



Василь Липовецький
виконавчий директор
Фундації імені професора
Олександра Смакули,
м. Тернопіль



Юрій Скоренький
канд. фіз.-мат. наук,
завідувач кафедри фізики
Тернопільського національного
технічного університету
ім. І. Пулюя,
м. Тернопіль



Василь Шендеровський
доктор фіз.-мат. наук,
професор,
пров. наук. співроб.
Інституту фізики НАН України,
м. Київ

УКРАЇНСЬКИЙ ГЕНІЙ У МАССАЧУСЕТСІ

ДО 120-РІЧЧЯ ВІД ДНЯ НАРОДЖЕННЯ ОЛЕКСАНДРА СМАКУЛИ

У сучасному світі, немислимому без засобів комунікації, яких годі було уявити два століття тому, буває важко прослідкувати розвиток технології від зародження ідеї та перших досліджень до впровадження та поширення, а також недвозначно встановити, кому належала та чи інша ідея, хто першим зробив те чи інше визначне відкриття. Проте історія зберігає імена багатьох вчених, досягнення яких закарбовані у золотому фонді наукових здобутків цивілізації. Серед них – імена наших співвітчизників.

Українець **Олександр Смакула** увійшов в історію завдяки своїм досягненням у царині фізики кристалів та прикладної оптики. Він народився на зламі епох, і доля зробила його учасником драматичних суспільних зрушень та революційних перетворень у науці. Смакула став співтворцем нових наукових напрямів – квантової фізики твердого тіла, твердотільної електроніки та оптоелектроніки, молекулярної біології, фізики тонких плівок. Йому належать важливі винаходи і праці в галузі оптики, метрології, технології нових матеріалів для електронної та оптичної техніки. Внесок вченого у науково-технічний прогрес визнано на світовому рівні – рішенням 30-ї сесії Генеральної конференції ЮНЕСКО оголосило 2000-й рік роком Олександра Смакули з нагоди 100-річчя від його народження, і 6–10 вересня 2000 року в Тернополі відбувся Другий міжнародний Смакуловий симпозиум, на який з'їхалися сотні вчених з усієї України та з-поза її меж. Перший Смакуловий симпозиум було проведено у Львівському національному університеті ім. Івана Франка 15–16 травня 1992 року за ініціативи професора **Ярослава Довгого**, якого згодом, у 1996 році, було обрано головою створеної тоді фундації Олександра Смакули. Відтоді ім'я Смакули почало повертатися на Батьківщину.

У науковому обігу є чимало понять, пов'язаних з іменем вченого: формула Смакули; противідбивний шар Смакули (просвітлення оптики, антирадарне покриття); прецизійний метод Смакули для визначення числа Авогадро; удосконалений Смакулою метод вирощування синтетичних монокристалів із розтопу; метод призматичного перфорування, вперше запропонований Смакулою для вивчення пластичних деформацій кристалів. При розгляді фотоперетворень у молекулах і кристалах стильбену за участі π -електронів спеціалісти застосовують відомий механізм, що має назву «*інверсія Смакули*». Серед матеріалів для інфрачервоної техніки добре відомий бромйодид талію, який вперше був синтезований та вивчений Смакулою [1].

Народився Олександр Смакула в селянській родині на Тернопільщині. Його рідне село Доброводи – велике і мальовниче – знаходиться в подільських Товтрах, які ще називають Медоборами. Про поселення Добра Вода вперше згадано в документах 1463 року. З трьох джерел, що їх називають «*безоднями*», витікає знаменита «*добра вода*». Село розкинулось на горбах та в ярах, назви яких промовляють самі за себе: Бабієва, Кицалова, Стасюкова та Смакулова гори, Музичкові, Олійовські рови.



Олександр Смакула (1935 рік)

Теплого вересневого дня, 9 вересня 1900 року, повертаючись із сусіднього села, на лісовій стежині *Марія Смакула* народила сина. Так у родині *Теодора Смакули* з'явився Олекса (Олександр) – майбутній видатний вчений. Він був у сім'ї другим сином (ще були старший брат Степан та молодші сестра Антоніна і брат Андрій). Саме з родинного гнізда, з саду під велетенською липою, де збиралася сусідня дітвора і уважно слухала пояснення маленького, кмітливого і дуже допитливого «вчителя» Олександра, почався його шлях у науку. Спочатку була сільська школа, потім – українська гімназія у Збаражі. Та розмірений плін життя був порушений Першою світовою війною. Державницькі сподівання багатьох патріотично налаштованих галичан покликали їх до лав Української Галицької Армії (УГА). Серед них заангажований словом *Шевченка* і *Франка* юний Олекса Смакула, який впродовж 1918–1920 років боронив незалежність України.

