

the learning of geography, history, ecology, etc., for the formation of pupils' spatial coordination in the frame of subject matter. Has been determined that the use of interdisciplinary connections and the local lore principle will contribute to the construct of the map not delimited from the life of pupils, and therefore it will be actual and interesting for them. These methods could be applied in a computer class (if this is a lesson), or as an element of a home project. Such tasks will allow pupils to understand the mechanism of creating electronic maps. Since the themes of pupils' research can vary considerably, it is advisable to organize the activity in groups (according to common object or subject of research). Of point of view to our experience of teaching and using geoinformation systems in the Kyiv Minor Academy of Sciences, as well as the multidisciplinary nature of the subject, which is described above, this theme needs to be studied more deeply.

Key words: geoinformation systems, research activity, pupils, lesson, Kiev Minor Academy of Sciences, electronic map, geography.

УДК 378

DOI 10.5281/zenodo.2108752

О. В. Купенко

ORCID ID 0000-0001-9131-5179

Сумський державний університет

АБСТРАКТНО-АЛГЕБРАЇЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПЕДАГОГІЧНОЇ СИСТЕМИ НА ПІДСТАВІ МІЖДИСЦИПЛІНАРНОГО ПІДХОДУ

У статті представлений один із можливих варіантів моделювання відкритої, нелінійної, складної, нестійкої педагогічної системи на абстрактно-алгебраїчному рівні. Як базовий інваріант застосовано відому графічну модель системи управління. В ході моделювання роль суб'єкта управління передбачена не лише для викладача, але й для студентів, в тому числі і студентських груп. Для переходу на абстрактно-алгебраїчний рівень застосовано метод аналогії. Спираємося на напрацювання теоретичної механіки, де причинами руху розглядаються зовнішні та внутрішні сили. У ході здійснення аналогії під рухом розуміємо динаміку навчальних досягнень окремого студента та академічної групи. Зокрема, розглядається динаміка в досвіді самоуправління діяльністю, в досвіді взаємодії з іншими, в досвіді певного виду перетворювальної діяльності. Відображення цієї динаміки на абстрактно-алгебраїчному рівні здійснено із використанням наявних формулювань лінгвістичного рівня опису системи управління в кібернетиці. Зокрема застосовані формулювання принципів: 1) зворотного зв'язку; 2) необхідної кількості різноманітності; 3) емерджентності; 4) додатковості (за Ст. Біром, Н. Бором, У.Р. Ешбі, М.М. Мойсеєвим, Н. Вінером). Виходимо з того, що саме ці принципи характеризують сили, які діють в педагогічній системі та визначають її динаміку. Запропоновано набір змінних для здійснення відповідного абстрактно-алгебраїчного моделювання в педагогічній системі, їх умовні позначення, формули, що відображають зв'язки між ними. Здійснене моделювання на абстрактно-алгебраїчному рівні опису педагогічної системи як системи управління не заперечує реалізацію гуманістичного підходу на інших етапах дослідження педагогічних систем і відповідної організації навчального процесу на практиці, з іншого боку, створює передумови для поєднати теоретичних та емпіричних результатів конкретного дослідження, більш точного вимірювання та прогнозування. Поза межами розгляду у цій статті залишилася та вимагає подальшого розгляду процедура визначення сукупності зв'язків і принципів взаємодії системи із зовнішнім середовищем.

Ключові слова: абстрактно-алгебраїчне моделювання, педагогічна система, навчальні досягнення, управління, принцип зворотного зв'язку, принцип необхідної кількості різноманітності, принцип емерджентності, принцип додатковості.

Постановка проблеми. Педагогічна система сучасного університету є відкритою, складною, нелінійною та нестійкою. Актуальним залишається завдання організації ефективного процесу підготовки фахівців, але воно ускладнюється через кризи в самій освіті і в суспільстві в цілому.

Традиційно потужним інструментом педагогічних досліджень є моделювання для поєднання теоретичних та емпіричних результатів. Особливу роль в цьому відіграє абстрактно-алгебраїчне моделювання, яке має забезпечити точну фіксацію змін у досліджуваних об'єктах і процесах, відобразити їх в кількісній формі, надати тим самим підстави для подальшого прогнозування та проектування розвитку педагогічних систем.

