

MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII A REPUBLICII MOLDOVA  
UNIVERSITATEA DE STAT „ALECU RUSSO” DIN BĂLȚI  
FACULTATEA DE ȘTIINȚE REALE, ECONOMICE ȘI ALE MEDIULUI  
CATEDRA DE ȘTIINȚE FIZICE ȘI INGINEREȘTI

## CURRICULUM

la unitatea de curs

### FENOMENE DE TRANSFER

Ciclul I, studiul superior de licență

Codul și denumirea domeniului general de studii: 072 Tehnologii de fabricare și  
prelucrare

Codul și denumirea domeniului de formare profesională: 0721 Procesarea alimentelor

Codul și denumirea specialității: 0721.2 Tehnologia produselor alimentare

Forma de organizare a învățământului: învățământ cu frecvență

Autori:

dr., lect., univ. Natalia PÎNZARU,

dr., lect., univ. Serghei TALPĂ,

BĂLȚI, 2023

Discutat și aprobat la ședința Catedrei de științe fizice și ingineresti

Procesul-verbal nr. 6 din 06.12.23

Șeful Catedrei [Signature] conf. univ., dr. Vitalie BEȘLIU

Analizat și recomandat la ședința Comisiei metodice a Facultății de Științe Reale,  
Economice și ale Mediului.

Procesul-verbal nr. 3 din 18.12.2023

Președintele Comisiei metodice al Consiliului Facultății de Științe Reale, Economice și ale  
Mediului [Signature] conf. univ., dr. Lidia POPOV

Discutat și aprobat la ședința Consiliului Facultății de Științe Reale, Economice și ale Mediului

Procesul-verbal nr. 3 din 19.12.2023

Decana Facultății Ciobanu conf. univ., dr. Ina CIOBANU



### Informații de identificare a unității de curs

**Facultatea:** Științe Reale, Economice și ale Mediului

**Catedra:** Științe fizice și ingineresti

**Codul și denumirea domeniului general de studiu:** 072 Tehnologii de fabricare și prelucrare

**Codul și denumirea domeniului de formare profesională:** 0721 Procesarea alimentelor

**Codul și denumirea specialității:** 0721.2 Tehnologia produselor alimentare

**Denumirea unității de curs:** Fenomene de transfer

### Administrarea unității de curs

Codul unității de curs	Credite ECTS	Total ore	Repartizarea orelor					Forma de evaluare	Limba de predare
			Curs	Seminare	Laborator	Lucrul individual	Proiect		
S.03.O.019	4	120	30		30	60	-	Examen	Româna

**Anul de studii și semestrul în care se studiază:** Anul II, Semestrul 3.

**Forma de organizare a învățământului:** Cu frecvență

**Regimul unității de curs/modulului:** Obligatorie

**Categoria formativă:** Unitatea de curs de specialitate



### Informații referitoare la cadrul didactic

Titularul cursului: **Pinzaru Natalia**, doctor în științe ingineresti, lector universitar la Catedra de științe fizice și ingineresti. A absolvit Universitatea de Stat „Alec Russo” din Bălți, Facultatea Tehnică, Fizică, Matematică și Informatică, Specialitatea „Fizica și Educația tehnologică”. A obținut titlul de magistru în Instruire în inginerie la Universitatea de Stat „Alec Russo” din Bălți. A susținut teza de doctor la Universitatea Tehnică a Moldovei, din Chișinău, Specialitatea „242.05. Tehnologii, procedee și utilaje de prelucrare”.

**Biroul:** Laboratorul „Tehnologia confecțiilor vestimentare” 5009, Catedra de științe fizice și ingineresti.

**Telefon:** 069901576, 023146110

**E-mail:** [pinzaru.natalia@yahoo.com](mailto:pinzaru.natalia@yahoo.com) [pinzaru.natalia@usarb.md](mailto:pinzaru.natalia@usarb.md)

**Orele de consultație** - conform orarului de la Catedră, consultațiile se oferă față în față, în cadrul grupului pe Viber, poșta electronică, videoconferință (aplicații Google.Meet, Zoom)



**Serghei TALPĂ**, doctor în științe tehnice, lector universitar, absolvent al Academiei de Stat a Industriilor Alimentare din or. Odesa, Ucraina, specialitatea 05.18.02 „Tehnologia păstrării și prelucrării produselor cerealiere, boboaselor, preparării nutrețurilor”, 05.18.12 „Procese, mașini, și agregate ale industriei alimentare”.