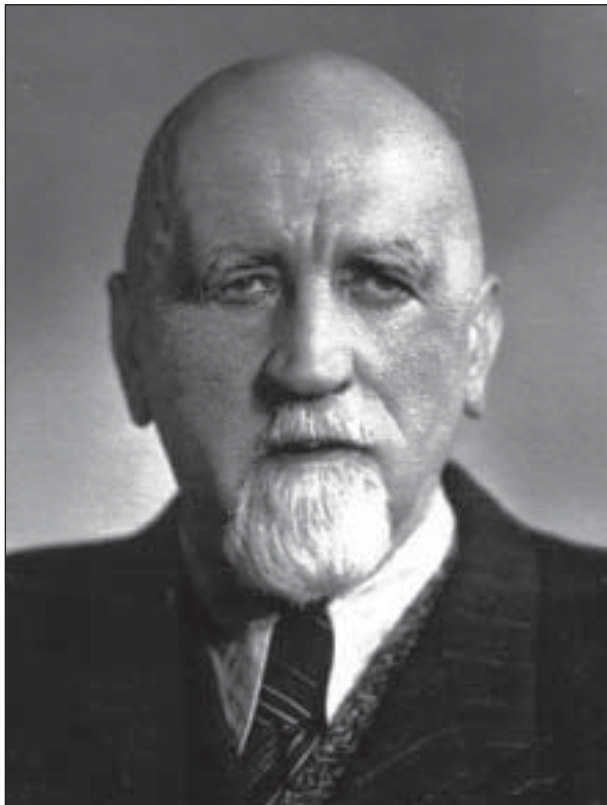
Потім поразки, епідемія тифу і сумне повернення додому. Шкільне навчання завершував у Тернопільській гімназії, яку закінчив з відзнакою у 1922 році. Усі оцінки у таблиці «дуже добре» (п'ять мов, фізика й математика) за винятком співу – «добре». На випускному письмовому екзамені, немов передчуваючи, що невдовзі його чекає далека дорога, О. Смакула з трьох тем обрав «Зносини України із Заходом Європи».

Здібний до природничих наук хлопець, незважаючи на скрутний час, за порадою вчителя – відомого українського математика *Мирона Зарицького* – подався до німецького міста Геттінгена в університет Георга-Августа, на п'ятдесят років прощаючись з рідним селом. У ті роки Геттінгенський університет був своєрідною Меккою для молодих науковців з усього світу. Там працювали славетні вчені: *Вернер Гайзенберг*, *Макс Борн*, *Роберт Поль*. Наукові дослідження Олександр Смакула розпочав ще в студентські роки, під керівництвом професора *Роберта Поля*. У грудні 1927 року Олександр складає докторський іспит і успішно захищає дисертацію на тему «Абсорбційні спектри лужно-галоїдних фосфорів, активованих металами – сріблом та міддю». Одночасно з науковою роботою Смакула відвідує семінари творців квантової механіки та активно використовує нові знання для з'ясування механізму впливу електромагнітного випромінювання на тверді тіла, пояснює природу радіаційного забарвлення кристалів і виводить математичне співвідношення для визначення концентрації центрів забарвлення в кристалах, відоме як «формула Смакули».

Потім був нетривалий період праці в Одеському університеті (1928–1929). Можливо, саме в цей період була спроба з боку ВУАН запросити О. Смакулу до праці в Інститут фізики, створений у Києві. На жаль, невідомо, з яких міркувань органи влади не дали дозволу на таке запрошення. Відчувши «опіку» органів, Смакула знову виїжджає до Німеччини, де працює науковим співробітником Фізичного інституту Геттінгенського університету, а



Камінь на місці хати родини Смакули



Професор Мирон Зарицький

пізніше – керівником оптичної лабораторії Інституту медичних досліджень у Гайдельберзі, де працював разом з майбутнім Нобелівським лауреатом **Ріхардом Куном**. Саме там О. Смакула стає визначним фахівцем з оптичних методів досліджень, вивчає стероїди, вітаміни, органічні кристали, за допомогою спектральних методів встановлює структури вітамінів (А, В₂, D), пояснює природу процесу трансформації кристалічних вуглеводів електричними збудженнями, який тепер називають «*інверсією Смакули*».

