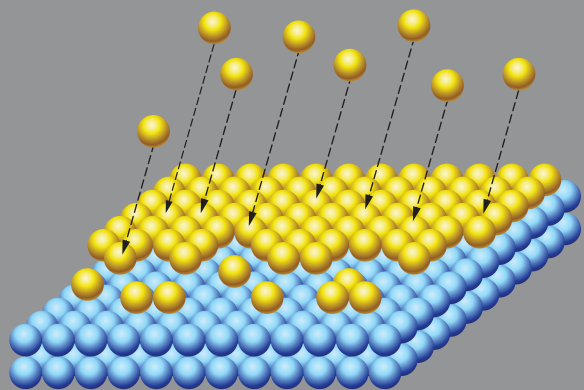


Creșterea capacității de transfer tehnologic și de cunoștințe a INCDTIM Cluj în domeniul bioeconomiei **TTC-ITIM**

Proiect cofinanțat din Fondul European de Dezvoltare Regională prin
Programul Operațional Competitivitate 2014-2020

<http://www.itim-cj.ro/poc/ttc>

Parteneriate pentru transfer de cunoștințe



15. DEPUNERI DE FILME EPITAXIALE PRIN MBE

DEPUNERI DE FILME EPITAXIALE, ÎN VID ULTRAÎNALT, PRIN TEHNICA MBE – MOLECULAR BEAM EPITAXY

Cuvinte cheie: evaporare în vid ultraînalt, depuneri de filme subțiri, filme cristaline, epitaxie moleculară

