

ІНТЕГРУЮЧА РОЛЬ ЕКОЛОГІЧНИХ ЗАКОНІВ І ХАРАКТЕРИСТИК ПРИ ВИВЧЕННІ ЗАГАЛЬНОТЕОРЕТИЧНИХ І ПРОФЕСІЙНИХ НАВЧАЛЬНИХ ДИСЦИПЛІН

Розглядаються шляхи підвищення ефективності підготовки у вищих навчальних закладах фахівців-екологів через "екологізацію" процесу навчання, основою якої є чітке визначення місця екології в системі сучасних наук. Обґрунтована необхідність диференційного підходу до вагомості окремих розділів навчальних дисциплін. Показано принципово важливе значення екологічних законів і закономірностей та характеристик об'єктів загальнотеоретичних і професійних навчальних дисциплін.

Специфічною особливістю навчального плану студентів бакалаврату з напрямку 0708 "Екологія" є велика кількість навчальних дисциплін, які охоплюють практично увесь діапазон наукової і практичної діяльності суспільства.

Внаслідок цього на вивчення кожної з дисциплін відводиться невеликий обсяг навчального часу — значно менший, ніж у студентів вузької професійної орієнтації. І перед лектором постає проблема, як викласти предмет за скорочений час, щоб забезпечити необхідний обсяг і рівень знань предмета. Практично це зводиться до вибору одного з трьох можливих варіантів:

- викладати дисципліну в повному обсязі, але в спрощеному вигляді, переважно в описовому;
- викладати дисципліну на високому теоретичному рівні, але не в повному обсязі, передбачаючи вивчення деяких розділів студентами самостійно поза аудиторією;
- обмежити обсяг дисципліни розділами, які на погляд викладача найбільше відповідають потребам майбутньої спеціальності.

Перший варіант не можна вважати допустимим взагалі у вищому навчальному закладі і зокрема тому, що він не забезпечує необхідної теоретичної підготовки бакалавра як фахівця чи майбутнього випускника вищого рівня — магістра або спеціаліста.

Другий варіант теж неприйнятний внаслідок незапланованого (тобто недопустимого) перевантаження студентів позааудиторними заняттями і значним зниженням якості засвоєння дисципліни внаслідок як зниження працездатності, так і порушення технології навчання.

При виборі третього варіанту все залежить від суб'єктивної оцінки викладачем вагомості окремих розділів дисципліни та вимог до знань та умінь бакалавра екології. Останні містяться в державних нормативних документах у загальному вигляді і допускають широке тлумачення.

У такій ситуації вкрай актуальним стає завдання пошуку раціонального способу вивчення навчальних дисциплін студентами-екологами або, якщо можна так висловитись, "екологізація" навчальних

дисциплін. "Екологізація" полягає в диференціації дисципліни як за обсягом вивчення, так і за змістом окремих її розділів.

В основу "екологізації" покладемо вимоги до знань та умінь бакалавра екології, які базуються на понятті екології як науки, її місці серед традиційних наук [1, 2].

На рис. 1 у вигляді обсягу циліндра представлена вся сукупність явищ, властивостей, процесів, показників, які характеризують матеріальний світ і культурно-соціальну сферу людства і є об'єктами вивчення загальнолюдської науки. Цей обсяг розподілено на сектори між сучасними (назвемо їх традиційними) науками — хімією, фізикою, географією, біологією та ін. Залежно від масштабу об'єкта досліджень (рівня організації матерії) у кожній науці можна встановити кілька рівнів — макрорівень (молекула, атом і його складові, клітина, кристал тощо), рівень цілого (організм, речовина, машина тощо), рівень угруповань (популяція,

регіон, нація, підприємство тощо) та глобальний рівень (вид, природна сфера, техносфера тощо).

Метою кожної традиційної науки є вивчення відповідного сектора людського довкілля, встановлення законів, закономірностей, правил з метою подальшого використання. Досягнення сучасної науки різноманітні і вирізняються обсягом пізнання як по секторах, так і по рівнях.

