Săptămâna 6
5. Metode și sisteme de purificare a apelor reziduale			
5.1 Tipuri de ape reziduale și metode mecanice de epurare a apelor	5.1 Hartă conceptuală	Prezentarea hărții	Săptămâna 7

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Termeni de realizare
uzate 5.2 Tipuri de instalații folosite pentru epurarea mecanică a apelor reziduale	5.2 Schemă de clasificare	conceptuale Prezentarea schemei	
5.3 Sistemele fizico-chimice de purificare a apelor reziduale 5.4 Sisteme electrochimice de purificare a apelor reziduale	Scheme de clasificare	Prezentarea schemei	Săptămâna 7
5.5 Metode de neutralizare pentru purificarea apelor reziduale	Eseu structurat	Prezentarea eseului scris	Săptămâna 8
5.6 Metode de oxidare pentru purificarea apelor reziduale 5.7 Metode de reducere pentru purificarea apelor reziduale	Scheme de clasificare	Prezentarea schemei	Săptămâna 8
5.8 Poluarea resurselor acvatice cu metale grele. Metode de înlăturare a metalelor grele din apă	Proiect individual	Prezentarea schiței de proiect	Săptămâna 9
5.9 Metode de epurare biologică a apelor reziduale	Referat	Prezentarea referatului	Săptămâna 10
6. Metode de depoluare a solurilor. Metode de valorificare a deșeurilor			
6.1 Metode de depoluare a solurilor 6.2 Metode de prelucrare a deșeurilor	6.1 Scheme de clasificare a metodelor de depoluare 6.2 Scheme de prelucrare a deșeurilor	Prezentarea schemelor	Săptămâna 11

VIII. Lucrările practice recomandate

Lucrările practice vor fi efectuate în formă de lecții practice, lecții de laborator și studiu individual. Tematica lucrărilor recomandate:

1. Lucrare practică nr. 1 „Calculul cantității de cenușă și SO₂ evacuat în atmosferă la întreprinderile de producere”
2. Lucrare practică nr. 2 „Determinarea concentrației de SO₂ din aer”
3. Lucrare practică nr. 3 „Determinarea concentrației de funigine din aer”

4. Lucrare practică nr. 4 „Elaborarea algoritmului de depoluare a gazelor degajate reeșind din conținutul calitativ al amestecului gazos”
5. Lucrare de laborator nr. 5 „Dozarea coagulantului și floculantului la tratarea apei potabile”
6. Lucrare practică nr. 6 „Aplicarea practică a metodelor de separare și purificare a compușilor organici: filtrarea, cristalizarea, sublimarea, distilarea”
7. Lucrare de laborator nr. 7 „Elaborarea algoritmului de purificare a apelor reziduale de ioni ai metalelor grele: Cr^{3+} , Pb^{2+} , Hg^{2+} , Fe^{3+} , $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$, Ag^+ , Cu^{2+} , Ni^{2+} ”
8. Lucrare de laborator nr. 8 „Extragerea cuprului din soluțiile lui prin metoda de cementare”
9. Studiu individual nr. 9 „Elaborarea algoritmului de depoluare a solurilor și valorificare a deșeurilor reeșind din problema propusă pentru studiu individual ”

IX. Sugestii metodologice

La predarea curriculumului modular sunt recomandate diverse activități de învățare care se prestează în cadrul pregătirii de specialitate, însă cadrul didactic poate alege alte activități didactico-metodice, adecvate condițiilor concrete din grupă și care permit realizarea conținuturilor la nivel.

În procesul studierii modulului “Metode și sisteme de purificare a mediului”, cadrul didactic va folosi cele mai eficiente tehnologii de predare - învățare – evaluare. Cadrul didactic alege și aplică metode și tehnologii, forme și metode de organizare a activității elevilor, care sunt adecvate specialității, experienței de lucru, capacităților individuale ale elevilor și care asigură randamentul scontat la formarea competențelor preconizate. Deoarece conținuturile unității de curs au un caracter teoretic - aplicativ, pentru înlesnirea însușirii lor, se recomandă utilizarea formelor și metodelor interactive: instruirea problematizată, demonstrarea, compararea, studiul de caz. Se vor desfășura seminare, lecții practice și de laborator. Formele de organizare a activității didactice vor fi diverse: lucrul individual, de grup, frontal, în perechi.