Нині створено достатньо потужний математичний апарат для моделювання систем, однак наявні напрацювання не завжди знаходять широкого застосування в педагогіці.

Аналіз актуальних досліджень. За Н. Г. Сидорчук виходимо з того, що реалізація системного підходу до вивчення об'єктів дослідження передбачає здійснення таких послідових процедур: 1) фіксація множини елементів, відокремленої від інших; 2) визначення і класифікація внутрішніх зв'язків між елементами і підсистемами множини; 3) визначення сукупності зовнішніх зв'язків, принципів взаємодії системи з середовищем; 4) виділення серед множини внутрішніх зв'язків тих, які є системоутворювальними, які забезпечують упорядкованість системи; 5) виявлення ієрархії елементів у системі; 6) аналіз основних принципів поведінки системи як цілісної множини; 7) вивчення процесів управління, які забезпечують стабільність системи і досягнення запланованих результатів [1].

Результати реалізації системного підходу знаходять своє відображення в моделях двох основних типів: 1) феноменологічні моделі – переважно емпірично встановлені залежності вихідних даних від вхідних (як правило, з невеликою кількістю входів і виходів); 2) дедуктивні моделі – відображають виявлені закономірності функціонування компонентів системи у цілому, а не окремих режимів [1].

Феноменологічні моделі не потребують, не використовують і не відображають будь-яких гіпотез про процеси або системи, з яких ці дані отримано. До таких моделей належать розробки на підставі експериментально-статистичних методів [1].

Дедуктивні моделі будуються, в основному, на базі вже встановлених законів і гіпотез про те, як система структурована і, можливо, як вона функціонує [1].

Однак слід зазначити, що ще не напрацьована критична маса дедуктивно змодельованих інваріантів педагогічних систем на абстрактно-алгебраїчному рівні. Хоча наявні окремі приклади таких моделей.

Зокрема, такі приклади наведені в [2]. На нашу думку, представлені Е.А. Солодовою та Ю.П. Антоновим моделі дають певне уявлення про процеси в педагогічних системах на різних рівнях управління, однак не зрозумілим залишається взаємозв'язок між різними моделями, елементами та підмножинами систем, які вони описують. З іншого боку, слід зауважити, що напрацювання авторів наочно демонструють, що сучасну педагогічну систему потрібно розглядати та моделювати з точки зору динамічного хаосу, спираючись на напрацювання синергетики.

Здійснюючи спробу абстрактно-алгебраїчного моделювання педагогічної системи візьмемо до уваги напрацювання на деяких інших рівнях опису з числа виокремлених М. Крейном: символічному, або лінгвістичному; теоретико-множинному; топологічному; логіко-математичному; теоретико-інформаційному; динамічному; евристичному [цитуються по 1].

Виходимо з теоретико-множинного опису складної педагогічної системи як систем управління, за Т.О. Дмитренко [3, с. 211]:

$$\{p_1; p_2; p_3; p_4; p_5; p_6; p_7; p_8; p_9; p_{10}; p_{11}; p_{12}; p_{13}\}, \quad (1)$$

де p_1 – той, хто навчає; p_2 – той, хто навчається; p_3 – прямі управлінські впливи; p_4 – мета; p_5 – зміст; p_6 – закони; p_7 – принципи; p_8 – форми; p_9 – методи; p_{10} – засоби; p_{11} – неконтрольовані зовнішні сили; p_{12} – зворотний зв'язок; p_{13} – результати функціонування.

Відображення зв'язків між елементами забезпечує графічна модель педагогічної системи, а саме, за Т.О. Дмитренко [3, с. 211], класична модель системи управління,

врахувавши. Зобразимо цю модель виходячи з того, що суб'єктом управління в педагогічній системі є не лише викладача, але й студентів (рис. 1).



Рис. 1. Педагогічна система як система управління

У ході моделювання будемо спиратися на лінгвістичний рівень опису системи управління (зокрема на формулювання принципів управління за Ст. Біром, У. Р. Ешбі, М. М. Мойсєєвим, Н. Вінером).