Екологія посідає особливе місце серед сучасних наук як за метою, так і за засобами досягнення мети (методологією). Екологія здебільшого використовує досягнення традиційних наук, ніж самостійно вивчає природу з метою отримання даних первинних спостережень. Головне в екології — узагальнення матеріалів традиційних наук з метою отримання нового наукового продукту комплексного характеру. Практична мета екології значно ширша за мету будь-якої традиційної науки, а саме — вдосконалення взаємовідносин між людьми і природою, обґрунтування шляху стійкого розвитку біосфери Землі і людства, як частини біосфери.

Інтегруюча роль екології не означає охоплення всього обсягу циліндра масиву наук. Її місце визначається необхідністю отримання продукту кожної з традиційних наук в узагальненому вигляді і інтегрування цих матеріалів з подальшою обробкою. Це місце на рис. 1 визначено у вигляді центрального циліндра, який не охоплює мікрорівень, що відповідає історичному визначенню поняття екології, яке поділяє більшість сучасних екологів. Внаслідок центрального місцезнаходження екологія охоплює певну частину усіх традиційних наук, залишаючи недоторканими мікрорівень і більшу частину масиву традиційних наук на рівнях цілого, угруповання та глобальному. Це — зона діяльності представників традиційних наук. У межах центрального циліндра розміщено масив інтересів вчених-екологів, які співпрацюють з представниками відповідних галузевих наук. Необхідна інформація надходить з секторів традиційних наук у зону Е у вигляді часткових законів та характеристик об'єктів — біологічних характеристик для об'єктів живої природи і екологічних характеристик — для небіотичних об'єктів. Характеристикою є графічне чи аналітичне зображення залежності показника чи властивості об'єкта від показників зовнішнього впливу. В якості прикладу пошлемося на працю [3], де наведена залежність концентрації метаногенних бактерій в жиромісних стічних водах від наявності тривалентного заліза та часу обробки. Використання поняття "характеристика" дозволяє чітко провести межу між традиційною наукою і екологією. Якщо внутрішні особливості об'єкта вивчає відповідна традиційна наука, то для екологів цей об'єкт — "чорний ящик", властивості якого відображені у вигляді характеристик. Що відбувається в "чорному ящику", еколога не цікавить. Характеристика

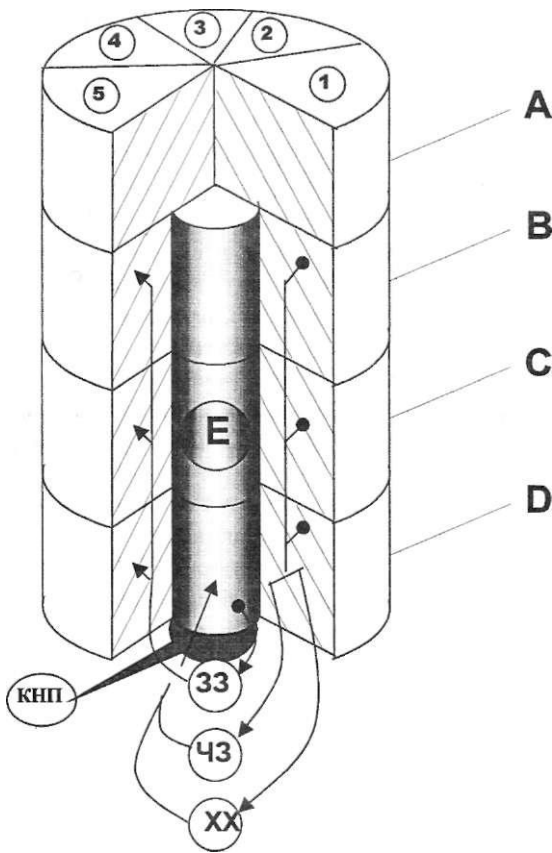


Рис. 1. Місце екології в масиві наук.

Рівні організації матерії: А — мікрорівень; В — організми, речовини, машини; С — популяції, утворення; D — види, спільноти.

Традиційні науки — 1, 2, 3, 4, 5; Е — екологія; Х — характеристика; 33 — загальний закон (науковий продукт екології); 43 — частковий закон; КНП — комплексний науковий продукт.

