

Особливості навчання динаміки в основній школі

У статті розглядається застосування системно-структурного підходу при вивченні розділу динаміки в шкільному курсі фізики. Пропонуються власні підходи удосконалення методики навчання розділу динаміки.

Ключові слова: динаміка, системно-структурний підхід, принцип наступності, сила, маса, енергія, інерціальна система відліку.

Постановка проблеми. Після вивчення теми „Основи кінематики” учнів ознайомлюють із темою „Основи динаміки” в якій вивчають взаємодію тіл та їх рух під час цієї взаємодії. До теми входять три частини: „Закони Ньютона”, „Сили в механіці” та „Рух тіла під дією кількох сил”. У частині „Закони Ньютона” вивчають три закони Ньютона, додавання сил, вводять поняття „інерціальна система відліку”, „маса” і „сила”. У частині „Сили в механіці” вивчають гравітаційні сили, закон всесвітнього тяжіння, силу тяжіння, рух під дією сили тяжіння, рух штучних супутників та розраховують першу космічну швидкість. У ній розглядають сили пружності, закон Гука, невагомість, сили і коефіцієнт тертя. Частина „Рух тіла під дією кількох сил” присвячена розгляду руху тіл під дією декількох сил: рух у горизонтальному та вертикальному напрямках, рух похилою площиною, рух зв’язаних тіл і рух по колу [7].

Вивчення теми „Основи динаміки” передбачає широке використання математичного апарату, демонстраційного експерименту, а також знань, набутих учнями під час вивчення фізики в основній школі й у процесі планування змісту теми „Основи кінематики”. Знання законів динаміки необхідне учням для подальшого вивчення механіки та інших розділів курсу фізики.

Метою даної статті є показати використання системно-структурного підходу при вивченні розділу динаміки в шкільному курсі фізики за допомогою побудови структурно-логічних схем та шляхи удосконалення вивчення розділу динаміки.

На основі системно-структурного підходу нами було проаналізовано і розроблена структурно-логічна схема розділу Динаміка, яка подана на рис. 1.

Виклад основного матеріалу. З розробленої структурно-логічної схеми навчального матеріалу розділу динаміки видно, що ключовим поняттям є сила, три закони Ньютона, закон всесвітнього тяжіння, маса, закон збереження енергії та імпульсу [3].

Особливу увагу потрібно приділити формулюванню означень понять «інерціальна» та «неінерціальна системи відліку». У більшості підручників інерціальну систему означають як систему відліку, що рухається прямолінійно і рівномірно відносно іншої інерціальної системи відліку (Землі).

Перший закон Ньютона уможливує операційно з’ясувати, чи є дана система відліку інерціальною. Операція визначення інерціальності (чи неінерціальності) довільної системи відліку виглядає так: «...потрібно вибрати тіло, для якого сили, що діють на нього, зрівноважені, і простежити за тим, як рухається це тіло відносно системи відліку, що цікавить нас. Якщо рух рівномірний і прямолінійний (в окремому випадку — це спокій), то система інерціальна; якщо рух нерівномірний — система неінерціальна». Важливість цього прийому важко переоцінити. Через усвідомлення учнями операції визначення інерціальної системи відліку пропонується застосувати перший закон Ньютона, отже закріпити його та поглибити поняття «інерціальна» і «неінерціальна системи відліку».

У методиці фізики завжди існувало два підходи до формування понять «механічна робота» і «механічна енергія». Перший, найпоширеніший, полягав в тому, що спочатку вводили поняття механічної роботи ($\dot{A} = F \cdot v \cdot \cos \alpha$). Потім енергію означали через поняття роботи: тіло має енергію, якщо здатне виконати механічну роботу (точніше, якщо здатна виконати роботу сила, прикладена з боку даного тіла). Такий підхід методично ефективний, оскільки доступний для учнів різних вікових груп і різних рівнів підготовки. Однак якщо означати енергію через механічну роботу, то під час вивчення інших розділів фізики неможливо чітко означити роботу та енергію для немеханічних явищ. Інший спосіб полягав у тому, що спочатку вводили поняття «енергія», а механічну роботу означали через зміну енергії ($\dot{A} = \Delta W$). Другий шлях методично складніший, однак методологічно кращий і позбавлений вад першого способу.