Мета статті – здійснити та представити до обговорення спробу дедуктивного моделювання на абстрактно-алгебраїчному рівні інваріанту педагогічної системи як системи управління.

Виклад основного матеріалу. Лінгвістичний рівень опису інваріанту педагогічної системи як системи управління вже був представлений автором в публікації [4].

Переходячи до абстрактно-алгебраїчного опису, на підставі формули 1, визначимо умовні позначення які будемо застосовувати далі (таблиця 1).

Наведені в таблиці 1 умовні позначки та подальше застосування їх у формулах абстрактно-алгебраїчного опису може виглядати певною мірою технократично, однак такий підхід не заперечує реалізацію гуманістичного підходу на інших етапах дослідження педагогічних систем і відповідної організації навчального процесу на практиці, з іншого боку, створює передумови для більш точного вимірювання та прогнозування.

Тож для реалізації абстрактно-алгебраїчного рівня опису педагогічної системи застосуємо метод аналогії, звернувшись при цьому до напрацювань теоретичної механіки. У цій науковій галузі як причина руху розглядаються зовнішні та внутрішні (між складовими системи) сили:

$$m \frac{d\vec{v}}{dt} = \sum_i F_i^{\text{вн}} + \sum_j F_j^{\text{зов}} \quad (2)$$

В прийнятих нами умовних позначеннях під рухом розуміємо динаміку навчальних досягнень окремого студента чи академічної групи: $s_0 \rightarrow s_r$. Далі для педагогічної системи як системи управління формулу 2 можна інтерпретувати так:

- $F^{\text{зов}}$ – сила, що відображає неконтрольовані зовнішні впливи (у прийнятих умовних позначеннях – P');

- $F^{\text{вн}}$ – сили, що відображають прямі управлінські впливи того, хто навчає, а також сили, що відображають прямі управлінські самовпливи того, хто навчається (у прийнятих умовних позначеннях – $P, P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_{\text{зв } 4}, P_{\text{зв } 5}$);

- m – певна незалежна від часу характеристика того, хто навчається (аналог з теоретичної механіки – маса);

- $\bar{v}$ – певна змінна, залежна від часу, що характеризує швидкість навчання.

Таблиця 1.

Умовні позначення для інваріанту абстрактно-алгебраїчного опису педагогічної системи

Елементи множини педагогічної системи	Умов. позначки в формулі (1)	Прийняті для подальшого розгляду умовні позначки
той, хто навчає	p_1	P – для спрощення розгляду елемент системи «той, хто навчається» ототожнюється з елементом системи «прямі управлінські зміни»
той, хто навчається	p_2	s_{ij} – навчальні досягнення (набуті знання та досвід), $i = 0, \dots, r$, де r – кількість етапів процесу навчання, який досліджується, $j = 1, \dots, n$, де n – кількість студентів в академічній групі
прямі управл. впливи	p_3	P
мета	p_4	g – рівень складності цілей
зміст	p_5	c – кількість елементів змісту навчання
закони	p_6	P_1
принципи	p_7	P_2
форми	p_8	P_3
методи	p_9	$P_4, P_{4\text{ зв}}$ – методи прямих управлінських впливів та зворотного зв'язку відповідно
засоби	p_{10}	$P_5, P_{5\text{ зв}}$ – засоби прямих управлінських впливів та зворотного зв'язку відповідно
неконтрольовані зовнішні сили	p_{11}	P'
зворотний зв'язок	p_{12}	$P_{\text{зв}}$
результати функціонування	p_{13}	$s_{rj}, j = 1, \dots, n$, де n – кількість студентів в академічній групі

Спробуємо знайти у педагогічній системі певні аналоги змінним m та $\bar{v}$. У попередніх публікаціях автором була запропонована динамічна модель організації самостійної навчальної діяльності студентів (рис. 2) [4, с. 437].