La formarea gândirii logice și creative, profesorul va folosi următoarele metode:

- asimilarea independentă și dirijată a cunoștințelor de către elevi în baza standardelor, ghidurilor, literaturii științifice ecologice,
- organizarea lucrului în grup,
- elaborarea referatelor, schemelor, tabelelor,
- rezolvarea sarcinilor ecologice la întreprinderile de producere,
- executarea sarcinilor individuale,
- experimente cu efectuarea încercărilor în laborator.

Cele mai eficiente metode de învățare recomandate pentru formarea competențelor profesionale durabile pentru prezentul curriculum ar fi:

- *Metodele expozitive și interogative* (conversație sau dialog): sunt folosite pentru transferul acelor cunoștințe la care, volumul sau gradul de complexitate, nu poate fi obținut de elev prin efortul propriu. Aceste metode prevăd selectarea și sistematizarea riguroasă a informațiilor prezentate; alegerea celor mai semnificative și accesibile

- exemple, utilizarea unui limbaj specific; crearea situațiilor creative pe parcursul expunerii, intercalarea momentelor de conversație în procesul de învățare.
- *Metoda de simulare*: aceasta metodă se bazează pe simularea (imitarea) unor activități didactice reale, cu scopul formării de competențe profesionale specifice. Eficiența acestei metode este determinată de capacitatea elevilor de a se transpune în rol și de a-și pune în valoare experiența de viață acumulată.
 - *Metoda lucrărilor practice* constă în îndeplinirea de către elevi a unor sarcini cu caracter aplicativ cum ar fi: proiectare și execuție. Această metodă permite formarea de priceperi și deprinderi; achiziționarea unor strategii de rezolvare a sarcinilor; consolidarea, aprofundarea și sistematizarea cunoștințelor. Lucrările practice se realizează individual sau în grup în cabinetul de chimie și analiză a componentelor mediului, înzestrat cu mijloace și echipamente de laborator. Activitatea elevilor, racordată la metoda exercițiului practic, are în acest caz un grad sporit de complexitate și de independență în învățare.
 - *Metoda proiectelor* : la baza acestei metode stă anticiparea mentală și efectuarea unor acțiuni complexe, legate de o temă propusă sau aleasă de elev. Activitatea elevilor se desfășoară în mod independent, individual ori în grup. Această metodă presupune un efort de investigare, proiectare sau elaborare a unui subiect de producere. La finalul activității se prezintă produsul, care va fi evaluat de un grup mai mare de evaluatori (grupa de elevi în întregime).
 - *Metoda studiului de caz*: este o metodă care valorifică în învățare o situație reală, semnificativă pentru un anumit domeniu. Metoda studiului de caz trebuie să fie autentică, reprezentativă, accesibilă, să conțină o problemă, rezolvarea căreia se va efectua prin colectare de informații și luarea de decizii.
 - *Exercițiul*: metoda se referă la îndeplinirea conștientă, sistematică și repetată a unei lucrări, acțiuni. În principiu, prin metoda respectivă se urmărește învățarea unor deprinderi, dar se pot realiza și alte obiective: de consolidare a cunoștințelor, stimulare a unor capacități sau atitudini. Pornind de la obiectivele urmărite, exercițiile pot fi de mai multe tipuri: introductive, de bază, aplicative, de creație.
 - *Metoda dezbaterilor*: este luarea în discuție, de către un grup de elevi, a unei probleme sau sarcini. Se realizează în condițiile în care aceștia dispun de o pregătire respectivă, există un mediu favorabil al schimbului de opinii, cadrului didactic îi revine rolul de moderator. Valoarea formativă a acestei metode constă în dezvoltarea capacităților de comunicare argumentată în spirit critic dintre elevi.
 - *Observarea*: presupune urmărirea, investigarea unor obiecte, acțiuni sau fenomene în vederea formării unei viziuni proprii. Ca metodă de învățare, observarea este organizată intenționat, și aplicată sistematic.
 - *Demonstrarea*: asigură dobândirea de cunoștințe, capacități noi, prin confirmarea unor adevăruri anterior însușite sau formarea viziunii interne despre unele lucrări sau acțiuni.
 - *Experimentul*: constă în provocarea intenționată a unui fenomen în scopul studierii lui. În cazul învățământului vocațional este indicat experimentul cu caracter aplicativ, care urmărește confirmarea experimentală a unor cunoștințe dobândite anterior. Utilizarea metodei în cauză este condiționată de existența unui spațiu adecvat de învățare (Cabinet de chimie și analiză a componentelor mediului) și a unor mijloace didactice corespunzătoare (reagenți chimici, eprubete, pîlnii, pahare, cilindre, hîrtie de filtru,