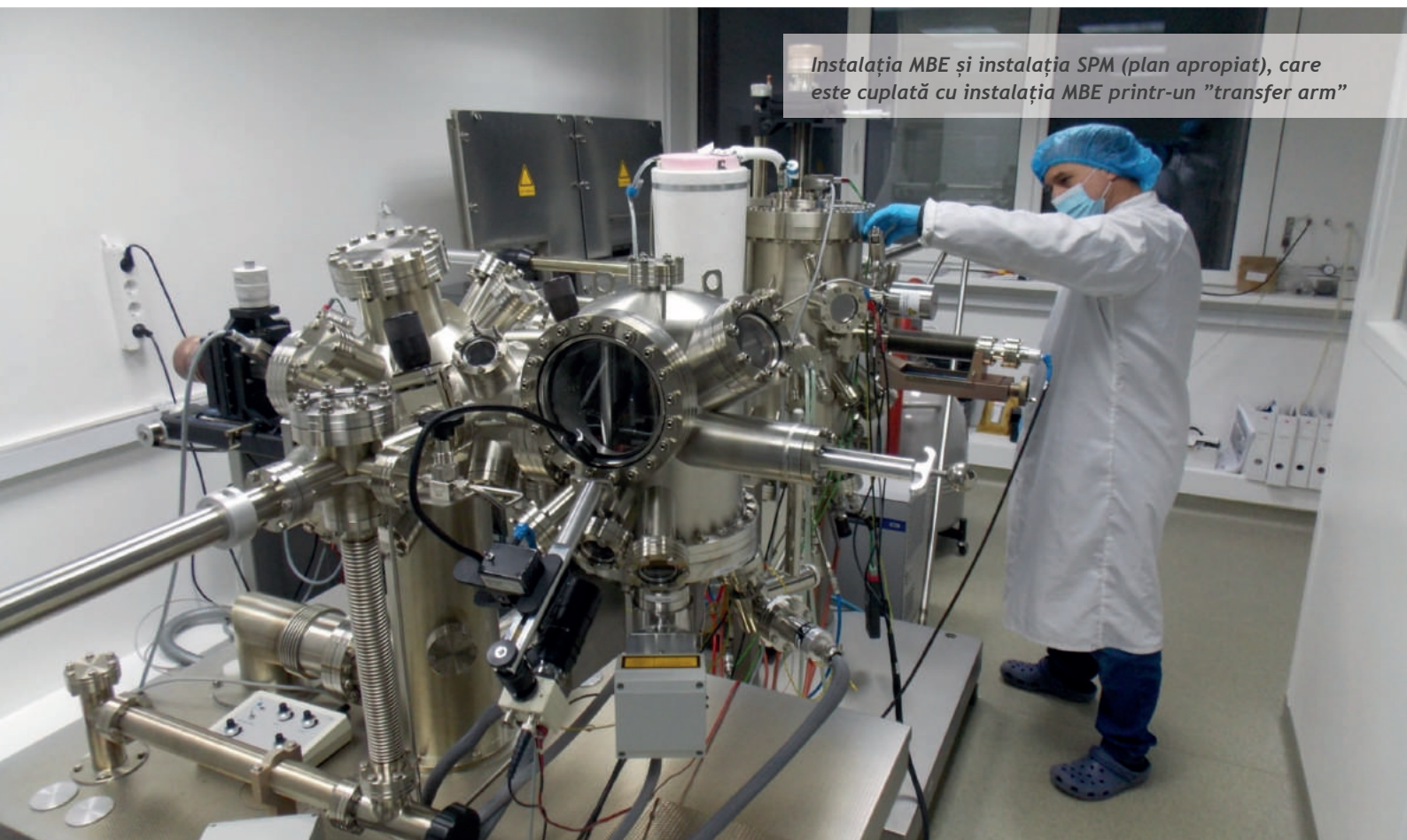
DESCRIERE

Depunerea de filme epitaxiale în vid ultraînalt prin tehnica MBE (*Molecular Beam Epitaxy*) este o tehnologie de fabricație prin care se poate crește un film, dintr-un material de interes, pe un substrat de depunere. Substratul este ales atât pentru a favoriza obținerea unei structuri monocristaline a filmului, cât și pentru a asigura aderența necesară acestuia.

Depunerea filmului se realizează prin trimiterea unui fascicul de atomi/molecule pe substrat. Acest fascicul se obține prin evaporarea termică a materialului de interes, într-un creuzet prevăzut cu încălzire electrică,

asigurându-se în acest fel o direcționalitate bine definită a fascicului pe substratul de depunere. Procesul de depunere are loc în condiții de vid ultraînalt, la presiuni de ordinul a 10^{-10} mbar, cu scopul de a obține o puritate deosebită a materialului în filmul depus.

Instalația MBE și instalația SPM (plan apropiat), care este cuplată cu instalația MBE printr-un "transfer arm"

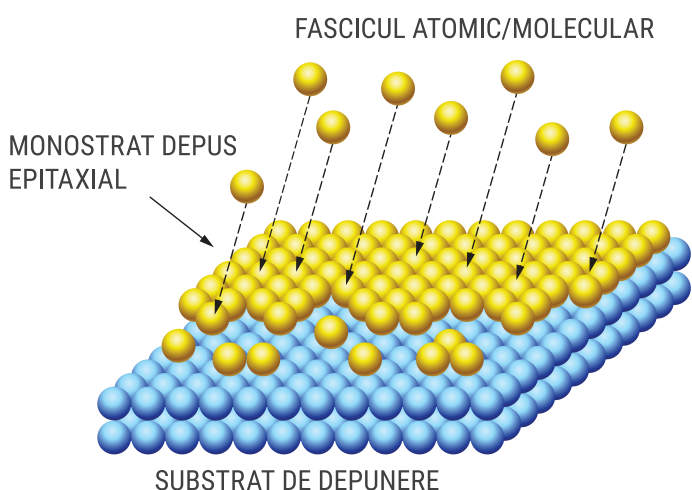


APLICAȚII

Domenii de aplicabilitate: cercetare-dezvoltare, electronică, optoelectronică, nanotehnologii

Sisteme: materialele ce se pot depune prin această tehnică sunt metale, semiconductori, și orice alte materiale anorganice și organice în stare solidă ce prezintă o rată de evaporare suficient de mare până la temperatura maximă de încălzire de aproximativ 1450°C