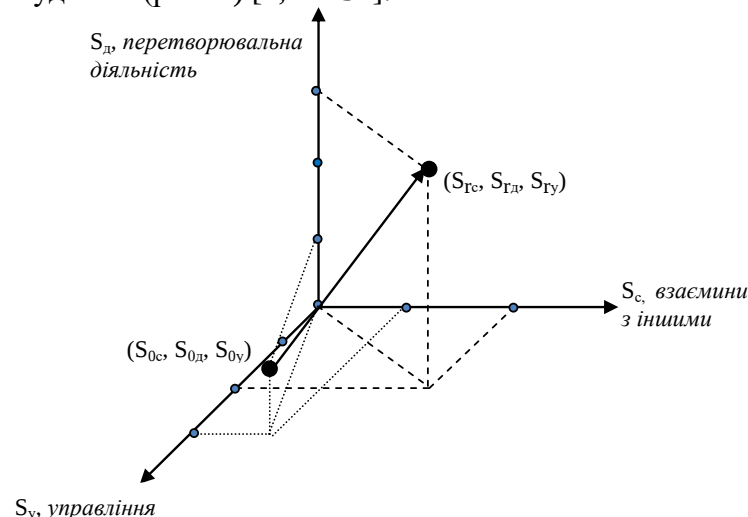


Рис. 2. Динамічна модель організації самостійної навчальної діяльності студентів

У представленій системі координат (рис. 2) модель організації самостійної навчальної діяльності студента можна задати в динаміці: де (S_{0C}, S_{0D}, S_{0Y}) – вхідний, (S_{rC}, S_{rD}, S_{rY}) – вихідний стан щодо оволодіння студентом певним новим досвідом діяльності. Кожен із цих станів характеризується трьома координатами: 1) S_{0Y}, S_{rY} – координати, що відображають досвід управління діяльністю; 2) S_{0C}, S_{rC} – координати, що відображають взаємини з іншими з позиції власної індивідуальності й спілкування з позиції групи; 3) S_{0D}, S_{rD} – координати, що відображають досвіду певного виду перетворювальної діяльності. Проводячи аналогію з теоретичною механікою, з певною долею спрощення приймаємо, що S_C та S_Y є аналогією маси і вводимо змінну $m(s_Y; s_C)$. Тобто весь попередній досвід, накопичений студентами щодо самоуправління в навчальній діяльності буде впливати на його успішність в оволодінні новими знаннями та досвідом перетворювальної діяльності у спеціальних галузях. Що вбачається, на нашу думку, очевидним. Менш очевидним є зв'язок успішності в оволодінні новими знаннями та досвідом діяльності у спеціальних галузях з наявним досвідом спілкування з іншими людьми. Однак наші емпіричні дослідження (детальніше – це предмет окремої статті) вказують на наявність такого зв'язку.

Продовжуючи аналогію з теоретичною механікою швидкість в педагогічній системі розглядаємо залежною від складності цілей, кількості нових елементів змісту та рівня вхідних знань і досвіду студента в спеціальній галузі, що вивчається, тобто маємо залежність $\bar{v}(g; c; s_d)$.

Подальшим завданням є з'ясування принципів дії цих сил. Продуктивним для цього вбачаємо застосування міждисциплінарного підходу. На даному етапі скористаємося теорією управління. Функціонування системи управління в її цілісності з точки зору кібернетики відображають такі принципи: 1) зворотного зв'язку; 2) необхідної кількості різноманітності; 3) емерджентності; 4) додатковості.

Принцип зворотного зв'язку відображає таку властивість навколишнього світу: без наявності зворотного зв'язку про ступінь корисності здійсненого ефекту між взаємозв'язаними і взаємодіючими елементами, частинами чи системами неможлива організація ефективного управління ними [5]. Якщо застосувати цей принцип до педагогічної системи, то йдеться не лише про інформацію для викладача стосовно результатів діяльності студента, але й від викладача до студентів.

Зафіксуємо сформульований принцип у абстрактно-алгебраїчному виді. Визначимо критерій ефективності k : у педагогічній системі, описаній як множина (формула 1), різниця між метою педагогічної системи (g) та результатом її функціонування (s_{rj}) у наявних часових обмеженнях має бути не більшою визначеного для цієї системи значення K :

$$k = n * g - \sum_{j=1}^n s_{rj}, \text{ де } n - \text{кількість студентів, } k \leq K \quad (3)$$

Врахуємо принцип зворотного зв'язку в формулі (2) і отримаємо таке:

$$m(s_Y; s_C) \frac{d\bar{v}(g; c; s_d)}{dt} = P + P_{зв}(k) + P' + P'_{зв}(k) \quad (4)$$

Коли в педагогічну систему включається більше суб'єктів (у тому числі, із зовнішнього середовища), здатних виконувати функції управління, починає проявлятися в позитивному сенсі **принцип необхідної різноманітності**. Цей принцип, сформульований У.Р. Ешбі, передбачає таке: для досягнення мети управління різноманітність суб'єкта управління має бути більшою чи дорівнюватися різноманітності об'єкта [6].

