

ФОРМУВАННЯ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ МАТЕМАТИЧНОЇ КОМПЕТЕНЦІЇ ОРГАНІЗАТОРІВ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

Постановка проблеми. Складні і суперечливі зміни, що відбулися в Україні за останні роки, вплинули на всі інститути життя суспільства та зажадали переосмислення якості професійної підготовки, у тому числі й фахівців-екологів.

У Освітньо-кваліфікаційній характеристиці (ОКХ) бакалавра за напрямом підготовки 040106 – «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування», галузі знань 0401 – «Природничі науки», кваліфікації організатор природокористування [1], підкреслюється, що випускник ВНЗ повинен:

– уміти використовувати математичні та комп'ютерні технології для обробки експериментальних даних, екологічно значущої інформації для природоохоронної діяльності;

– здійснювати проектно-аналітичну та експертно-консультативну діяльність;

– будувати і використовувати математичні моделі для опису і прогнозування екологічних явищ і процесів.

При формуванні цих навичок важливу роль відіграють сформовані у фахівця в період навчання у ВНЗ наукові вміння застосовувати математичний апарат для вирішення наукових теоретичних та прикладних задач.

Постановка завдання. Мета роботи – дослідження проблеми формування НДМК організаторів природокористування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання професійної підготовки екологів у вищих навчальних закладах (ВНЗ) відображено в працях Л. І. Будник, Ю. А. Комісарова, Н. П. Тарасової. Теоретичні основи дослідження діяльності екологів у сучасному суспільстві представлені в працях В. М. Захарова, П. Д. Саркісова, В. Д. Федорова. У роботах Р. А. Блохіної, Г. С. Жукової, Ю. М. Калягіна розглянута проблема професійно-орієнтованої математичної підготовки фахівців різного профілю.

Аналіз наукових праць вітчизняних і зарубіжних науковців дає підстави зробити висновок, що в сучасний період недостатньо уваги приділяється процесу формування науково-дослідної математичної компетенції (НДМК) екологів з урахуванням особливостей використання математичних технологій у природоохоронній діяльності.

Виклад основного матеріалу. На сучасному етапі розвитку цивілізації очевидна відсутність рівноваги в системі «людина – природа – суспільство»: зростає забруднення природного середовища, посилюється деградація біосфери.

В екологічній науці умовно можна виділити три основні частини: емпірична (містить фактичні відомості, отримані в експериментах і спостереженнях, їх первинна систематизація); теоретична (розвиває основні концепції, що дозволяють об'єднати і пояснити з єдиних позицій емпіричні закономірності і явища); математична (конструює наукові математичні моделі, необхідні для перевірки основних теоретичних концепцій, надає методи обробки експериментальних даних і планування експериментів і спостережень).

У ході дослідження проведено аналіз кваліфікаційних вимог відповідно до Національного класифікатора України [7] кваліфікації «Організатор природокористування» (№ 3439), з узагальненим об'єктом діяльності організації заходів, спрямованих на забезпечення збалансованого природокористування та захист довкілля від надмірних антропогенних навантажень. Цей фахівець може посідати такі посади: організатор природокористування, інспектор з охорони природи, інспектор державний із техногенного та екологічного нагляду; інспектор з охорони природно-заповідного фонду; інспектор із використання водних ресурсів; технік-еколог; інспектор державний; стажист-дослідник.

На основі аналізу специфіки професійної наукової діяльності організаторів

природокористування виділені групи професійно-важливих якостей фахівця:

- соціальні (ініціативність, громадянськість, моральність, відповідальність);
- інтелектуальні (ерудованість, сформованість професійного інтелекту, екоцентричність світогляду);
- науково-інформаційні (наукова, інформаційна і самоосвітня культура особистості; здатність до аналізу, систематизації, оцінки екологічної, наукової інформації);
- професійно-акмеологічні (здатність на основі професійної рефлексії систематично розробляти і реалізовувати наукові програми науково-особистісного саморозвитку).