Auditorille – 5-011; 5-016, blocul III de studii – aud. 338 laboratorul Tehnologia produselor alimentare.

Tel. 0 798 56656

E-mail: [serghei.talpa@usarb.md](mailto:serghei.talpa@usarb.md)

Orele de consultații – în conformitate cu orarul consultațiilor aprobat la catedră. Totodată, este necesar de consultat orarul prelegerilor, seminarelor, lucrărilor de laborator la licență frecvență la zi și redusă și la masterat.

Consultațiile se oferă în regimul „față-în-față” sau prin utilizarea poștei electronice, prin Viber, pe platforma Google Meet etc.

#### **Integrarea unității de curs în programul de studii**

Unitatea de curs „Fenomene de transfer” prezintă un curs din ciclul disciplinelor tehnico-tehnologice și este o disciplină cu caracter tehnologic-ingineresc, care vine în pregătirea ulterioară a viitorilor specialiști în industria alimentară.

Unitatea de curs „Fenomene de transfer” urmărește pregătirea studenților pentru studiul tehnologiei produselor alimentare și a dezvoltării ei ulterioare, care studiază bazele teoretice ale principalelor operații unitare: mecanice, hidromecanice, termice și de transfer de substanță utilizate în tehnologiile de prelucrare. Se urmărește formarea de cunoștințe legate de implicațiile modalităților de transmitere a căldurii asupra proceselor termice specifice tehnologiei produselor alimentare: schimbătoare de căldură, evaporatoare, condensatoare. Pe baza parametrilor și bilanțului termic se pun bazele dimensionării termice a acestor utilaje, se descriu purtătorii de căldură și agenții de răcire ce pot fi utilizați.

Studierea unității de curs „Fenomene de transfer” se bazează pe competențele formate la disciplinele: „*Matematica inginerescă și economică*”, „*Fizica aplicată*”. Competențele obținute la unitatea de curs „Fenomene de transfer” sunt necesare pentru studiarea disciplinei ulterioare *Tehnica și tehnologia frigului* „Tehnologia uscării și păstrării produselor alimentare”.

### **Exigențe și competențe prealabile**

Pentru studierea unității de curs studentul trebuie să posede:

- documentare în diverse surse cu caracter tehnico-științific, în particular în baze de date electronice, de analiză, sinteză și sistematizare a informației referitoare la diverse tipuri de instalații și tehnologii avansate, precum și regimurile lor de funcționare, caracteristicile tehnico-tehnologice ale utilajelor și aparatajelor;
- creativitate și inovare, cunoștințe acumulate de la proiectarea elementelor de mașini, elemente de cercetare și proiectare a diverselor procese, protecția obiectelor de proprietate industrială;
- autoinstruire, autoevaluare a performanțelor personale formate anterior în cadrul studiului disciplinelor universitare care se referă la cunoștințele acumulate anterior.

### **Competențe profesionale și transversale dezvoltate în cadrul unității de curs**

#### **Competențe profesionale**

**CP1.** Familiarizarea cu cele mai importante metode de cercetare experimentală, descrierea, analiza și evaluarea critică a experimentelor realizate independent în scopul aprecierii gradului de complexitate al problemelor ingineresti în situații deosebite, dar analogice, și utilizarea soluțiilor cunoscute în situații noi.

**CP2.** Identificarea esenței proceselor și problemelor ingineresti prin posibila constituire (după caz) a modelelor de lucru, prin realizarea adecvată a simplificărilor și aproximărilor, finalizată cu o gândire critică a evaluării rezultatelor modelării.

**CP6.** Activarea în contextul de ordin tehnico-economic, de timp, de mediu, social, etic, de sănătate în situații deosebite și utilizarea soluțiilor cunoscute în situații noi.

#### **• Competențe transversale**

**CT1.** Aplicarea regulilor de muncă riguroasă și eficientă, manifestarea unei atitudini responsabile față de domeniul științific și didactic, pentru valorificarea optimă și creativă a propriului potențial în situații specifice, cu respectarea principiilor și a normelor de etică profesională.