У педагогічній системі, яка задана множиною елементів (формула 1) класифікуємо її елементи на такі, що характеризують керовану підсистему (s_{ij} – той, хто навчається; s_{rj} – результати функціонування), та такі, що характеризують керуючу підсистему (P – той, хто навчає; g – мета; c – зміст; P_1 – закони; P_2 – принципи; P_3 – форми; P_4 – методи; P_5 – засоби; $P_{зв}$ – зворотний зв'язок). Тоді педагогічна система буде керованою (виконується нерівність 3), якщо

$$H(P; g; c; P_1; P_2; P_3; P_4; P_5; P_{зв}) \geq H(s_{ij}; s_{rj}), \quad (5)$$

де H – ентропія, міра невизначеності або непередбачуваності певної системи

Різноманітність керуючої підсистеми можна збільшити, наприклад, через P_4 – методи (зокрема використовуючи роботу в малих групах завдяки різноманітності студентів як суб'єктів самоуправління) або через P_5 – засоби (зокрема, використовуючи сучасні інтерактивні інформаційні технології, використовуючи автоматизовані можливості зворотного зв'язку). Також різноманітність керуючої підсистеми можна збільшити через цілеспрямовану роботу із зовнішнім середовищем і використання P' (неконтрольованих впливів) для сприяння цілям педагогічної системи.

Якщо ж в педагогічній системі розглядати того, хто навчається, (у крайньому разі певну кількість студентів академічної групи) як суб'єкта самоуправління, то елемент s_{ij} можна прийняти елементом керуючої системи, хоча певні s_{lj} можуть залишатися елементами керованої підсистеми. Нерівність (5) при цьому отримує такий вигляд:

$$H(P; s_{ij}; g; c; P_1; P_2; P_3; P_4; P_5; P_{3B}) \geq H(s_{lj}; s_{rj}) \quad (6)$$

Кібернетичний **принцип емерджентності** наближає нас до механізмів, що спрацьовують у середині студентської групи, орієнтують не лише на особливості окремих студентів, але й групи як цілого. Цим принципом передбачено таке: чим більша система і чим більша різниця у розмірах частини і цілого, тим вища ймовірність того, що властивості цілого сильно відрізняються від властивостей частин [6]. У абстрактно-алгебраїчному вигляді принцип емерджентності визначаємо так:

$$H(s_{r1}, \dots, s_{rj}, \dots, s_{rn}) - (H(s_{r1}), \dots, H(s_{rj}), \dots, H(s_{rn})) \geq 0 \quad (7)$$

Причиною емерджентності є і сама студентська група, і дії викладача, і зовнішнє середовище. Для систем соціальних М.М. Мойсєєв підкреслює, що багато в чому поведінка людей визначена перебігом різних подій і вплинути на це можна не завжди, зважити ж слід обов'язково [7, с. 18].

Принцип емерджентності вказує на те, що в педагогічній системі (незалежно від того, хоче того викладач як суб'єкт управління, чи ні) виникає щось нове, незаплановане від початку в цілях навчання і в методах реалізації цілей, задуманих викладачем. Це нове – результат свідомої чи несвідомої дії студентської групи; він може бути поміченим викладачем, спрямованим у конструктивне русло (наприклад, використання власних мобільних пристроїв студентів для навчальної роботи на занятті) й принести користь. З іншого боку, це нове може залишитися без уваги і навіть прийти у суперечку із передбаченим викладачем.

Однак повернемося до принципу необхідної кількості різноманітності і замислимося про те, яка з формул – (5) чи (6) – описує педагогічну систему більш коректно? Відповідь на це питання, на нашу думку, пов'язана із **принципом додатковості**.