Відповідно до Європейських рамкових настанов парламенту й Ради Європи (2006 р.), окреслено ключові компетенції організаторів природокористування, як комбінацію професійних екологічних знань, навичок та взаємин певного сенсу, до яких відносять математичну й комп'ютерну грамотність та компетенції в науці і технологіях.

Формування досвіду науково-дослідної діяльності здійснюється протягом усього періоду навчання. У зв'язку з цим ми визнали доцільним виділити три етапи формування НДМК студентів: науково-орієнтовний, практико-діяльнісний та світоглядний. Науково-орієнтовний етап пов'язаний із формуванням цілісних уявлень про сутність наукової діяльності та її функцій, знайомство з базовими дослідними еколого-математичними вміннями. Практико-діяльнісний етап орієнтований на відтворення методології наукового пошуку в ході самостійних досліджень. Цей рівень припускає володіння основними базовими дослідними екологічними та математичними вміннями. Світоглядний етап формування НДМК пов'язаний з освоєнням студентами методології наукового пошуку. Результатом даного етапу є сформовані світоглядні ідеї, судження і узагальнення, що відображають розуміння причинно-наслідних зв'язків ефективності дослідницької екологічної діяльності і своєї ролі в її розвитку.

Розглянемо поняття, які використовувалися в дослідженні: «компетентність», «математична компетентність», «науково-дослідна діяльність».

На думку А. Хуторського, «...компетентність – це володіння людиною відповідною компетенцією, яка включає її особистісне ставлення до цієї компетенції й предмету діяльності» [1, с. 60].

Відповідно до трактування В. Ягупова та В. Свистун, компетентність – це «...підготовленість до здійснення певної професійної діяльності та наявність професійно-важливих якостей фахівця, які сприяють цій діяльності» [2, с. 6].

Смагіна Т. зазначає, що «...компетентність включає не лише професійні знання, навички та досвід, але й здатність ефективно використовувати їх у науковій професійній діяльності» [3, с. 138-142].

Узагальнення вітчизняних і зарубіжних досліджень сутності компетентності привело до такого розуміння цього терміна: компетентність – інтегральна характеристика особистості, яка визначає її здатність вирішувати проблеми та типові завдання, що виникають у реальних життєвих ситуаціях, у різних сферах діяльності на основі використання знань, навчального й життєвого досвіду та відповідно до засвоєної системи цінностей.

Під математичною компетентністю розуміють «...уміння бачити та застосовувати математику в реальному житті, розуміти зміст і метод математичного моделювання, вміння будувати математичну модель, досліджувати її методами математики, інтерпретувати отримані результати, оцінювати похибку обчислень» [4, с. 5]. Таким чином, математична компетентність – це формування системи відповідних математичних знань, навичок, досвіду, здібностей і ставлення (відношення), яке дає змогу обґрунтовано застосовувати математичні знання в науковій та професійній екологічній діяльності.

За визначенням О. Микитюк [4], науково-дослідна діяльність студентів – «...складова професійної підготовки, що передбачає навчання студентів методології і методики дослідження, а також систематичну участь у дослідницькій діяльності, озброєння технологіями і вміннями творчого підходу до дослідження певних наукових проблем».

Під терміном науково-дослідна діяльність ми розуміємо наукову діяльність студентів

як процес професійного становлення особистості майбутнього організатора природокористування, що розвиває здібності до наукового дослідження, самостійності, ініціативи в навчанні, умінь і навичок індивідуального й колективного розв'язання професійних екологічних завдань.

Проведений категоріальний аналіз понять «компетентність», «науково-дослідна діяльність» і «математична компетентність» дозволив сформулювати таке базове визначення дослідження: науково-дослідна математична компетентність організатора природокористування – це системно-особистісне утворення фахівця, що відображає єдність його наукової теоретичної та прикладної підготовки і практичної здатності застосовувати математичний інструментарій для вирішення завдань природоохоронної діяльності.