дає повну інформацію про реакцію об'єкта на зміну зовнішнього впливу за схемою: дія (прямий зв'язок) —> реакція (зворотний зв'язок).

Роль екології не обмежується одностороннім споживанням продукту традиційних наук. Існує і зворотний зв'язок у вигляді наукового замовлення на поглиблення чи розширення досліджень у певній галузі чи з певного питання, відставання в яких не дають змоги зробити повноцінне узагальнення. Інтегруюча і провідна роль екології визначається також її науковим узагальнювальним значенням: зіставляючи і аналізуючи досягнення традиційних наук, вона дозволяє людству поповнювати знання про загальнопланетарні закономірності і закони. Відомі закони збереження матерії і енергії стають частковими проявами загального закону незмінності (збереження) у разі виявлення явища збереження інформації. Закон трофічної піраміди у біології і другий закон термодинаміки у фізиці й технічних науках при підтвердженні в інших науках дають підстави говорити про загальний закон неминучості втрат у процесі перетворень. Логістичний закономірності розвитку популяції і мутантії іст. у біології знаходяться аналогії в економіці, розвитку техніки, історії суспільства, що дає підстави сподіватися на існування загального закону, який можна назвати законом логістично-біфуркаційного розвитку.

Взаємодія між екологією та традиційними науками яскраво ілюструється прикладами масових практичних задач з визначення гранично припустимих концентрацій шкідливих скидів (ГПС) та викидів (ГПВ) в екосистемах різного рівня. Розглянемо розв'язання такої задачі на прикладі водного басейну (рис. 2).

Найпростіша локальна екосистема водного басейну має три складові, вивчення властивості кожної з яких вивчає одна з традиційних наук — гідрологія, іхтіологія і технічні науки.

Іхтіологія встановлює вплив якості води на головні показники риби — масу, розміри, розмноження, що узагальнюється у вигляді біологічних характеристик риби:

$$\begin{aligned} \text{Пр}^1 &= f^1(z^1, z^2, \dots, z^k); \\ \text{Пр}^2 &= f^2(z^1, z^2, \dots, z^k); \\ \text{Пр}^3 &= f^3(z^1, z^2, \dots, z^k), \text{ де} \end{aligned}$$

Пр — показник риби; 3 — вміст забруднювача у воді.

Гідрологи визначають закономірності розповсюдження забруднювачів у водному середовищі залежно від гідрологічних особливостей басейну та властивостей забруднювачів у вигляді екологічних характеристик:

$$\begin{aligned} z^1 &= f^1(x, y, z, \tau, v, d, \rho, c^1, K^1); \\ z^2 &= f^2(x, y, z, \tau, v, d, \rho, c_2, K_2); \end{aligned}$$

$$z^k = K(x, y, z, \tau, v, d, \rho, c^k, K_k), \text{ де}$$

x, y, z — координати у водному середовищі; τ — час; v — швидкість течії води; d, ρ, c — розміри часток, густина і стійкість забруднювача; K — кількість скиду забруднювача від джерела забруднення.

Представники відповідної технічної галузі встановлюють вплив конструктивних, технологічних й експлуатаційних особливостей джерела скиду забруднень у воду на кількість скиду у вигляді екологічних характеристик:

$$\begin{aligned} K^1 &= f^1(O, B, R, \tau); \\ K^2 &= f^2(O, B, R, \tau); \end{aligned}$$

$$K_k = f_k(O, B, R, \tau), \text{ де}$$

O — особливості конструкцій; B — технологічні властивості; R — режим експлуатації.

Для встановлення вказаних груп характеристик потрібні ґрунтовні знання в трьох різних сферах людських знань, і вони мусять досліджуватися відповідними науками. Участь екологів у цих дослідках можлива, але не обов'язкова. Екологи як споживачі можуть замовляти зручну для них форму представлення характеристик або конструювати характеристики, використовуючи первинні матеріали вузькофахових досліджень.

З поміж усіх вказаних груп вчених тільки екологи можуть визначити умови надійного існування екосистеми, тобто встановити обсяг скиду забруднень, при якому можливо забезпечити функціонування підприємства-забруднювача і гарантувати життєдіяльність мешканців водного басейну (такими умовами є $K_1 < \text{ГПВ}$; $K_2 < \text{ГПВ}^2$; ... $K_k < \text{ГПВ}^k$). Це і є завданням екологів.