²⁹ Лазаренко Дмитро Сергійович, аспірант кафедри фізики та методики її викладання; Кіровоградський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка

Ми вважаємо, що доцільно вводити поняття енергії іншим шляхом, проте енергію потрібно означати як величину, що є кількісною мірою механічного руху і залишається сталою під час перетворень механічного руху в інші форми руху матерії. Таким чином, вдається методологічно виважено означити поняття енергії і водночас уникнути методичних проблем щодо її означення.

Виведення і формулювання закону збереження енергії також має методичні особливості. Основну увагу приділено закону збереження повної механічної енергії за відсутності тертя: «...повна механічна енергія системи тіл, що взаємодіють між собою консервативними силами, залишається сталою».

Учням слід пояснити, що механічна енергія системи може змінюватися. До зміни енергії може призвести дія зовнішніх сил (система незамкнута) за умови, що робота цих сил не дорівнює нулю. Навіть якщо система замкнута, механічна енергія може не зберігатися, якщо всередині системи діятимуть неконсервативні (дисипативні) сили. Таким чином, для визначення зміни механічної енергії можна скористатися формулою: $\Delta A_{\text{мех}} = A_{\text{зовн}} + A_{\text{внутр}}$, де $A_{\text{зовн}}$ – робота зовнішніх сил (для випадку незамкнutoї системи), $A_{\text{внутр}}$ – робота внутрішніх неконсервативних сил.

Учням варто пояснити, що для будь-якої консервативної взаємодії можна визначити відповідну їй потенціальну енергію. Якщо для певної взаємодії відома потенціальна енергія, це означає, що вона консервативна. Таке пояснення дасть змогу учням краще зрозуміти та правильно використовувати наведену формулу: в правій частині слід записувати роботу всіх сил, що їх не враховано для потенціальної енергії у лівій частині. На завершення додамо, що наведену методику, очевидно, можна застосувати для учнів з високими навчальними можливостями (в умовах рівневої диференціації).

Виходячи з проведеного структурно-логічного аналізу навчального матеріалу ми визначили шляхи удосконалення розділу динаміки в шкільному курсі фізики.

Удосконалення розділу динаміки перш за все полягає в розробці нових учбових планів і програм, в ліквідації багатопредметності за рахунок інтеграції споріднених учбових дисциплін. Інтеграція учбових дисциплін не може бути зведена до простого підсумовування окремих учбових курсів. Цей процес вимагає істотної переробки структури і змісту учбових предметів, посилення в них загальних ідей і теоретичних концепцій на основі реалізації принципу наступності.

В педагогічній літературі поняття «наступність» трактується по-різному. Наприклад, у педагогічній енциклопедії «наступність» в межах одного навчального предмету трактується так: «Наступність у навчанні полягає у встановленні необхідного зв'язку і правильного співвідношення між частинами одного навчального предмета на різних ступенях його вивчення. Поняття наступності характеризує також вимоги, що висуваються до знань та умінь учнів на кожному етапі навчання, до форм, методів і прийомів пояснення нового навчального матеріалу і до всієї подальшої роботи щодо його засвоєння» [5, с. 312].

Принцип наступності може бути реалізований в методиці формування понять, як показує практика, доцільно використати плани узагальнювального характеру, за якими розкривається суть того чи іншого поняття, закону тощо [4]. Бо саме вони є складовою змісту і понять основ усіх природничих наук. Оскільки деякі поняття розділу механіки є фізичними величинами, то можна запропонувати такий план розповіді узагальнювального характеру: властивість, що її характеризує дана фізична величина; її визначення; формула, покладена в основу визначення, зв'язок з іншими величинами; одиниці фізичної величини; способи її вимірювання.