НДМК характеризує, з одного боку, результат системної науково-прикладної підготовки спеціалістів, а з іншого – розвинені професійно-важливі якості, які забезпечують ефективність реалізації професійних наукових функцій еколога у відповідності до норм природоохоронної діяльності.

Структурними компонентами даної компетентності є: гностичний (системне світогляд і модельне мислення, комплексність освоєння системи конкретно-предметних знань); аксіологічний (домінуючі екоцентричні мотиваційні установки у ставленні до природи, система професійно-особистісних цінностей, освоєння норм професійної етики); процесуально-технологічний (інформаційна забезпеченість екологічної та природоохоронної діяльності на основі прикладних математичних технологій).

В ОКХ організатора природокористування [1] до загальнонаукових компетенцій відносять базові знання фундаментальних розділів математики обсягом, що необхідні для володіння: математичним апаратом відповідної галузі знань; використання математичних методів з обраної професії; сучасними методами обробки екологічної інформації та математичного моделювання; оцінки стану природних об'єктів за результатами екологічного моніторингу.

Науково-дослідні компетенції організатора природокористування вимагають застосування математичних знань для статистичної обробки даних за станом довкілля та моделювання явищ і процесів, що відбуваються в ньому.

Для виявлення можливостей ВНЗ при формуванні НДМК майбутніх екологів були вивчені державні стандарти, навчальні плани, робочі та навчальні програми з дисципліни «Вища математика» та професійно-орієнтованих дисциплін, а також проведені бесіди з викладачами провідних (випускаючих) кафедр, фахівцями баз практики (різних екологічних служб та природоохоронних організацій). В опитуванні взяли участь понад 300 фахівців.

Визначені науково-дослідні математичні компетенції організатора природокористування та відповідні їм вміння представлені в табл. 1.

На основі отриманих матеріалів розроблена модель, що дозволяє формувати НДМК еколога у ВНЗ (рис.). Наведемо коротку характеристику основних компонентів моделі.

Основними функціональними орієнтирами моделі (функціональний модуль) є:

- розвиток науково-пізнавальних і професійних інтересів майбутніх екологів в математичній сфері;
- розвиток умінь аналізувати, узагальнювати і систематизувати факти, явища, встановлювати причинно-наслідкові зв'язки; засвоєння наукових теоретичних знань в галузі прикладної математики;
- розвиток наукового аналітико-синтетичного стилю мислення;
- оволодіння науковими формами, методами технологіями застосування математичного апарату для розв'язання наукових завдань професійної діяльності еколога, зокрема екологічного моніторингу та аудиту;
- розвиток умінь приймати самостійні рішення у професійній діяльності;
- активізація творчого підходу до вирішення професійно-екологічних задач, що вимагають застосування математичного апарату;
- розвиток навичок самоосвітньої наукової діяльності у сфері математичної підготовки еколога.

Таблиця 1

Науково-дослідні математичні компетенції організатора природокористування та відповідні їм вміння

Науково-дослідні математичні компетенції	Відповідні вміння
Експериментально-вимірювальні	<ul style="list-style-type: none"> – визначити кількість властивостей, параметрів, які адекватно відображають складові екосистеми; – визначити базові значення показників; – встановити діапазон досліджених параметрів, визначити межі розповсюдження властивостей екосистеми – застосовувати метод визначення середніх показників, використовуючи поняття теорії ймовірності
Екомоніторингові	<ul style="list-style-type: none"> – формулювати цілі екологічного моніторингу; – застосовувати метод послідовних оцінок досліджених параметрів
Еколого-кваліметричні	<ul style="list-style-type: none"> – інтегрувати наукові технології екологометрії, антропометрії, економетрії, соціометрії та ін.; – привести показники екологічної якості до стандартного вигляду; – застосовувати комплексний метод визначення показників якості при відомій функціональній залежності; – вибрати тип функціонального перетворення та математичну модель оцінки екологічної якості; – застосовувати метод розрахунку інтегрального показника екологічної якості
Еколого-моделюючі	<ul style="list-style-type: none"> – складати і обґрунтовувати якісні моделі екологічної спільноти; – складати і обґрунтовувати глобальні еколого-математичні моделі; – складати і обґрунтовувати моделі еколого-економічних систем; – складати і обґрунтовувати мережеві моделі
Програмно-комп'ютерні	<ul style="list-style-type: none"> – використовувати комп'ютерні та математичні технології при обробці масивів еколого-експериментальної інформації; – створювати на основі математико-логістичного апарату імітаційні комп'ютерні моделі