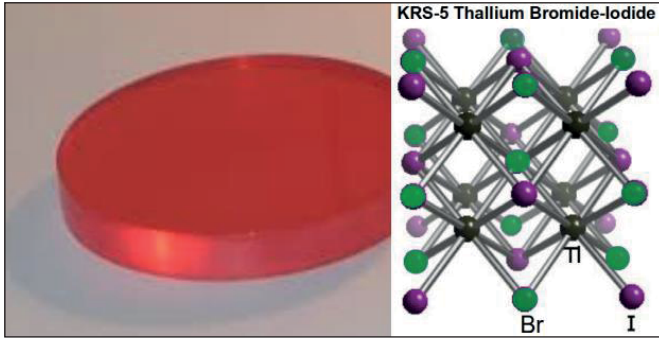
Ставши в 1934 році директором дослідної лабораторії у всесвітньо відомій фірмі Карла Цейса (Єна), він створює оптичні кристали фтористого літію і натрію, вперше синтезує бромід талію, який і сьогодні широко використовується у приладах нічного бачення. Саме у Єні він отримує перші в світі (1935 р.) патенти на спосіб поліпшення якості оптичних приладів, відомий тепер як «*просвітлення оптики*». Його винаходи спрямовані на підвищення пропускання світла в оптичних елементах за рахунок зменшення відбивання, на жировий захист покриттів та отримання міцних обмежувальних покриттів.

Через воєнне лихоліття ці видатні досягнення О. Смакули не були визнані впродовж довгого часу. Лише у 1938 році американські вчені **Кармівіт** та **Тейлор** створили (незалежно один від одного) подібні покриття. Тоді німецький патент №685767 було розсекречено, Смакула зміг опублікувати статті, в яких викладені фізичні принципи та технологічні деталі отримання не лише оригінального покриття скла плівкою флюориду кальцію чи флюориду магнію товщиною в чверть хвили зеленого світла, а також багатшарових ахроматичних покриттів. Проблема погіршення якості зображення через відбивання від поверхонь оптичних елементів вважалася фундаментальною проблемою, а хімічна модифікація поверхні, запропонована ще у 1896 році **Г.Д. Тейлором**, не давала тривалого ефекту.

Фірма Карл Цейс, яка донині є визнаним світовим лідером у виготовленні високоякісного оптичного обладнання для медичних застосувань, фотографії та кіновиробництва, вирощування кристалічних мікрочипів, серед найвизначніших своїх досягнень згадує створення противідбивних покриттів Олександром Смакулою та запуск ним технології вакуумного напилення, яка зробила можливим серійне виробництво високоякісних лінз. У своїх працях Смакула детально описав розроблені ним підходи та створені засоби, які пізніше перетворилися на технологічний стандарт галузі, розвинулися в сучасні методи створення багатшарових покриттів. Саме фізичний метод – метод вакуумного напилення, розроблений та запатентований Смакулою, – визначив напрямок, в якому технології розвиваються й сьогодні. Тому недоречним є намагання приписати винахід просвітлення оптики радянському хіміку **Івану Гребеницькому**. Значення винаходу Смакули не лише для науки та техніки, а також і для культури було стверджено присудженням йому престижної міжнародної премії Німецького фотографічного товариства у 1966 році, яку вручив тодішній міністр закордонних справ **Герхард Шрьодер**. Вченому належать також інші патенти в цій галузі, в тому числі і щодо нанесення покриттів змінної товщини, які дозволили ще більше покращити пропускну здатність лінз для світла різних довжин хвиль. Особливо важливим це було для розвитку лазерної техніки, яка з огляду на дуже високу густину потоку світлової енергії вимагала надзвичайно якісних оптичних елементів.