Як писав свого часу Нільс Бор (автор принципу додатковості в фізиці): будь-яке по-справжньому глибоке явище природи не може бути описане визначено однозначно за допомогою слів нашої мови і вимагає для свого визначення у крайньому разі двох додаткових понять, що взаємно виключають одне інше [8].

Тож прийемо для опису педагогічної системи систему рівнянь:

$$\left\{ \begin{array}{l} H_1(P; g; c; P_1; P_2; P_3; P_4; P_5; P_{3B}) \geq H_1(s_{ij}; s_{rj}); \\ H_2(P; s_{ij}; g; c; P_1; P_2; P_3; P_4; P_5; P_{3B}) \geq H_2(s_{lj}; s_{rj}) \end{array} \right\} \quad (8)$$

Наслідком принципу додатковості, за Ст. Біром, є те, що будь-яка система управління потребує «чорного ящика» – певних резервів, за допомогою яких будуть компенсовані невраховані впливи зовнішнього і внутрішнього середовища [9].

Дискусія та висновки з даного дослідження. У ході емпіричних досліджень маємо прояви педагогічної системи як синергетичної. Тож і при їх описі маємо перейти з позицій класичної кібернетики на позиції синергетики, дослідження процесів самоорганізації в системі, зокрема, через врахування принципів необхідної кількості різноманітності та емерджентності. При цьому зіштовхуємося з відсутністю зрозумілого інструментарію оброблення експериментальних даних саме на засадах синергетики. Тому, на нашу думку, потрібні міждисциплінарні рішення, співпраця із математиками, а математикам, в свою чергу, потрібне базове бачення абстрактно-алгебраїчних описів системи з точки зору педагогів. Хоча при цьому передбачаємо дискусію і щодо доцільності постановки завдання

абстрактно-алгебраїчного опису педагогічної системи взагалі, і щодо запропонованого в цій статті його варіанту.

Підсумовуючи викладене у статті значимо так:

– для здійснення абстрактно-алгебраїчного опису педагогічної системи вбачається доречним міждисциплінарний підхід, що базується на напрацюваннях педагогіки, теорії систем, теорії управління, теоретичної механіки, математика;

– педагогічну систему доцільно описати в її динаміці й ґрунтовну наукову основу для цього задає теорія управління, зокрема, визначені в ній принципи зворотного зв'язку, необхідної кількості різноманітності, емерджентності та додатковості, які дозволяють наблизитися до розуміння педагогічної системи як синергетичної;

– оскільки будь-яка педагогічна система є відкритою, складною, багатоваріантною, нелінійною та нестійкою, то описати її на абстрактно-алгебраїчному рівні є доволі складно. Такий опис вимагає співставлення теоретичних та емпіричних досліджень;

– у цій статті пропонуємо до обговорення певний набір змінних для здійснення абстрактно-алгебраїчного моделювання в педагогічній системі, їх умовні позначення, формули, що відображають зв'язки між ними.