Змістовний модуль відображає комплекс дидактичних оцінок, проблемно-сміслових аспектів науково-орієнтованої математичної підготовки еколога і включає:

- освоєння студентами питань універсальної цінності математичних знань, питань еволюції відносин людини і природи через розвиток науки;
- вивчення формалізованих мов і їх ролі в математизації науки (множинна логіка, опис теорії предметної області, основи теорії алгоритмів, поняття функції, оволодіння теорією моделювання, вивчення проблем моделювання екологічних явищ і систем);
- вивчення взаємозв'язку екологічних факторів і математичних моделей;
- вивчення прикладних моделей (ситуаційні моделі, семіотичні моделі; графічні моделі процесів і явищ);
- засвоєння базових елементів диференціального й інтегрального числень;
- засвоєння імовірнісних моделей випадкових подій і процесів (зокрема математико-статистичні методи в екологічному моніторингу).

Рис. Модель формування науково-дослідної математичної компетентності організатора природокористування

Дисципліна «Вища математика» відноситься до циклу математичної, природничо-наукової підготовки, на вивчення якої відводиться 216 годин/ 6 кредитів ECTS. Основні поняття курсу – це обов'язковий інструментарій досвідченого фахівця в галузі екології. Програма навчальної дисципліни складається з таких модулів:

1. Диференціальне та інтегральне числення.
2. Звичайні диференціальні рівняння, ряди.
3. Кратні та криволінійні інтеграли, елементи теорії поля.
4. Теорії імовірності та математична статистика.
5. Функції комплексної змінної. Операційне числення.
6. Рівняння математичної фізики.

Метою викладання «Вищої математики» (МПН2.01) є: забезпечення фундаментального засвоєння теоретичного курсу, який включає вивчення основних положень лінійної алгебри, диференціального та інтегрального числення, кратних та криволінійних інтегралів, теорії поля, числових та функціональних рядів, звичайних диференціальних рівнянь, теорії функцій комплексної змінної, операційного числення, рівнянь математичної фізики, теорії імовірності та узагальнення можливостей практичного використання вивчених методів при вирішенні практичних задач у конкретній науково-практичній діяльності.

Основними завданнями вивчення дисципліни «Вища математика» є: сприяння формуванню навичок наукового дослідження в застосуванні відомих методів вищої математики в різних галузях та математичного моделювання наукових задач екології.

Побудова математичних моделей дозволяє оцінити глобальні і локальні зміни клімату, температури, типу рослинного покриву при різних сценаріях розвитку людства. Так, наприклад, при вивченні професійно-орієнтованої дисципліни «Екологія міських систем» теми «Забруднення атмосфери викидами автотранспорту, підприємств» студенти опановують математичний апарат розрахунку забруднення повітря з подальшим виконанням наукових практичних завдань.

Методологічний модуль складається з науково-дослідного компоненту змісту математичних, елективних курсів; інтеграції хіміко-технічної, соціально-економічної, професійної видів підготовки.

Організаційно-технологічний модуль включає сукупність науково-дослідних технологій: контекстно-прикладні (формують навички певного виду наукової природоохоронної діяльності на основі алгоритмів розв'язання конкретних науково-дослідних завдань); інтегративно-модульні (забезпечують міжпредметні зв'язки, формування і розвиток системи міждисциплінарних наукових знань, умінь, компетенцій еколога); інтерактивні (забезпечують діалогічну основу науково-навчальної взаємодії студентів і викладачів); проектні (стимулюють навчально-пізнавальну активність, формують культуру наукової діяльності; навички роботи в команді та ін.).