reșou electric, etc.). Experimentul stimulează activitatea personală de investigație și independență în luarea deciziilor.

- *Problematizarea* este o metodă cu potențial formativ foarte înalt, ce contribuie la dezvoltarea gândirii creative, la educarea independenței și autonomiei în activitatea de muncă. Această metodă presupune crearea de către profesor a unei situații-problemă și rezolvarea ei de către elev în mod independent. Problematizarea devine un procedeu eficient de motivare a elevilor în cadrul altor metode (expunere, demonstrație) sau poate obține o extindere mai mare în metoda studiului de caz (cazul fiind o problemă mai complexă)

Strategiile didactice utilizate vor orienta studenții spre activități de investigare a fenomenelor și proceselor desfășurate în mediul ambiant, spre cunoașterea impactului asupra omului și a mediului.

X. Sugestii de evaluare a competențelor profesionale

Axarea procesului de învățare-predare-evaluare pe competențe presupune efectuarea evaluării pe parcursul întregului proces de instruire. Evaluarea continuă va fi structurată în evaluări formative și evaluări sumative (finale). Pornind de la caracterul aplicativ al Curriculumului modular, evaluarea va viza mai mult aspectele ce țin de interpretarea creativă a informațiilor și capacitatea de a rezolva situațiile de problemă.

Activitățile de evaluare vor fi orientate spre motivarea elevilor și obținerea unui feedback continuu, fapt ce va permite corectarea operativă a procesului de învățare, stimularea autoevaluării și a evaluării reciproce, evidențierea succeselor, implementarea evaluării selective sau individuale.

Pentru a permite o individualizare a evaluării și o motivare suplimentară a elevilor, sarcinile de evaluare formativă vor fi ierarhizate pe grade de dificultate. Elaborarea itemilor pentru evaluare va fi realizată în contextul taxonomiilor lui Bloom-Krathwohl (componenta cognitivă), Dave și Simpson (componenta funcțional-acționară) și Krathwohl (componenta afectivă).

Metodele folosite pentru evaluarea continuă presupun chestionarea orală sau scrisă, lucrările practice, studiile de caz, proiectele, schemele elaborate în cadrul studiului individual ghidat.

Pentru a eficientiza procesele de evaluare, înainte de a demara evaluările propriu-zise, cadrul didactic va aduce la cunoștința elevilor tematica lucrărilor, modul de evaluare (bareme/grile/criterii de notare) și condițiile de realizare a fiecărei evaluări.

În procesul evaluărilor continue se va da atât o apreciere obiectivă a cunoștințelor și competențelor elevilor, cât și a progreselor înregistrate de aceștia.

Evaluarea curentă/formativă se va realiza prin diverse modalități: observarea comportamentului elevului, analiza rezultatelor activității elevului, discuția/conversația, prezentarea proiectelor individuale de activitate. Prin evaluarea curentă/formativă, cadrele didactice informează elevul despre nivelul de performanță; îl motivează să se implice în dobândirea competențelor profesionale.