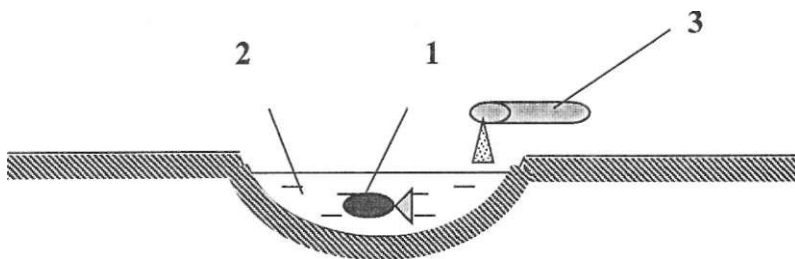


Рис. 2. Схема екосистеми водного басейну:

1 — гідробіота (риба); 2 — вода; 3 — джерело скиду забруднення.

Аналогічні проблеми постійно постають перед наукою і практикою при вирішенні питань ризику та безпеки територій, акваторій, підприємств тощо. В масштабі планети — це завдання забезпечення сталого (тобто безпечного) розвитку людства. Такі комплексні завдання не можуть вирішуватись без інтегрування досягнень традиційних наук вченими і практиками широкого профілю, якими є екологи.

Враховуючи сказане про функції еколога, доходить висновку, що масив знань фахівця-еколога мусить бути дещо більшим, ніж масив екології як науки за рахунок прилеглих до кордону циліндра **E** розділів традиційних наук та охоплення невеликої частини знань на рівні мікросвіту (рис. 3).

В цілому обсяг знань, необхідних бакалавру екології, ділиться на три частини. Розділи навчальної дисципліни, в яких розглядаються проблеми мікросвіту, вивчаються в скороченому обсязі на ознайомлювальному рівні. Розділи, присвячені вивченню об'єктів — цілого чи угруповань, чи множин на глобальному рівні, — розглядаються більш ретельно. Аналізуються особливості будови, внутрішні процеси і зв'язки. Найбільша увага в навчальній дисципліні приділяється властивостям, показникам і характеристикам об'єктів відповідної науки, а також її закономірностям та частковим законам. Ця частина дисципліни викладається на найвищому теоретичному рівні з чисельними прикладами по конкретних об'єктах.

Диференційний підхід до вивчення дисциплін

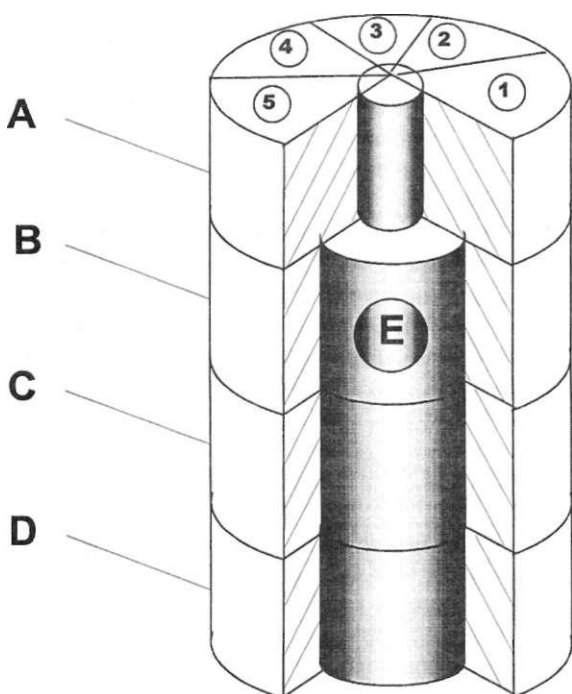


Рис. 3. Місце вимог до знань еколога в масиві людських знань: А, В, С, D — див. рис. 1; 1, 2, 3, 4, 5 — масиви знань традиційних наук; Е — знання еколога.