Industrii: dispozitive semiconductoare, telecomunicații, senzori, laseri

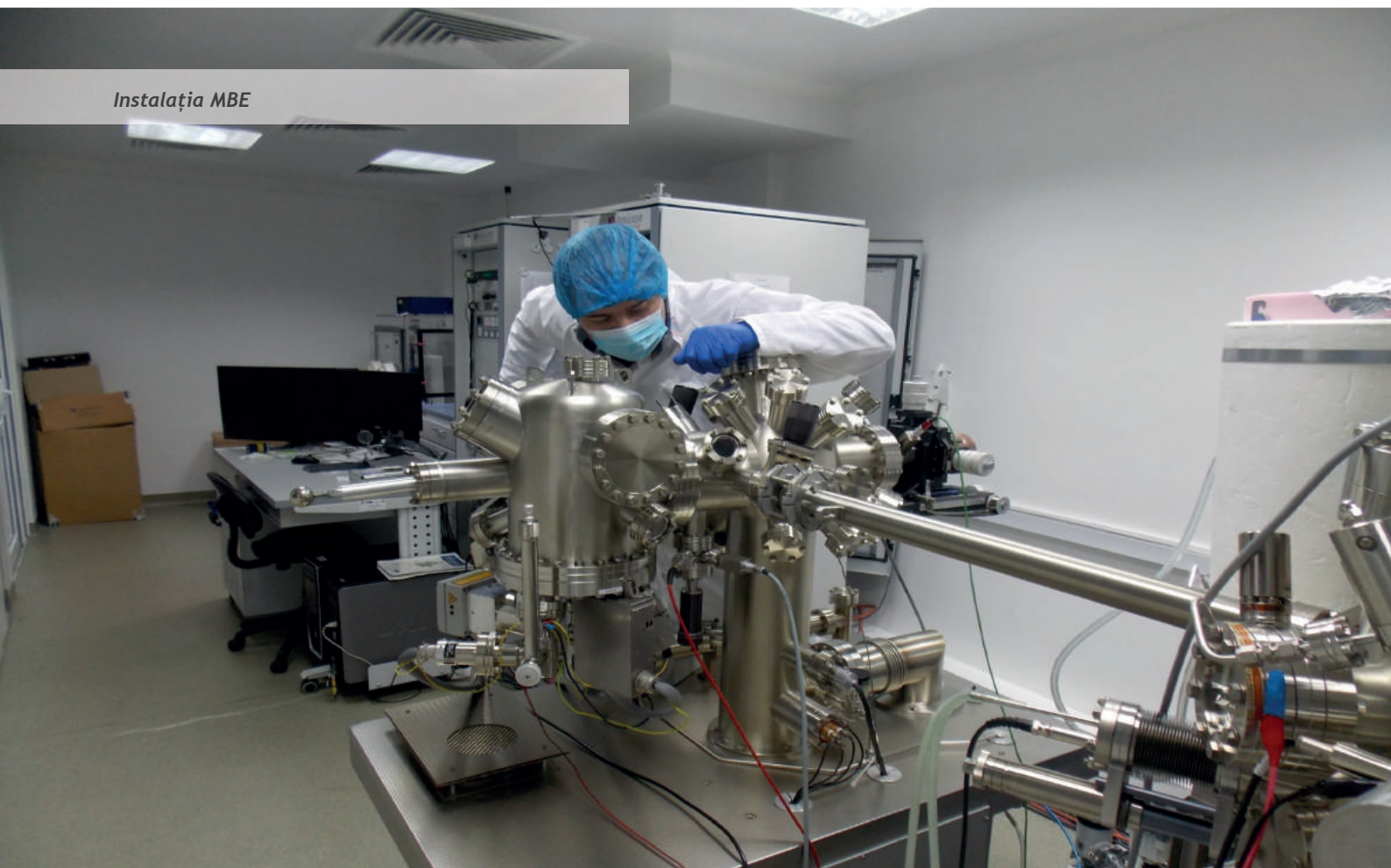


INFRASTRUCTURA

Departamentul de Fizică Moleculară și Biomoleculară a Institutului dispune de o instalație modernă, de epitaxie moleculară, ce a fost achiziționată în martie 2012 din Germania de la firma Omicron. Principalele caracteristici tehnice ale instalației sunt următoarele:

1. Incintă de vid-ultraînalt, la un nivel de 10^{-10} mbar, asigurat de un sistem de pompe care include o pompă turbomoleculară, o pompă ionică și o pompă de sublimare cu titan
2. Instalația este dotată cu patru celule de evaporare din care se pot evapora, simultan sau secvențial, diferite materiale prin încălzire până la temperaturi de 1450°C
3. Tun de electroni pentru monitorizarea, în timp real, a stării de cristalinitate a filmului depus
4. Monitor al presiunii fascicului atomic/molecular pentru controlul ratei de depunere a materialului pe substrat
5. Balanță de cuarț pentru monitorizarea grosimii filmului depus pe substrat
6. Temperatură controlabilă pentru suportul substratului de depunere, între temperatura azotului lichid, -196°C, și 827°C
7. Tun cu ioni de argon pentru curățarea substratului înainte de depunere sau pentru tratamentul filmului depus