Evaluarea sumativă se realizează la finele fiecărui modul în baza simulării în atelier a unei situații de problemă, care solicită elevului demonstrarea competenței profesionale. Cadrele didactice vor elabora sarcini prin care vor orienta comportamentul profesional al elevului spre demonstrarea sistemului de cunoștințe și abilități. În acest scop vor fi clar stabiliți indicatorii și descriptorii de performanță ai procesului și produsului realizat de către elev.

Evaluarea implică și probe practice, de aceea instrumentul de evaluare cel mai recomandat este *fișa de observație*. În această fișă se bifează câte o căsuță de fiecare dată când s-a demonstrat buna realizare a unei sarcini. În momentul în care s-au bifat toate căsuțele, evaluarea s-a încheiat cu succes.

Produsele propuse pentru evaluarea nivelului de dezvoltare a competențelor sunt:

1. Problemă rezolvată unde se vor ține cont de următoarele criterii: înțelegerea problemei, documentarea în vederea identificării informațiilor necesare în rezolvarea sarcinii, alegerea algoritmului de rezolvare, prezentarea și analiza rezultatelor obținute.

2. Referat unde se vor ține cont de următoarele criterii: corespunderea referatului temei, profunzimea și completitudinea dezvoltării temei, actualitatea conținutului, coerența și logica expunerii, utilizarea dovezilor din sursele consultate, modul de structurare a lucrării, analiza în detaliu a fiecărei surse de documentare.

3. Studiu de caz unde se vor ține cont de următoarele criterii: corectitudinea interpretării studiului de caz propus, calitatea soluțiilor, ipotezelor propuse, argumentarea acestora; corespunderea soluțiilor, ipotezelor propuse pentru rezolvarea adecvată a cazului analizat, corectitudinea lingvistică a formulărilor, utilizarea adecvată a terminologiei, rezolvarea corectă a problemei, asociate studiului analizat de caz, noutatea și valoarea științifică a informației, exactitudinea rezultatelor și rigoarea probelor, capacitatea de analiză și de sinteză a documentelor, adaptarea conținutului, originalitatea studiului, a formulării și a realizării.

4. Eseu structurat unde se vor ține cont de următoarele criterii de evaluare: completitudinea interpretării informațiilor prin prisma sarcinii prezentate, claritatea, argumentarea, coerență logică (ideile au legătură unele cu altele, decurg unele din altele, nu se acceptă a se începe cu o idee pe care o dezvoltă elevul și să finalizeze argumentarea cu idei care nu au fost prezentate în eseu, interacțiunea cu materialul bibliografic (sursele bibliografice sunt citate corespunzător, argumentele aduse sunt susținute prin prezentarea diferitelor cercetări, originalitatea, creativitatea, inovațiile, aspectul general al eseului.

5. Scheme elaborate unde se vor ține cont de următoarele criterii de evaluare: respectarea algoritmului de prezentare, implementarea metodelor moderne, alegerea utilajelor și aparatele utilizate, reducerea traseului de producere, etc.

Criteriile de evaluare a produselor pentru măsurarea competenței vor include:

- corespunderea specificațiilor tehnice;
- productivitatea muncii;
- respectarea cerințelor ergonomice;
- claritatea și coerența rapoartelor întocmite;
- corectitudinea interacțiunii cu colegii și superiorii.

XI. Resursele necesare pentru desfășurarea procesului de studii

Pentru implementarea metodelor didactice propuse în cadrul disciplinei *Metode și sisteme de purificare a mediului (MSP)* se vor utiliza resursele disponibile în instituție pentru procesul de studiu și se vor depune eforturi constante pentru îmbunătățirea, diversificarea, modernizarea și adaptarea acestora la necesitățile didactice.