Найперші та найбільш сприятливі можливості для формування понять з'являються на уроках природознавства. Проте з основними поняттями механіки учні стикаються значно раніше. Ще в дошкільному віці, бавлячись з іграшками, дитина дізнається, що вони можуть бути різної маси, довжини, об'єму. Отже, перше практичне ознайомлення з основними характеристиками тіла починається ще з іграшок та інших оточуючих дитину предметів.

Водночас з'являється нагода залучати учнів до проведення мисленого експерименту.

Велика кількість фізичної інформації, що її учні отримують у дошкільному віці та початкових класах за програмою, не завжди буває для них зрозумілою. Тому завдання природознавства як першого предмета, що «відповідає» за формування фізичних понять, властивостей предметів навколишнього світу, навести узагальнені поняття за загальним планом про розміри, об'єм, масу і звести ці відомості до певної системи.

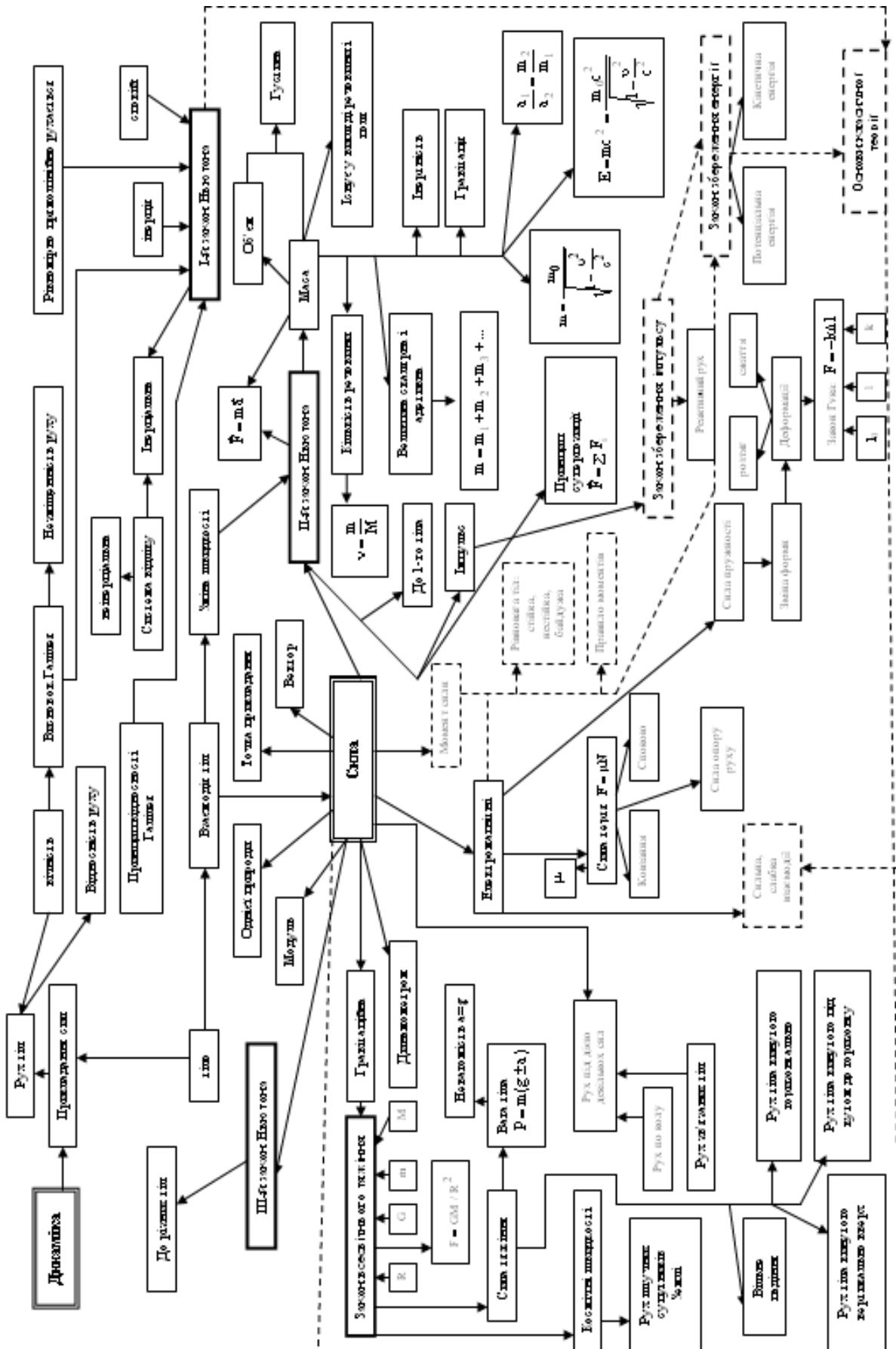


Рис. 1. Структурно-логічна схема розділу «Динаміка».

Таким чином, реалізація наступності сприяє кращому розумінню учнями явищ різної природи, закріпленню в їх свідомості поняття про єдність та різноманітність, що лежить, як правило, в основі

розвитку природи. Для знаходження спільного між тими чи іншими явищами, чи процесами необхідно в них сформувані чіткі й міцні знання в кожному навчальному предметі з урахуванням його специфіки.

Виходячи з сказаного, спробуємо встановити предметні та міжпредметні зв'язки в самому змісті навчального матеріалу та особливості методики здійснення цих зв'язків. Простежимо змістову наступність між природознавством і фізикою основної школи з розділу динаміки.

Саме в 5 класі формується перше наукове розуміння поняття маси. Тому сформувані знання треба так, щоб учень під час навчання фізики в 7—9 класах тільки їх доповнював і не переучувався.