**CT2.** Desfășurarea eficientă și eficace a activităților organizate în echipă.

### **Finalitățile cursului**

La finalizarea studierii unității de curs „*Fenomene de transfer*” și realizarea sarcinilor de învățare, studentul va fi capabil să:

- enunțe rezultatele teoretice fundamentale și să le aplice în rezolvarea de situații tipice caracteristice tehnologiei produselor alimentare;

- utilizeze corect terminologia privitor la fenomenele de transfer;
- calculeze fluxuri și debite termice transferate prin convecție, conducție și radiație termică;
- determine corect prin realizarea de experiențe a conductivității termice ale diverselor materiale utilizate în procesul tehnologic de prelucrare a produselor alimentare (materiale metalice, dielectrice etc.);
- efectueze cercetarea documentară în diverse surse de informații, baze de date electronice

### Conținutul unității de curs

#### Prelegeri – 30 de ore

Nr. d/o	Conținutul tematic	Nr. de ore
1.	Generalizare. Definiții. Procese de transfer. Unități de măsură și dimensiuni. Transferul de impuls. Transferul de căldură. Transferul de masă.	2
2.	Bilanțuri de materiale. Regimuri de funcționare. Bilanțul energilor.	2
3.	Procese de amestecare. Definiții. Clasificarea. Definirea procesului tehnologic. Descrierea procesului tehnologic/fluxului tehnologic.	2
4.	Operații cu transfer de impuls. Transportul fluidelor (lichidelor) alimentare. Conservarea energiei la curgerea fluidelor alimentare. Separarea sistemelor eterogene gaz-lichid și gaz-solid. Separarea sistemelor eterogene lichid-gaz și lichid-lichid. Separarea sistemelor eterogene lichid-solid.	2
5.	Operații cu transfer de căldură. Noțiuni de bază în transferul căldurii. Transferul de căldură prin conductivitate, prin convecție, prin radiație.	2
6.	Operații cu transfer de căldură fără schimbarea stării de agregare. Operații unitare de încălzire. Termosterilizarea.	2
7.	Răcirea. Procedee de răcire. Răcirea mecanică. Răcirea cu apă. Răcirea cu dioxid de carbon solid. Operații cu transfer de căldură cu schimbarea stării de agregare. Congelarea. Fierberea. Calculul temperaturii de fierbere. Presiunea de vaporii și temperatura de fierbere a soluției. Spumarea soluțiilor. Condensarea.	2
8.	Evaluare periodică	2
9.	Evaporarea. Schema de realizare a procesului de evaporare. Căldura necesară vaporizării. Factorii care influențează concentrarea prin evaporare. Viscositatea soluției. Procedee de evaporare. Evaporarea simplă.	2
10.	Sedimentarea. Factorii care influențează sedimentarea. Viteza de sedimentare. Ecuații criteriale. Mecanismul sedimentării.	2
11.	Operații de transfer de masă. Generalizare. Exprimarea compoziției fazelor. Echilibrul între faze. Legea fazelor a lui Gibbs. Difuziunea. Difuziunea moleculară. Difuziunea convectivă.	2
12.	Distilarea și rectificarea. Echilibrul lichid-vaporii. Metode separare a amestecurilor lichide prin distilare.	2
13.	Uscarea. Definiții. Factorii care influențează procesul de uscare. Statica procesului de uscare. Cinetica operației de uscare.	2
14.	Absorbția. Adsorbția. Extracția. Cristalizarea. Fluidizarea.	2
15.	Filtrarea. Scopul filtrării. Etapele filtrării. Procese elementare în filtrare. Factorii care influențează filtrarea. Suspensii și materiale filtrante. Structura suspensiei. Materialul filtrant. Materiale filtrante uzuale. Majorarea temperaturii de filtrare.	2
<b>Total</b>		<b>30</b>