Pentru realizarea formării și dezvoltării competențelor în cadrul *MSP*, este necesar să se creeze un mediu educațional adecvat, calitativ și productiv, centrat pe elev care se va baza pe următoarele principii de organizare a formării:

- crearea unui mediu de învățare autentic și relevant intereselor elevilor pentru formarea competențelor proiectate;
- însușirea de cunoștințe, formarea de deprinderi și abilități personale și profesionale.

Procesul de studiu se va desfășura în sălile de clasă, precum și în cabinetul de chimie și analiză a componentelor mediului.

Sala de clasă va fi dotată cu mobilier școlar, proiector multimedia (la necesitate), tablă și material didactic necesar.

Cabinetul de chimie și analiză a componentelor mediului va fi dotat cu utilaje, echipamente și materiale necesare pentru realizarea lucrărilor practice și de laborator ca: reagenți chimici, eprubete, pahare, pH-metru, baloane cotate, baloane din sticlă, cilindre, reșou electric, etc. În laborator se propune instalarea distilatorului de apă.

XII. Resursele didactice recomandate elevilor

Nr. crt.	Denumirea resursei	Locul în care poate fi consultată/ accesată/ procurată resursa	Numărul de exemplare disponibile
1.	„Anuar Starea calității aerului atmosferic pe teritoriul Republicii Moldova pentru anul 2014” Ministerul Mediului al Republicii Moldova, Serviciul Hidrometeorologic de Stat, Chișinău, 2015	http://www.meteo.md/monitor/anuare/2014/anuar_aer_2014.pdf	-
2.	„Anuar Starea calității apelor de suprafață conform elementelor hidrobiologice pe teritoriul Republicii Moldova în anul 2014” Ministerul Mediului al Republicii Moldova, Serviciul Hidrometeorologic de Stat, Chișinău, 2015	http://www.meteo.md/monitor/anuare/2014/anuar_hidro_2014.pdf	-
3.	„Anuar Starea calității solului pe teritoriul Republicii Moldova pentru anul 2013” Ministerul Mediului al Republicii Moldova, Serviciul Hidrometeorologic de Stat, Chișinău, 2014	http://www.meteo.md/monitor/anuare/2013/anuar_sol_2013.pdf	-

4.	Așevschi, T. Dudnicenco "Inginerie ambientală", manual, Chișinău-2008	Biblioteca instituției	15
5.	Carmen ZAHARIA "Chimia Mediului: teste de control în laborator și probleme (II)", Universitatea Tehnică "Gheorghe Asachi" din Iași, 2013-2014	http://www12.tuiasi.ro/users/109/Chimia_Mediului_Probleme.pdf	-
6.	V. Așevschi, T. Dudnicenco, D. Roșcovan "Ecologie și Protecția Mediului cu elemente de lucrări practice în laborator și pe teren (Suport didactic)", manual, Chișinău-2007	ftp://ftp.ulim.md/Medicina/2007-2008/MANUAL~1/A4.pdf	-
7.	G. Friptuleac, L. Alexa, V. Băbălău "Igiena Mediului" (lucrări practice), Chișinău, "Știința", 1998	Biblioteca instituției	20
8.	M. Revenco, P. Bulimaga, V. Cupcinenco ș.a. "Bazele chimiei analitice, manual pentru cl.12" Editura "Arc", 2003	Biblioteca instituției	20
9.	S. Kudrițaia, N. Velișco, A. Gulea "Chimie, manual pentru cl.12 (partea a II-a)" Editura "Arc", Chișinău, 2003	Biblioteca instituției	18
10.	А. И. Родионов, В.Н. Клушин и др. «Техника защиты окружающей среды» втор. Изд. М., «Химия», 1989	Biblioteca instituției	2
11.	Ветошкин, А. Г. Теоретические основы защиты окружающей среды [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. Г. Ветошкин; Университетская библиотека онлайн (ЭБС). – Москва: Абрис, 2012. – 397 с.	http://window.edu.ru/resource/888/36888/files/stup114.pdf	-