традиційних наук дозволяє лектору у відведений короткий час ґрунтовно теоретично і практично підготувати студентів.

Комплексність (всєбічність, симетричність) знань бакалавра-еколога забезпечують йому велетенські переваги перед бакалаврами вузького напрямку підготовки. Річ у тім, що в процесі практичної діяльності перед фахівцем ставлять різноманітні завдання. Молодий фахівець, так само як і досвідчений працівник повинен весь час адаптуватися до конкретних вимог практичних завдань. Екологу значно простіше пристосуватися до вимог конкретного підприємства чи установи, бо він має загальне уявлення по всіх напрямках наукової і практичної діяльності і ґрунтовну підготовку з комплексних (стикових) питань більшості.

Те ж саме стосується і подальшого навчання бакалавра з метою отримання диплома магістра чи спеціаліста з екології. Він підготовлений до сприйняття нової інформації у будь-якому напрямі — від практичної агро- (техно) екології до теоретичної біології. Фундамент дає змогу добудовування в усі боки, як це показано на рис. 4 для варіанта підготовки спеціаліста агроеколога.

І на завершення розглянемо питання про науково-методичне забезпечення процесу підготовки бакалаврів екології. Аналіз рекомендованих підручників, посібників, методичних розробок показує, що навчальна література як з фундаментальних наук, так і з професійних дисциплін не має потрібної диференціації матеріалу, що затру днює їх викорис-

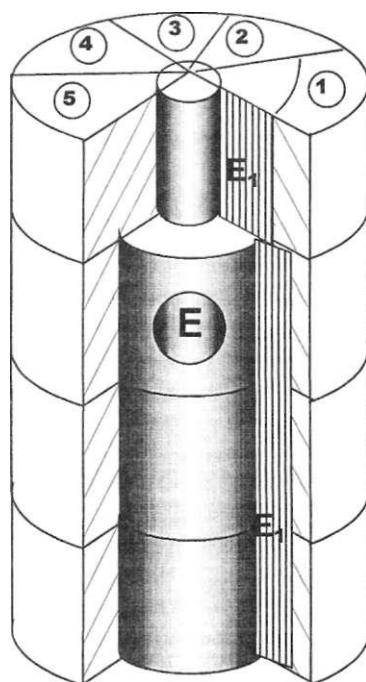


Рис. 4. Знання та уміння спеціаліста-еколога за спеціалізацією агроекологія: 1 — сільськогосподарські науки; Е₁ — дисципліни спеціалізації; інші позначення, як на рис. 1.

тання студентами-екологами. Тому актуальною є проблема підготовки навчальних програм, підручників, посібників з усіх дисциплін навчального плану напряму 07.08. У цих розробках, крім вказаної диференціації, треба зробити ще один наголос "екологізації" — часткові закони і закономірності,

як правило, є проявами загальних законів природи. Підкреслення цього аспекту при вивченні будь-якої традиційної науки акцентує увагу студента на взаємозв'язок і взаємовплив різних наук, на єдність матеріального світу, що повинно бути головним мотивом у діяльності еколога.

1. Добровольський В. В. Екологія, неосферологія, неоекологія... Що далі? // Наук, записки НаУКМА.— 2000.— Т. 18, ч. 2,— С. 306—310.
2. Добровольський В. В. Екологія: мета, межі, зв'язки науки //

- Наукові праці МФ НаУКМА.— 2000.— Т. IV.— С. 11—14.
3. Карпенко В. І. та ін. Вплив іонів заліза на метанове збродування жирівмісних стічних вод // Наук, записки НаУКМА.— 2000.— Т. 18, ч. 2.— С. 313—316.

Dobrovolskiy V. V.

INTEGRAL ROLE OF ECOLOGICAL LAWS AND CHARACTERISTIC IN THE WAY OF SCHOOLING OF ALL-THEORETIC AND PROFESSIONAL SCHOOL DISCIPLINES

The ways of increasing the efficiency of grounding of specialists of the environmental science in High schools at the expense of "ecologicalisation" of the education process, the base of which is clear definition of the place of ecology in modern science's system. Principally important role of ecological laws and characteristic's of the objects of all-known and professional disciplines has been shown.