В курсі природознавства маса, розглядається як одна з властивостей тіл. Тіла відрізняються не тільки розміром, формою, кольором, але і масою. Для порівняння мас різних тіл вводиться *еталон кілограма* ретельно виготовлений зразок у вигляді циліндрової гирі. Разом з позначенням маси вводиться її одиниця вимірювання (кг, грам, міліграм, та ін.), співвідношення між одиницями, *метод вимірювання маси* – зважування тіл за допомогою важільних терезів [4].

Згідно з чинною навчальною програмою шкільного курсу фізики, поняття про масу розглядається спочатку в 7 класі, в першій темі розділу «Будова речовини», та у 8 класі під час вивчення взаємодії тіл [7]. На основі дослідів і спостережень учні встановлюють, що всі тіла мають властивість гравітаційно взаємодіяти з іншими тілами (або всі тіла мають таку властивість, як інертність), потім роблять висновок про те, що існує ще міра цієї властивості, яку називають масою тіла. Така методика введення поняття про масу тіла формує неправильні уявлення про те, що всі тіла мають властивість — інертність (або гравітацію), а окремо ще існує фізична величина — маса, яка є мірою (характеристикою) цієї властивості. Не обґрунтовується, чому масу тіла як властивість зберігати свою швидкість можна вимірювати за допомогою терезів, адже так само вимірюють властивість тіла гравітаційно взаємодіяти із Землею [4, с. 117].

В основній школі учні опановують суть основних фізичних понять, оволодівають науковою термінологією, у них розвиваються експериментальні вміння. Курс фізики основної школи ґрунтується на пропедевтиці фізичних знань, тому правильна методика введення поняття про масу має розпочинатися з 5 класу. У 5—6 класах здобуті фізичні знання розвиваються в основному завдяки експериментальній діяльності, а головне — набувають емпіричного сенсу окремі фізичні терміни (одним з яких є маса) [4].