О. Смакула з дружиною Ерікою Бунде



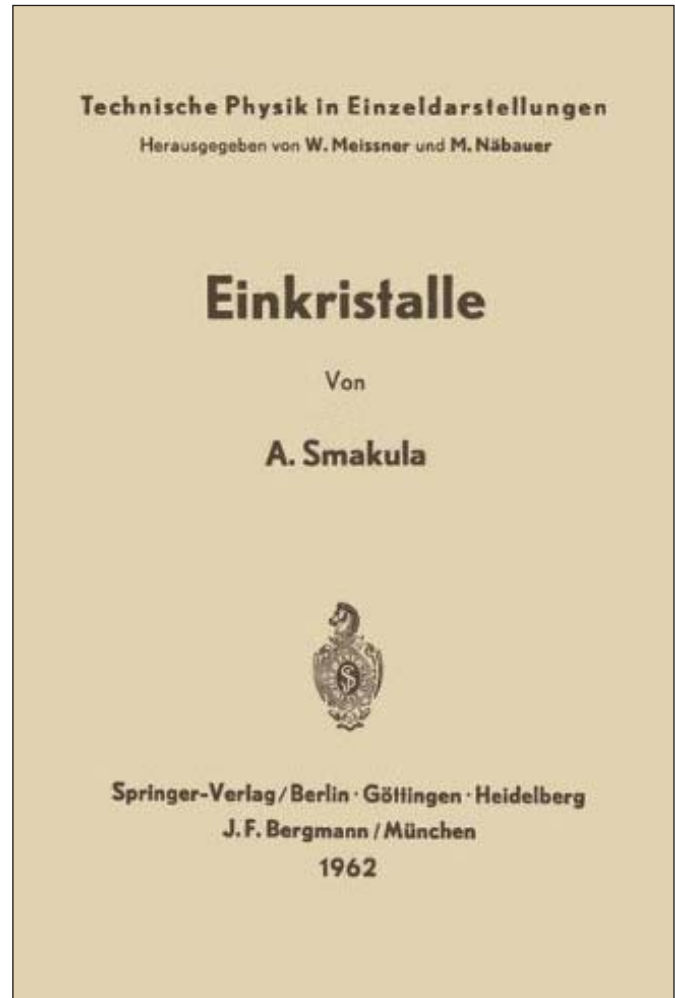
Бромідит талію – матеріал
для приладів нічного бачення



Наприкінці війни американські військові вивозять вченого разом з іншими видатними фізиками та інженерами до США, де О. Смакула розпочинає працювати у військовій лабораторії у форті Бельвуа (штат Вірджинія) на потреби військово-промислового комплексу, досліджуючи матеріали для інфрачервоної техніки. У 1951 році Смакулу запрошують на посаду професора Массачусетського технологічного інституту (MIT), в якому згодом він заснував і очолив лабораторію фізики кристалів.

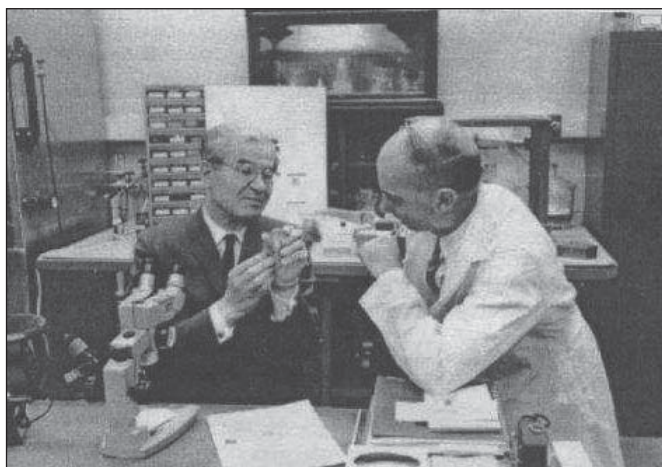
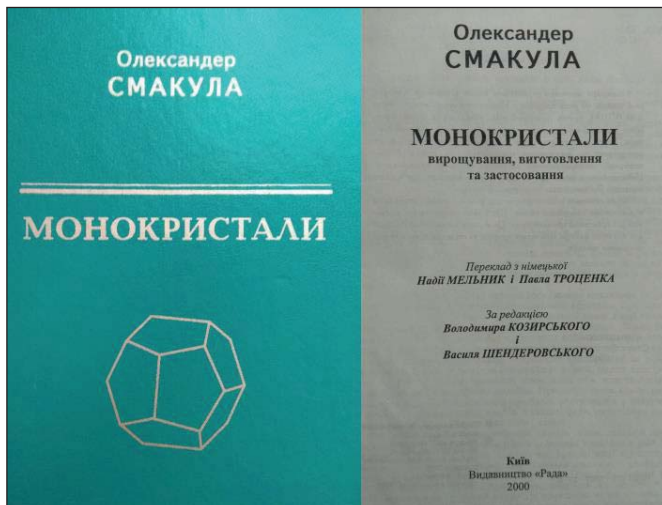


Массачусетський технологічний інститут, США



Титулка монографії
«Монокристали» (нім. м.)