Перспективи подальших розвідок у даному напрямку. Поза межами розгляду у цій статті залишилися та вимагає подальшої праці співставлення наявних емпіричних даних із запропонованим абстрактно-алгебраїчним рівнем опису педагогічної системи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Сидорчук, Н. Г. (2015). Концепція моделювання системи професійно-педагогічної підготовки студентів університетів в умовах євроінтеграційних процесів в освіті, (сс. 125-159). Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І. Франка. Режим доступу: <http://eprints.zu.edu.ua> (Sy`dorchuk, N. G. (2015). The concept of modelling the system of vocational and pedagogical preparation for university students in the conditions of European integration processes in education, (pp. 125-159). Zhy`tomyr : Vy`d-vo ZhDU im. I. Franka. Retrieved from: <http://eprints.zu.edu.ua>).
2. Солодова, Е. А., Антонов, Ю. П. (2005). Математическое моделирование педагогических систем. Ижевск: Научно-издательский центр "Регулярная и хаотическая динамика". Режим доступу: <http://www.mce.su> (Solodova, E. A., Antonov, Yu. P. (2005). Mathematical modelling of pedagogical systems. Y`zhevsk: Nauchno-y`zdatel'sky`j centr "Regulyarnaya y` хаoty`cheskaya dy`namy`ka". Retrieved from: <http://www.mce.su>).
3. Дмитренко, Т. О., Лаврик, Т. В., Яресько, К. В. (2017). Оптимізація системи підготовки фахівців у виші: пізнавально-перетворювальний аспект. (сс. 183-264). Херсон : вид-во ПП Вишемирський В.С. (Dmy`trenko, T. O., Lavry`k, T. V., Yares`ko, K. V. (2017). Optimization of the system of training specialists in higher education: cognitive-transformational aspect. (pp. 183-264). Xerson : vy`d-vo PP Vy`shemy`rs`ky`j V. S.).
4. Купенко, О. В. (2016). Особливості самостійної початкової діяльності студентів університету: обґрунтування моделі та її реалізація, (сс. 429-458). Херсон : вид-во ПП Вишемирський В.С. (Kupenko, O. V. (2016). Features of independent initial activity of university students: the substantiation of the model and its realization, (pp. 429-458). Xerson : vy`d-vo PP Vy`shemy`rs`ky`j V. S.).
5. Винер, Н. (1983). Кибернетика, или Управление и связь в животном и машине. М.: Наука. (Wiener, N. (1983). Cybernetics: Or Control and Communication in the Animal and the Machine. M. : Nauka).
6. Эшби, У. Р. (1956). Введение в кибернетику. М.: Изд. иностр. лит. (Ashby, W. R. (1956). An introduction to cybernetics. M.: Y`zdatel'stvo y`nostrannoy ly`teratury`).
7. Моисеев, Н.Н. (1984). Люди и кибернетика. М.: Молодая гвардия. (Moiseyev, N.N. (1984). People and cybernetics. M.: Molodaya gvardy`ya).
8. Бор, Н. (1961). Атомная физика и человеческое познание. М.: Издательство иностранной литературы. (Bohr, N. (1961). Atomic Physics and Human Knowledge. M.: Y`zdatel'stvo y`nostrannoy ly`teratury`).

9. Beer, St. (1972). Brain of the firm: the managerial cybernetics of organization. London: Allen Lane the Penguin Press.

Купенко Е. В. Абстрактно-алгебраическое моделирование педагогической системы на основе междисциплинарного подхода.

Представлен один из возможных вариантов моделирования открытой, нелинейной, сложной, неустойчивой педагогической системы на абстрактно-алгебраическом уровне. Как базовый инвариант использована графическая модель системы управления. В ходе моделирования роль субъекта управления предусмотрена не только для преподавателя, но и для студентов.

Для перехода на абстрактно-алгебраический уровень применен метод аналогии. Опираемся на выкладки теоретической механики, где причинами движения рассматриваются внешние и внутренние силы. Аналогией движению рассматриваем динамику учебных достижений студентов. В частности, рассматривается динамика в опыте самоуправления деятельностью, в опыте взаимодействия с другими, в опыте преобразовательной деятельности. Отображение этой динамики на абстрактно-алгебраическом уровне осуществлено с использованием формулировок лингвистического уровня описания системы в кибернетике. В частности применены формулировки принципов: 1) обратной связи; 2) необходимого количества разнообразия; 3) эмерджентности; 4) дополнительности. Исходим из того, что именно эти принципы характеризуют силы, действующие в педагогической системе, и определяют ее динамику.

Предложен набор переменных для абстрактно-алгебраического моделирования в педагогической системе, их условные обозначения, формулы, отражающие связи между ними.

Ключевые слова: абстрактно-алгебраическое моделирование, педагогическая система, учебные достижения, управление, принцип обратной связи, принцип необходимого количества разнообразия, принцип эмерджентности, принцип дополнительности.

Kupenko O. V. Abstract-algebraic modelling of the pedagogical system in the situation of the interdisciplinary approach.