**Laborator – 14 ore**

Nr. d/o	Conținutul tematic	Nr. de ore
1.	Cercetarea proceselor de deshidratare (uscarea) a produselor solide (produse alimentare).	2
2.	Șlozuri și buncăre. Calculul presiunilor în șlozuri și buncăre. Calculul vitezel de curgere a produsului. Calculul debitului de curgere a produsului. Curgerea produsului din buncăr/șloz.	2
3.	Cercetarea procesului hidrodinamic al stratului pseudofluidizat/vibrofluidizat.	2
4.	Operații unitare. Cercetarea procesului de cristalizare.	2
5.	Operații unitare. Evaporarea. Determinarea concentrației soluțiilor. Hidratarea produselor pulverulente. Sedimentarea.	2
6.	Operații unitare. Uscarea. Instalații de uscarea. Eliminarea apei din produsul alimentar. Fazele uscării.	2
7.	Determinarea coeficientului de dilatare termică liniară a solidelor.	2
8.	Operații unitare. Procesul de mărunțire a corpurilor solide. Cercetarea instalației de mărunțire a produselor pulverulente.	2
9.	Cercetarea procesului transferului de căldură între două faze.	2
10.	Cercetarea procesului de separare/divizare a produselor pulverulente. Studierea transferului de căldură în strat pseudofluidizat.	2
11.	Operații cu transfer de impuls. Cercetarea procesului de separare/filtrare a sistemelor eterogene lichid-solid și lichid-lichid.	2
12.	Determinarea coeficienților de transfer de masă și căldură la contactarea cu aerul și apa pe suprafața sitei fluidizate (cu barbotare).	2
13.	Cercetarea aparatului/dispozitivului pentru amestecarea fazelor lichide/fazelor lichide și solide.	2
14.	Cercetarea și încercarea aparatului cu vid.	2
15.	Cercetarea și încercarea aparatului cu schimb de căldură.	2
<b>Total</b>		<b>30</b>

**Strategii/metode de predare și învățare**

Prelegerea, lucrări de laborator, expunerea didactică, explicația, demonstrația, algoritimizarea, modelarea, dezbateră, studiu de caz, simularea de situații, tehnici de instruire și modul de organizare (frontal, grup /pereche, individual): lucrări practice, problematizarea, descoperirea, metode de dezvoltare a gândirii ingineresti, studii documentelor normative (standarde, prescripții tehnice) din domeniu și a bibliografiei, elaborarea planului (cuprinsului) pentru realizarea tezei.

**Activități de lucru individual al studentului**

Evaluarea lucrului individual se promovează prin elaborarea a unui referat conform sarcinii stabilite de profesor din tabelul de mai jos Activitatea lucrului individual se prezintă în ultima săptămână înainte de finisarea semestrului, profesorului de curs. Studenții vor prezenta referatele obținând o notă la lucrul individual  $N_i$ .

Nr. d/o	Planul referatului	Nr. de ore
1.	Generalizare. Documentarea în literatură de specialitate.	6
2.	Introducere. Scopul și obiectivele lucrării. Noțiuni generale. Definiții.	15
3.	Baza conceptuală a lucrării. Metode, procedee și tehnici de cercetare.	15

Nr. d/o	Planul referatului	Nr. de ore
4.	Elaborarea concluziilor	15
5.	Bibliografie	10
<b>Total</b>		<b>80</b>

### Temele referatului

1. Procese de uscare. Statica procesului de uscare. Umiditatea relativă a aerului.
2. Procese de uscare. Bilanțul termic al uscătorului.
3. Procese de uscare. Cinetica procesului de uscare. Mecanismul uscării.
4. Operații cu transfer de impuls. Transportul lichidelor alimentare.
5. Operații cu transfer de impuls. Separarea sistemelor eterogene gaz-solid și gaz-lichid.
6. Operații cu transfer de căldură. Operații cu transfer de căldură fără schimbarea stării de agregare. Încălzirea. Răcirea. Termosterilizarea.
7. Operații cu transfer de căldură. Transferul de căldură prin conductivitate.
8. Operații cu transfer de căldură. Transferul de căldură prin convecție/prin radiație.
9. Operații cu transfer de masă. Separarea amestecurilor omogene. Difuziunea.
10. Operații cu transfer de masă. Absorbția.
11. Operații cu transfer de masă. Extracția. Cristalizarea.