Instalația MBE

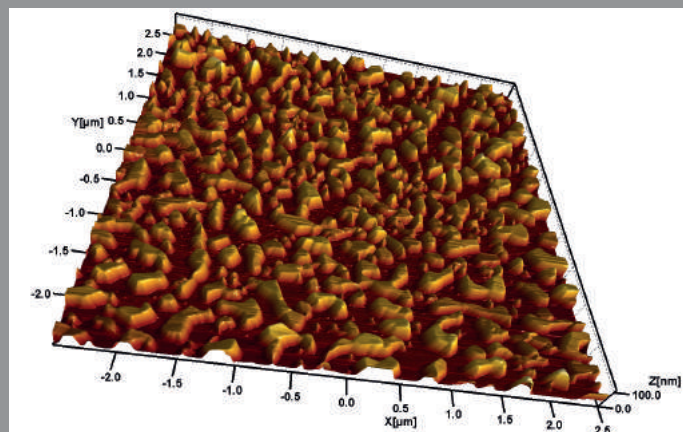


APLICAȚII UZUALE – EXEMPLE:

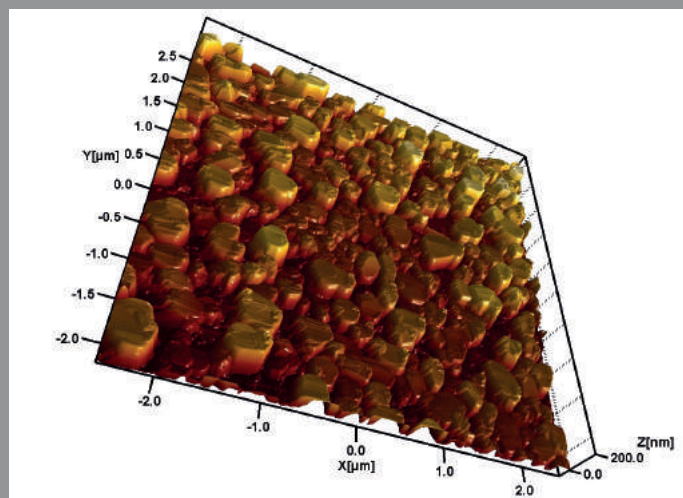
Realizarea de filme metalice, cristaline, cu structură insulară, pentru dispozitive plasmonice

Astfel de filme metalice se pot realiza pentru a fi folosite ca substrat în tehnica de detecție spectroscopică de tip SERS (Surface Enhanced Raman Spectroscopy). Aceasta este o alternativă modernă la tehnica Raman care oferă o sensibilitate crescută față de varianta clasică. De aceea, ea este deosebit de utilă atât pentru detecția prezenței unor substanțe chimice, chiar și la concentrații foarte mici, cât și la detecția unor microorganisme.

Grupul nostru de cercetare are experiență în realizarea de substrat SERS prin tehnica MBE. O realizare recentă este un film din aur cristalin, cu structură insulară, prezentat în figurile de mai jos. Acesta și-a dovedit utilitatea ca substrat de detecție SERS, oferind o eficiență cu 30% mai mare comparativ cu o probă comercială, în raport cu analitul Raman Cristal Violet.



Film de Au, cristalin, cu structură insulară (2.5 μm x 2.5 μm)



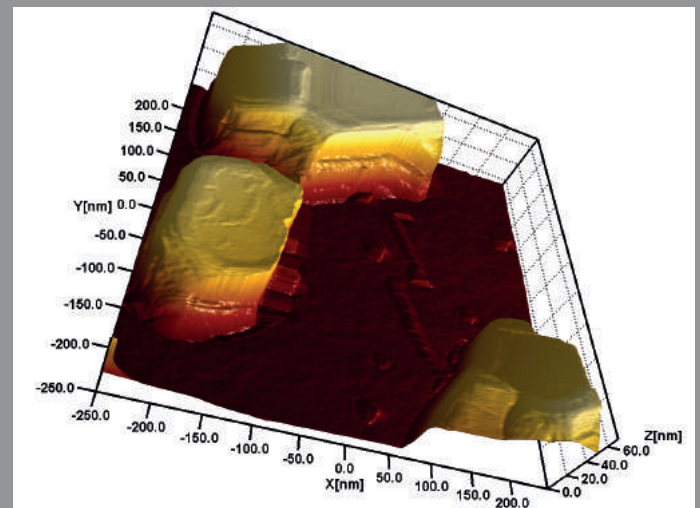
Imagine AFM în mod contact a unui strat de Au care a fost depus în MBE pe un suport de mică, substrat care a fost supus anterior unui tratament cu jet de ioni de Ar cu scopul decontaminării