Таким чином, під час пропедевтичного вивчення поняття маси в курсі природознавства 5 класу необхідно орієнтуватися на таке: 1. У розділі 2 «Всесвіт як середовище життя людини» торкнутися питання гравітаційної взаємодії або всесвітнього тяжіння. Краще це зробити під час розгляду питань теми: «Сонце. Сонячна система. Рух планет навколо Сонця». Пояснити дітям, що не лише Земля, а й будь-яке тіло мають властивість притягувати тіла. 2. Виводячи поняття маси як характеристику тіла під час вивчення теми «Тіла і речовини, що оточують людину», ми розглядаємо масу саме як властивість тіла гравітаційно взаємодіяти з іншими тілами на прикладах, пов'язаних з повсякденним життям, не наголошуючи при цьому на самому означенні «маса». Наприклад, маса колоди дерева в багато разів більша за масу поліна з цього самого дерева. Таким чином, маси однорідних тіл тим більші, чим більший об'єм цих тіл. Якщо об'єми рівні, то й маси рівні.

Таке споріднення фізики з природознавством учні відчують ще більше, коли в 7 класі згідно з навчальною програмою вперше вводиться поняття про масу тіла. І вводиться означення маси — властивість тіла гравітаційно взаємодіяти з іншими тілами.

У 8 класі під час вивчення розділу «Взаємодія тіл» маса розглядається саме після вивчення явища інерції, поняття про масу вводиться як властивість тіла зберігати стан спокою або рівномірного прямолінійного руху за відсутності дії на нього інших тіл [2]. На основі цього аналізу робимо висновок про існування властивості тіл зберігати власну швидкість і вводимо назву цієї властивості — маса тіла (інертна маса тіла).

У 8 класі обов'язково треба з учнями підбити підсумок. Маса тіла — фізична величина, що в одних явищах (інерції) виявляється як властивість тіла зберігати стан спокою або рівномірного прямолінійного руху за відсутності дії на нього інших тіл, в інших явищах (тяжінні) — як властивість тіла гравітаційно взаємодіяти з іншими тілами. Маса тіла можна вимірювати або за зміною швидкостей тіл під час їх взаємодії, або за гравітаційним притяганням, наприклад до Землі. При цьому результат вимірювання буде однаковим.

Таким чином, поняття маси слід формувати в учнів протягом всього періоду здобуття середньої освіти на основі її властивостей. В 8 класі визначення маси пропонується дати з використанням двох властивостей, а потім, по мірі вивчення нових її властивостей розширювати його.

На завершальному етапі можна дати один з варіантів визначення маси, як скалярної фізичної величини, яка проявляє такі властивості: гравітаційні, інерційні, є мірою кількості речовини, є мірою повної енергії, є функцією швидкості, проявляється в речовинній і неречовинній (у вигляді поля) формах, є адитивною величиною. Такий підхід до вивчення поняття маси сприяє науковому розумінню фізичної картини світу на сучасному рівні розвитку науки.

Перші відомості *про силу* учні отримують з повсякденного досвіду. Вони зазвичай пов'язують її з мускульним зусиллям. Тому вже в курсі природознавства дається наукове формування *сили як характеристики дії одного тіла на інше, в результаті якого змінюється швидкість тіла*. Формування поняття продовжується на декількох уроках, і учні повинні засвоїти, що для кожної сили вказується точка додатку, напрям і модуль. Крім того, вводяться *позначення сили, одиниця вимірювання ньютон і спосіб вимірювання динамометр* [6].

Таким чином, обсяг і зміст більшості фізичних понять, у тому числі й поняття «сила» повинен формуватися поетапно: від простого (елементарного) до більш повного.

У підручнику з фізики для 7 класу процес вивчення поняття «сила» складається з таких основних етапів:

Початковий етап. Вводяться, розглядаються і фіксуються як означення якісні характеристики сили, розуміння яких доступне учням на базі раніше вивчених фізичних явищ, понять і фактів: сила – фізична величина; сила – причина зміни швидкості; сила – причина деформації; сила, подібно до швидкості, має напрям.

На другому етапі обсяг і зміст поняття «сила» розширюються й поглиблюються: розглядаються два види сил (сила тяжіння і сила пружності); вводиться одиниця сили; розглядається зв'язок між силою тяжіння і вагою тіла; наводяться варіанти конструкцій приладів для вимірювання сили.