### Structura referatului

1. Foaie de titlu include următoarele: Denumirea Ministerului, Universității, Facultății, Catedrei, teme; Numele, prenumele studentului, grupa; Numele, prenumele conducătorului științific. Inclusiv gradul didactic și științific; Localitatea și anul.
2. Cuprins automat.
3. Introducere (include actualitatea, scopul, obiectivele principale și obiectele de cercetare).
4. Conținutul structurat în capitole (și subcapitole după caz).
5. Concluzii generale (și recomandări după caz).
6. Bibliografia (nu mai puțin de 5 surse, prezentate conform cerințelor ghidului: NAGHERNEAC Ana. *Regulile pentru prezentarea referințelor bibliografice și citarea resurselor de informare*: Ghid practic. Biblioteca științifică a USARB, 2012. 47 p. [on-line]. Disponibil: [http://tinread.usarb.md:8888/tinread/fulltext/bsu/reguli\\_referinte.pdf](http://tinread.usarb.md:8888/tinread/fulltext/bsu/reguli_referinte.pdf).)  
Exemple de referințe bibliografice sunt prezentate pe p. 27-30.



### **Cerințele de formatare a referatului**

1. Formatul hârtiei: A4.
2. Parametrii paginii: 30 mm – stânga, 20 mm – sus, 20 mm – jos, 15 mm – dreapta.
3. Fontul: Times New Roman, conform regulilor de redactare în limba română sau în limba rusă.
4. Mărimea caracterelor: 12 pt.
5. Spațiere: 1,5 rânduri.
6. Textul de bază aliniat din ambele părți.
7. Mărimea alineatelor: 12,5 mm
8. Numerotarea paginilor: în subsol, alinierea la centru.
9. Titlurile capitolelor: centrat, cu majuscule, aldin și din pagină nouă.
10. Volumul referatului nu mai puțin de 15 pagini.

### **Criteriile utilizate pentru evaluarea referatului**

Prezentare corectă – 10 p, inclusiv:

1. Cuprins – 1 p.
  2. Introducere – 2 p (actualitatea - 1 p, scopul, obiectivele principale, obiectul de cercetare – 1 p).
  3. Capitle (text) – 3 p (esența temei – 1 p, divizarea informației în capitle – 1 p, tabele și figuri – 1 p).
  4. Concluzii (recomandări după caz) - 1 p.
  5. Bibliografia – 1 p.
  6. Cerințe înaintate față de forma referatului – 2 p (parametrii paginii, tipul și mărimea fontului - 1 p; spațiere, numerotare pagini, titlurile capitolelor - 1 p).
- Termenul de prezentare al referatului – săptămâna a 11-a a semestrului.

### **Evaluarea**

Evaluarea studenților la unitatea de curs „Fenomene de transfer”, se realizează în corespundere cu *Regulamentul cu privire la evaluarea rezultatelor academice ale studenților în Universitatea de Stat „Alecu Russo” din Bălți*.

Evaluarea curentă se efectuează prin notarea prezentării portofoliului cu lucrările de laborator (10 lucrări de laborator). Pe parcursul semestrului la jumătatea unității de curs din partea teoretică studenții vor susține o evaluare periodică (durata evaluării este de 90 de minute).

Studentii care vor absenta și cei care vor obține o notă mai mică decât 5 vor avea posibilitatea să susțină repetat testul de evaluare periodică.

La examinarea finală vor fi admiși doar studenții care întrunesc următoarele condiții:

- media evaluărilor curente  $M_{ec}$  este de cel puțin 5;
- nota la evaluarea periodică  $N_{ep}$  este de cel puțin 5;
- media pentru activitatea de lucru individual  $M_{il}$  este de cel puțin 5;

Nota semestrială  $N_s$  se calculează ca medie aritmetică dintre aceste trei componente:

$$N_s = \frac{M_{ec} + N_{ep} + M_{il}}{3}$$

Nota semestrială  $N_s$  constituie 50% din nota generală la unitatea de curs.

Evaluarea finală are loc sub forma unui examen scris (durata examenului este de 1 oră 30 minute).

Nota generală la unitatea de curs „Fenomene de transfer” se calculează, cu precizia de până la două zecimale, conform formulei:

$$N_g = 0,6 \times N_s + 0,4 \times N_e$$

unde  $N_g$  - nota generală,  $N_s$  este nota semestrială, iar  $N_e$  este nota de la examen.