In the article one of the possible variants of modelling on the abstract-algebraic level of an open, nonlinear, complex, unstable pedagogical system is presented. A well-known graphical model of the control system is used as a basic invariant. During the simulation, the role of the subject of management is provided not only for the teacher, but also for students, including student groups. For the transition to the abstract-algebraic level, the method of analogy with theoretical mechanics, where external and internal forces are considered as the causes of motion, is applied. The dynamics of academic achievements of the individual student and academic group is analogous to the movement in mechanics. In particular, the dynamics in the experience of self-government activity, in the experience of interaction with others, in the experience of a certain type of transformation activity are considered. The reflection of this dynamics on the abstract-algebraic level is carried out using the available language of the linguistic level of the description of the control system in cybernetics. In particular, the following formulations are used: 1) feedback principle; 2) the law of requisite variety; 3) principle of emergence; 4) principle of complementarity (according to St. Beer, N. Bohr, W. R. Ashby, M. M. Moiseyev, N. Wiener). These principles characterize the forces that operate in the pedagogical system and determine its dynamics.

A set of variables is proposed for the implementation of the corresponding abstract-algebraic modelling in the pedagogical system, their symbols and formulas reflecting the relationships between them.

The simulation on the abstract algebraic level of the description of the pedagogical system as a control system does not deny the realization of the humanistic approach at other stages of the study of pedagogical systems and the corresponding organization of the educational process in practice, on the other hand, creates the premises for combining the theoretical and empirical results of a particular study, more precise measurement and forecasting.

The procedure for determining the set of relationships and principles of interaction between the system and the environment remains outside of the review in this article and it requires further consideration.

Key words: abstract-algebraic modelling, pedagogical system, educational achievements, management, feedback principle, the law of requisite variety, principle of emergence, principle of complementarity.

УДК 371.321.1:57

DOI 10.5281/zenodo.2108926

Л. П. Міронець

ORCID ID 0000-0002-9741-7157

А. С. Ланчинська

Сумський державний педагогічний університет імені А.С. Макаренка

МЕТОДИКА ОРГАНІЗАЦІЇ ДОСЛІДНИЦЬКОГО ПРАКТИКУМУ З БІОЛОГІЇ РОСЛИН У ОСНОВНІЙ ШКОЛІ

У статті описано методику організації дослідницького практикуму з біології рослин у основній школі. Мета даної статті полягає у розробці методики організації дослідницького практикуму з біології на прикладі теми «Дослідження умов проростання насіння».

Дослідницький практикум входить до практичної складової програми курсу біології у 6 класі. Такий вид роботи передбачає самостійну (або за допомогою дорослих) роботу учнів у позаурочний час. Мета практикуму – набуття особистого досвіду дослідницької діяльності у процесі розв'язування пізнавальних завдань. У статті описано методику проведення дослідницького практикуму з біології рослин в основній школі з теми: «Дослідження умов проростання насіння», який може бути організований у позаурочній роботі вдома. Даний практикум не потребує складного матеріального забезпечення та доступний для виконання учнями шостого класу. Виконання такого практикуму сприяє засвоєнню основних фізіологічних понять з біології рослин, формуванню дослідницької культури та предметної і дослідницької компетентності. Такі види робіт дозволяють зміцнювати міжпредметні зв'язки, особливо з такими предметами, як математика, хімія й фізика. Вони сприяють розвитку логічного мислення, формують в учнів навички аналізу й синтезу інформації.

Дана стаття може бути цікавою для учителів біології та студентів біологічних спеціальностей педагогічних закладів вищої освіти.

Наведений приклад проведення дослідницького практикуму не викликати труднощів у організації, і сприятиме формуванню в учнів дослідницької культури та пізнавального інтересу до вивчення біології. Вважаємо, що обов'язково перед початком роботи з учнями необхідно провести вступний інструктаж та інструктаж з техніки безпеки при роботі з лабораторним обладнанням.

Подальші дослідження будуть направлені на розробку та перевірку методики організації інших форм та методів, які б сприяли формуванню дослідницької компетентності.

Ключові слова: біологія, дослідницький практикум, дослідницька компетентність, лабораторне дослідження, біологія рослин, основна школа, дослідницька культура, дослідницька компетентність.

Постановка проблеми. Пізнання дітьми природи не обмежується рамками урочної діяльності. Воно продовжується і у позакласній та позаурочній роботі. Саме тому підготовка дитини до дослідницької діяльності, навчання його умінням і навичкам дослідницького пошуку стає найважливішим завданням освіти і сучасного вчителя.