У відповідності до структури НДМК організатора природокористування визначено критерії рівня їх сформованості: мотиваційно-ціннісний (позитивний настрій на науково-дослідну екологічну діяльність; усвідомлення необхідності математичних знань, умінь для вирішення завдань природоохоронної діяльності; стійке прагнення до самоосвітньої наукової діяльності в сфері прикладних математичних технологій); когнітивний (володіння системою науково-математичних знань, алгоритмічними і евристичними прикладними математичними технологіями; сформованість критичності, системності, логічності, інтегративно-індуктивного, аналітико-прогностичного стилю мислення); праксеологічний (готовність і здатність до застосування наукових математичних технологій у природоохоронній діяльності).

За результатами теоретичного аналізу проблеми, та діагностичних методик визначено рівні сформованості НДМК у майбутніх організаторів природокористування (таблиця 2).

Основними принципами реалізації моделі є: принцип конгруентності науково-математичної освіти сучасного характеру праці еколога в природоохоронній діяльності; принцип інтеграції досягнень еколого-математичної науки, професійно-екологічної освіти та практики природоохоронної діяльності; принцип єдності і наступності соціогуманітарної, наукової, нормативно-правової та спеціальної підготовки еколога; принцип функціональності науково-математичної освіти еколога, який формує систему наукових прикладних компетенцій відповідно до кваліфікаційних вимог фахівця.

Кожен із рівнів сформованості НДМК має тенденцію до позитивної динаміки і переходу в якісно новий при успішній реалізації в навчально-виховному процесі ВНЗ моделі формування НДМК організатора природокористування. Вузівський етап формування основ даної компетентності створює фундамент для подальшого саморозвитку наукової діяльності фахівця в природоохоронній діяльності.

Висновки та перспективи подальших досліджень. На підставі отриманих результатів зроблено такі висновки:

- визначено НДМК організатора природокористування (експериментально-вимірjuвальні, екомоніторингові, еколого-кваліметричні, еколого-моделюючі, програмно-комп'ютерні);
- запропоновано модель процесу формування НДМК еколога, яка містить взаємопов'язані модулі (функціональний, змістовний, методологічний, організаційно-технологічний, критеріальний).

Досвід формування НДМК організатора природокористування показує, що воно сприяє ефективному залученню студентів до професійної діяльності, допомагає їм оволодівати науковою теорією і розвиває в них власні дослідницькі потреби з метою формування творчого професіоналізму.

Таблиця 2

Рівні сформованості науково-дослідної математичної компетенції організатора природокористування

Рівень сформованості науково-дослідної математичної компетенції	Характеристика рівня сформованості науково-дослідної математичної компетенції організатора природокористування
Базовий	характеризується інтересом до наукових досліджень із використанням математичних знань
Науково-адаптивний	<ul style="list-style-type: none"> – характеризується вмінням побудувати алгоритм застосування математичного апарату при рішенні прикладних задач природоохоронної діяльності; – характеризується стійкою мотивацією до вдосконалення математичної компетенції із застосуванням прикладних математичних технологій
Науково-технологічний	<ul style="list-style-type: none"> – характеризується умінням узагальнювати науково-прикладні математичні знання, технології в цілісні системи на основі аналогії, класифікації, аналізу, синтезу; – вмінням розробляти математичні моделі, оцінювати їх адекватність, вибирати методи математичної обробки масивів інформації; – високим рівнем професійно-особистісної відповідальності; систематичне досягнення успішності при вирішенні складних завдань із застосуванням математичного апарату
Науково-продовжуваний	<ul style="list-style-type: none"> – характеризується здатністю прогнозувати суспільну значимість екомоніторингового і еколого-кваліметричного проекту, його наслідки, хід і результат впливу; – автоматизацією застосування комплексу прикладних математичних технологій для вирішення наукових завдань природоохоронної діяльності; – прагненням розробити і обґрунтувати авторські методи вирішення наукових екологічних завдань
Науково-дослідний	<ul style="list-style-type: none"> – адекватне використання системного аналізу для побудови складних математичних моделей; – прагнення до систематичного підвищення своєї наукової математичної компетентності з оволодіння технологіями екологометрії, соціометрії, економетрії, антропометрії; – оптимальне застосування математичного апарату для реалізації аналітико-прогностичних умінь