Straturi subțiri conductoare și semiconductoare pentru componente și dispozitive electronice și optoelectronice

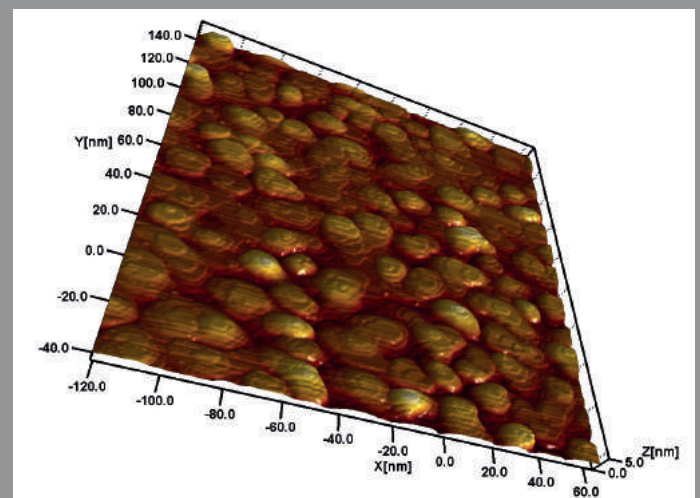
Astfel de structuri de straturi subțiri conductoare și semiconductoare sunt folosite pentru realizarea noii generații de componente și dispozitive electronice și optoelectronice, precum microprocesoare, circuite integrate, diode, tranzistori, diode laser, LED-uri. O gamă variată de astfel de produse sunt comercializate la nivel mondial de companii de notorietate, precum INTEL, AMD, IPG Photonics, Hamamatsu și altele.



Componente și dispozitive electronice și optoelectronice



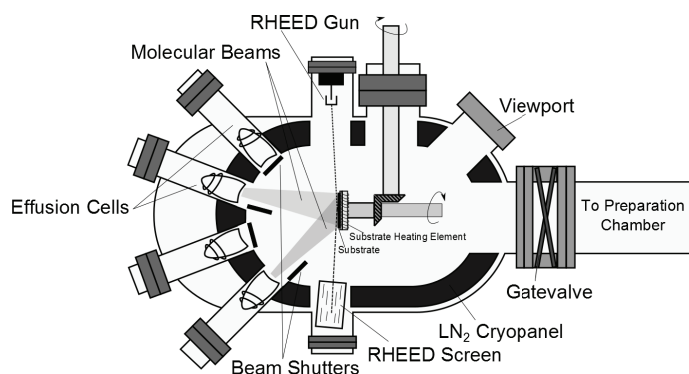
Film metallic, cristalin, cu structură insulară (detaliu 200 nm x 200 nm)



Imagine STM a unei depuneri de Au pe Si. În momentul depunerii, substratul de siliciu a fost menținut la o temperatură criogenică, apropiată de cea a azotului lichid

AVANTAJE

- ➔ **Diagnoză la fiecare etapă de fabricație.** Instalația de epitaxie moleculară este cuplată la o altă instalație de vid ultraînalt ce are facilități de microscopie de scanare de tip AFM și STM. Acest lucru permite atât caracterizarea topografiei substratului, cât și topografia filmelor depuse, imediat după realizarea acestora, fără ca proba să părăsească mediul de vid ultraînalt
- ➔ **Controlul temperaturii substratului.** Acest lucru permite asigurarea temperaturii necesare substratului în timpul depunerii, și efectuarea de tratamente termice asupra probei. Aceste tratamente termice se pot realiza atât anterior depunerii, pentru degazarea și curățarea pirolitică a substratului, cât și ulterior depunerii, de exemplu în vederea obținerii unor efecte dorite de micro-/nanostructurare a filmelor depuse
- ➔ **Tratament cu ioni de argon.** Echiparea instalației de epitaxie moleculară cu tunul de ioni de argon permite o curățare mai agresivă a substratului de depunere. Acest lucru este necesar atunci când există contaminanți care sunt puternic legați de substratul de depunere și care nu au putut fi îndepărtați prin metoda tradițională de sonicare în diverși solvenți chimici.