**Mostră de probă de evaluare periodică**  
**Universitatea de Stat „Alec Russo” din Bălți**  
**Facultatea de Științe Reale, Economice și ale Mediului**  
**Catedra de Științe fizice și Inginerești**

APROB

Șeful catedrei ȘFI

Beșliu V. dr. conf. univ.

---

A elaborat \_\_\_\_\_

**Biletul nr. 1**

**de evaluare periodică a cunoștințelor la disciplina „Fenomene de transfer”**

1. Operații unitare. Evaporarea. Factorii care influențează evaporarea..... 1 p.
2. Concentrarea soluției în diferite componente influențează:

- a) \_\_\_\_\_; b) \_\_\_\_\_; c) \_\_\_\_\_;  
 d) \_\_\_\_\_; e) \_\_\_\_\_; f) \_\_\_\_\_; 2 p.
3. Cum influențează concentrația soluției asupra vitezei de circulație a ei, ce reprezintă potențialul transferului de căldură 2 p.
4. Procedee de evaporare. Descrieți procedeele de evaporare 2 p.
5. Tipuri de evaporatoare. Clasificarea evaporatoarelor după criterii 1 p.
6. Prezentați diagrama procesului de deshidratare termică a corpurilor solide alimentare de la 15 % la 13% cu utilizarea agentului termic la temperaturile de 60°C, 95 °C și 130 °. Descrieți procesul de deshidratare a corpurilor solide. 2p.

**Mostră de probă de evaluare finală**  
**Universitatea de Stat „Alec Russo” din Bălți**  
**Facultatea Științe Reale, Economice și ale Mediului**  
**Catedra de Științe Fizice și Inginerești**

APROB

Șeful catedrei ȘFI

Beșliu V. dr. conf. univ.

---

A elaborat \_\_\_\_\_

**Biletul nr. 1**

**de evaluare finală a cunoștințelor la disciplina „Fenomene de transfer”**

1. Procese de uscare. Descrierea procesului. 1 p.
2. Definiția uscării. 1 p.
3. Factorii care influențează procesul de uscare. 2 p.
4. Formele sub care se găsește umiditatea în corpurile solide. 3 p.
5. Umiditatea relativă a aerului. Caracteristica aerului umed. 3 p.

**Resurse informaționale**

**Obligatorii:**

1. 1.AMARFI, R. *Operații unitare*. vol I și II. CSIDD. București: Eficient, 2003. 250 p.
2. 2.AMARFI, R. *Fenomene de transfer*. vol I. CSIDD. Editura: Eficient, București, 2005. 280 p.

3. GAVRILĂ, L. *Fenomene de transfer*. Vol. I. Transfer de impuls. Bacău: Alma-Mater, 2000. 152 p.
4. GAVRILĂ, L. *Fenomene de transfer*. Vol. II. Transfer de căldură și de masă. Bacău: Alma-Mater, 2000. 200 p.
5. ГНЕЗДИЛОВА, А. И. *Процессы и аппараты пищевых производств*: учебник и практикум для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. Москва: Юрайт, 2023. 270 с. ISBN 978-5-534-06237-3.
6. АВРОРОВ, В. А. *Процессы и оборудование. Моделирование, исследования, инновационные конструкторские разработки*: учебное пособие для вузов. Москва: Юрайт, 2023. 260 с. ISBN 978-5-534-14802-2.

**Suplimentare:**

1. BIBIRE, L. *Aparate și operații. Industria alimentară*. Chișinău: Tehnica-Info, 2004. 337 p. ISBN 9975-63-2467
2. HORBANIUC, B. *Instalații frigorifice și de climatizare în industria alimentară. Vol I*. Iași: Cermi, 2006.
3. HORBANIUC, B. *Instalații frigorifice și de climatizare în industria alimentară. Vol II: Mașini și instalații frigorifice specifice industriei alimentare*. Iași: Editura Cermi, 2006.
4. Fuller G.W. *New Food Product Development: From Concept to Marketplace*. 3rd. edn. London: Elsevier Applied Science, 2011.
5. GAVRILĂ Lucian-Gheorghe *Fenomene de transfer în industria alimentară : Note de curs* [on-line], [accesat 15.07.2019]. Disponibil: <http://cadredidactice.ub.ro/gavrilalucian/studentii/>.