Тут він почав займатися найактуальнішими проблемами твердотільної електроніки, дослідженням технології і властивостей електродіелектричних матеріалів і пристроїв, феромагнітних і п'єзоелектричних матеріалів, лазерів на рідкоземельних елементах, тонких плівок, нових нелінійних напівпровідникових кристалів, органічних та надпровідних структур. Зазначимо, що в MIT тоді працювали науковці світової слави, такі, як творець кібернетики **Норберт Вінер**, творець математичної теорії пересилання інформації **Клод Шеннон**, визначні фахівці з квантової механіки **Джон Слейтер**, з теорії інформації **Джеральд Віснер**, з комп'ютерної лінгвістики **Ноа Хомський** та багато інших. Саме в такій науковій атмосфері творив Олександр Смакула. Він винайшов і запровадив оригінальні теорії вирощування, очищення і дослідження кристалів, налагодив технологію синтетичних монокристалів для електронної техніки, дослідив неоднорідності у мішаних кристалах та монокристалах кремнію, дослідив зміни властивостей кристалів внаслідок впливу радіації та дефектів, створив наукову школу з кристалофізики. Тут він написав фундаментальну монографію «Монокристали: вирощування, виготовлення і застосування» обсягом більше 500 сторінок, яка вийшла 1962 року в Берліні у видавництві Шпрінгера. Свою цінність ця книга не втратила й сьогодні, особливо як посібник для студентів та молодих науковців. У 2000 році **Надія Мельник** і **Павло Троценко** здійснили її переклад українською. Книга вийшла у видавництві «Рада» за загальною редакцією **Володимира Козирського** та **Василя Шендеровського** [2].



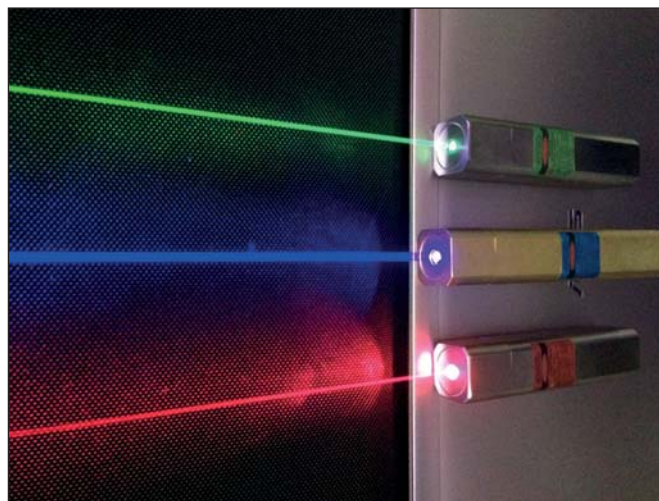
О. Смакула в лабораторії фізики кристалів, Массачусетський технологічний інститут

Наукові здобутки Олександра Смакули визнані у світі. Він був членом багатьох наукових товариств і академій, неодноразово відзначався міжнародними нагородами і преміями. Ще в 1930 році О. Смакула був обраний дійсним членом Наукового товариства імені Шевченка у Львові, а в 1964 році його обирають почесним членом Товариства Українських інженерів Америки. Олександр Смакула вбачав своїм обов'язком допомагати країнам торкнутися науки, збагатитися новими знаннями. У 1925–1928 рр. він публікує чимало науково-популярних статей українською мовою в газеті «Діло» (про атомістичну будову матерії), у журналі «Технічні вісти» (про застосування електромагнітних хвиль, радіоактивність, вдосконалення динамомашин, дослідження вітамінів), у збірнику Математично-природописно-лікарської секції НТШ (про вимірювання питомого опору повітря). Вже працюючи в МІТ, Смакула опікував молодих вчених українського походження, які там працювали, та став почесним головою Товариства українських інженерів Америки.

Обставини склалися так, що Смакула творче життя провів за кордоном, тому в нас донедавна про нього майже нічого не знали. В УРЕ та довіднику «Фізики», виданих у Києві, це ім'я не згадувалося. У той же час у подібних закордонних виданнях про нього писали, бо йому належать пріоритетні дослідження у багатьох галузях фізики. Якщо звернемося до Science Citation Index, то пересвідчимося, що до сьогодні на праці Смакули є багато авторитетних посилань. Це свідчить про винятково високий науковий рівень його робіт.