Schema de principiu pentru camera de depunere de filme epitaxiale în vid ultraînalt prin tehnica MBE – Molecular Beam Epitaxy

COSTURI ESTIMATIVE

Prețul pentru realizarea unei depuneri de strat subțire epitaxial începe de la 500 lei și poate crește în funcție de complexitatea procesului de fabricație dorit. Factorii care influențează prețul unui proces de depunere de straturi subțiri epitaxiale sunt următorii:

1. Costul materialului/materialelor de interes
2. Complexitatea procesului de curățare și de tratament a substratului de depunere, ce are loc înaintea de depunerea filmului de interes, dacă acest lucru este necesar
3. Numărul și grosimea straturilor care se doresc a fi depuse
4. Temperatura la care se menține substratul de depunere în timpul depunerii – o temperatură criogenică implică costuri suplimentare
5. Tratamente termice post-depunere
6. Imagistica topografiei stratului/straturilor depuse, prin microscopie de forță atomică sau prin microscopie de tunelare
7. Manopera, care include cheltuielile de personal și pe cele indirecte, asociate cu operațiunile de preparare a probei și de imagistică a acesteia

CONTACT



Dr. Radu Tiberiu BRĂTFĂLEAN
Cercetător științific II
Departamentul de Fizică Moleculară și Biomoleculară, B1.05
☎ (+4)0264-584037, int 169, 172
✉ radu.bratfalean@itim-cj.ro
🌐 www.itim-cj.ro



Dr. Daniel MARCONI
Cercetător științific III
Departamentul de Fizică Moleculară și Biomoleculară, B1.05
☎ (+4)0264-584037, int 217
✉ daniel.marconi@itim-cj.ro
🌐 www.itim-cj.ro



Vedere a instalației MBE dinspre partea opusă a instalației SPM (instalația SPM este în spatele instalației MBE)

Proiectul TTC-ITIM se implementează la Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Tehnologii Izotopice și Moleculare INCDTIM Cluj-Napoca, pe o durată de 60 de luni, începând cu data de 1 septembrie 2016.

Valoarea totală a proiectului este de 15.530.000 lei, din care 13.500.000 lei reprezintă asistența financiară nerambursabilă: 11.302.200 lei contribuția Uniunii Europene prin Fondul European de Dezvoltare Regională și 2.197.800 lei contribuția Guvernului României prin bugetul național.

Proiect cofinanțat din Fondul European de Dezvoltare Regională prin Programul Operațional Competitivitate 2014-2020

Titlul proiectului: Creșterea Capacității de Transfer Tehnologic și de
Cunoștințe a INCDTIM Cluj în Domeniul Bioeconomiei
TTC-ITIM

Cod SMIS2014+: 105533 **ID:** P_40_404

Contract: 18/01.09.2016

Beneficiar: Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Tehnologii
Izotopice și Moleculare
INCDTIM Cluj-Napoca

Axa Prioritară: Cercetare, dezvoltare tehnologică și inovare în sprijinul
competitivității economice și dezvoltării afacerilor

Tip proiect: Parteneriate pentru transfer de cunoștințe

Cod competiție: POC-A1-A1.2.3-G-2015

**Perioada de
implementare:** 01.09.2016 - 31.08.2021

Editor: Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Tehnologii
Izotopice și Moleculare INCDTIM Cluj-Napoca

Data publicării: Decembrie 2020

Contact: Dr. Claudiu Filip, Director proiect TTC-ITIM
Tel.: +40 264 58 40 37, int 186
E-mail: claudiu.filip@itim-cj.ro
<http://www.itim-cj.ro/poc/ttc>



INCDTIM
67-103 Donat, 400293 Cluj-Napoca, România
Tel.: +40 264 58 40 37, Fax: +40 264 42 00 42
E-mail: itim@itim-cj.ro, <http://www.itim-cj.ro>

Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României

*Pentru informații detaliate despre celelalte programe cofinanțate de Uniunea Europeană vă invităm să vizitați
www.fonduri-ue.ro*