Список використаних джерел

1. Галузевий стандарт вищої освіти України : освітньо-кваліфікаційна характеристика бакалавра. За напр. підготовки 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього

середовища та збалансоване природокористування», затверджений наказом МОН від 27.12.2011 № 1543.

2. Хуторської А. В. Ключевые компетенции как компонент личностно-ориентированной парадигмы образования // Народное образование. – 2003. – № 2. – С. 58–64.
3. Ягупов В. В. Компетентнісний підхід до підготовки фахівців у системі вищої освіти / В. В. Ягупов, В. І. Свистун // Наукові записки Національного університету «Києво-Могилянська академія». – 2007. – Т. 71. Серія: «Педагогічні, психологічні науки та соціальна робота». – С. 3–8.
4. Смагіна Т. М. Поняття та структура соціальної компетентності учнів як наукова проблема / Т. М. Смагіна // Вісник Житомирського державного університету імені Івана Франка. – 2010. – Вип. 50. – С. 138–142.
5. Раков С. А. Формування математичних компетентностей випускника школи як місія математичної освіти / С. А. Раков // Математика в школі. – 2005. – № 5. – С. 2–8.
6. Микитюк О. М. Становлення та розвиток науково-дослідницької роботи у вищих педагогічних закладах України: (історико-педагогічний аспект) : моногр. / О. М. Микитюк ; Харк. держ. пед. ун-т ім. Г. С. Сковороди. – Х. : ОВС, 2001. – 256 с.
7. Класифікатор професій : ДК 003:2010 / розроб. : М. Гаврицька [та ін.]. – Офіц. вид., На заміну ДК 003 : 2005, чинний від 2010-11-01. – К : Соцінформ : Держспоживстандарт України, 2010. – 746 с. – (Національний класифікатор України).

Солошич І. О.

Формування науково-дослідної математичної компетенції організаторів природокористування

Розглянуто процес формування науково-дослідної математичної компетенції організаторів природокористування. Досліджено структуру науково-дослідної математичної компетентності організатора природокористування, яка складається з аксіологічного, когнітивного, процесуально-технологічного компонентів. Запропоновано модель формування професійно-математичної компетентності еколога.

Ключові слова: науково-дослідна математична компетенція, організатори природокористування, компетентність, вміння, екологія.

Солошич І. А.

Формирование научно-исследовательской математической компетенции организаторов природопользования

Рассмотрен процесс формирования научно-исследовательской математической компетенции организаторов природопользования. Исследована структура научно-исследовательской математической компетентности организатора природопользования, состоящая из аксиологического, когнитивного, процессуально-технологического компонентов. Предложена модель формирования профессионально-математической компетентности эколога.

Ключевые слова: научно-исследовательская математическая компетенция, организаторы природопользования, компетентность, умение, экология.

I. Soloshich

Formation of Scientific Research Mathematical Competence of Organizers of the Nature Management

This article describes the process of formation of the scientific research mathematical competence of organizers of the nature management. The structure of the scientific research mathematical competence of organizers of the nature management has been investigated. This structure consists of axiological, cognitive, procedural and technological components. The model of formation of professional mathematical competence of an ecologist is offered.

Key words: scientific research mathematical competence, the organizers of the nature management, competence, ability, ecology.

Стаття надійшла до редакції 21.03.2013 р.