Внесок Олександра Смакули визначається не лише його науковим доробком. Він був прекрасним педагогом і багато уваги приділяв формуванню наукової школи. Серед його учнів – представники різних країн і народів. Ми мусимо вклонитися талантові Смакули, бо для технологій 21-го століття – нанотехнології, сенсорної техніки, адаптроніки, фотоніки, біоматеріалів, нейроінформатики – внесок нашого славного земляка величезний.

Прилади, до удосконалення яких причетний О. Смакула (автор відкриття – просвітлення оптики)



Лазери



Телескоп Хаббла



Фотоапарат



**Тернопільський центр інтерактивної науки
(вшанування О. Смакули, 2019 р.)**



Музей науки на ВДНГ в Києві.

**В. Шендеровський і В. Дунець біля стенду експозиції
про українських вчених, серед яких представлено
Олександра Смакулу**

Сьогодні зі спогадів вчених (професорів зі США *Л. С. Онишкевича, О. Біланюка*), які знали Олександра Смакулу і зустрічалися з ним на конференціях (професора *П. Баранського* з Києва), а також з листування (*В. Левицького*) постає образ ученого, який ніколи не забував рідної України. Його приїзд до рідного села відбувся 1972 року завдяки безпосередньому сприянню Президента Академії наук тодішнього Радянського Союзу академіка *М. Келдиша* (під час поїздки О. Смакули на міжнародну конференцію з кристалографії, яка відбувалася у Вірменії). Це була остання його зустріч з Батьківщиною, з рідними, земляками, з чудовими Медоборами, Смакуловою горою...

Помер учений 17 травня 1983 року і похований у місті Обурн, штат Массачусетс, США.

У Тернополі, в стінах Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, де Олександр Смакула побував під час короткого візиту на Батьківщину в 1972 році, а також у тернопільському Центрі інтерактивної науки стало доброю традицією святкувати день народження вченого.

Ці святкування є хорошою нагодою для школярів зустрітися з науковцями та почути від них не лише про видатного земляка та його винаходи, а також і про галузі науки, бурхливий розвиток яких не стався би без розквіту квантової фізики твердого тіла, фізики кристалів та

технічної оптики, де внесок О. Смакули є фундаментальним. Ані поліпшення нанометрової технології виготовлення мікропроцесорів, ані сучасна цифрова мікроскопія чи астрономія, ані технології мікро-електромеханічних (MEMS) та нано-електромеханічних (NEMS) пристроїв не були б можливі без досягнень з фізики кристалів та технічної оптики, які, безсумнівно, належать О. Смакулі.

Варто зазначити, що нині про наукові досягнення видатного вченого можна довідатися і в «Музеї науки» у павільйоні «Наука» на ВДНГ, створеного зусиллями Національного центру «Мала академія наук», очолюваної академіком НАН України *Станіславом Довгим* і його заступником *Оксеном Лісовим*. Музей налічує до 100 експонатів, які знайомлять відвідувачів з досягненнями світової науки та внеском у її розвиток вчених, народжених українською землею. Окрему експозицію (яку будуть періодично оновлювати) створено про видатних науковців та їхній внесок у світову наукову скарбівню. Серед представлених вчених (а їх четверо) є і Олександр Смакула – фізик, оптик, автор епохального відкриття просвітлення оптики, один з першопочатківців квантової хімії, розробник противідбивних шарів.

У довідниках та енциклопедіях можна знайти посилання на Смакулу як німецького чи американського вченого. Сам Смакула відповів на це в листі до свого брата Андрія в село Доброводи 25 вересня 1964 року так: «Я от уже понад сорок літ скитаюсь на чужині, але своєї Батьківщини не забув і повік не забуду». І ми, українці, не маємо права забувати славних синів України. ■



**Пам'ятник О. Смакулі в Доброводах
(скульптор – Олесь Маляр)**

Література

1. О. Смакула. Наукові праці. Упор.: Я. Довгий, В. Липовецький. Т. 1. Тернопіль, 2000. Фонд Олександра Смакули. 404 с.
2. О. Смакула. Монокристали. За ред. В. Козирського, В. Шендеровського. Пер. з нім. Н. Мельник і П. Троценка. К.: «Рада», 2000. 430 с.