Як окремий етап виділяється поняття «векторні величини» і на базі цього стверджуються, що: сила – векторна величина; дія сили на тіло залежить від її модуля, напрямку і точки прикладання.

На заключному етапі вводиться поняття «рівнодійна сила» і розглядається додавання двох сил [1].

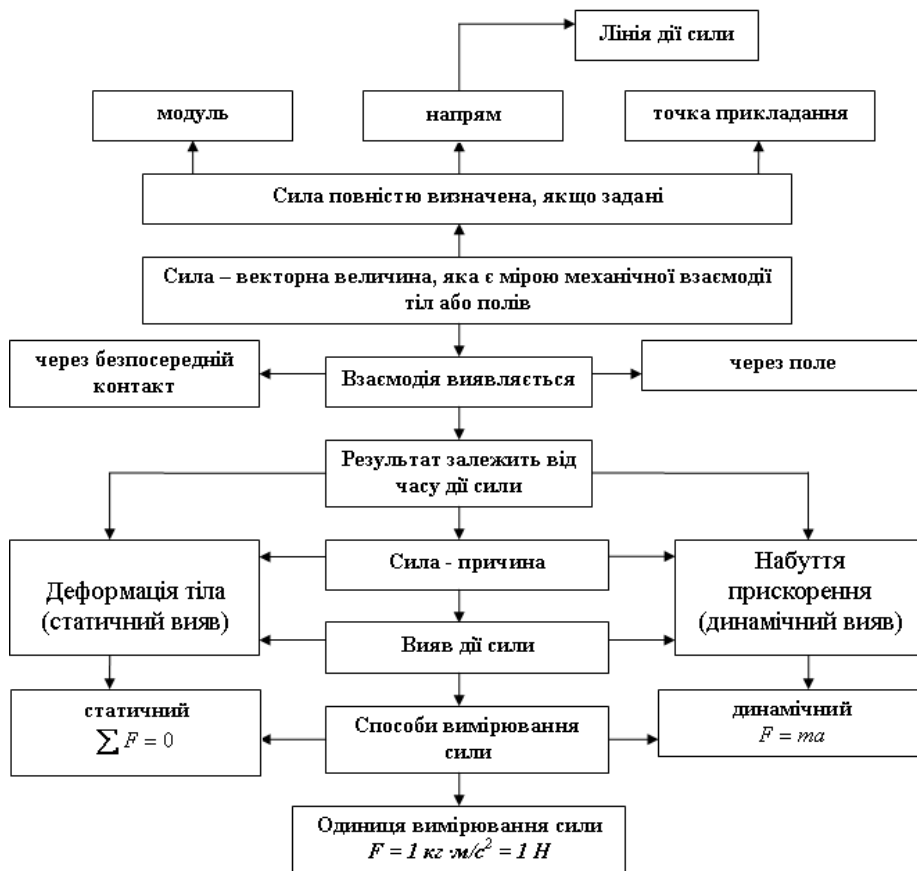


Рис. 2. Структурно-логічна схема поняття сили.

Нагадаємо, що сила виконує роботу, якщо є переміщення. Сила не виконує роботи, якщо переміщення немає або якщо переміщення перпендикулярне до прикладеної сили.

На нашу думку, основними недоліками цієї послідовності формування обсягу і змісту поняття «сила» є відсутність заключного визначення поняття «сила».

Поняття «сила» учні продовжують вивчати і в 10 класі, тому треба згадати всі основні елементи поняття і сформувати більш повне означення поняття «сила». Найлегше показати всі елементи і зв'язки поняття «сила» у вигляді схеми, рис. 2.

При вивченні деяких понять динаміки в 5-му класі виконуються майже всі дидактичні вимоги наступності всередині предмета. Але, на жаль, аналіз з огляду наступності між предметами одного і того ж циклу показав, що одні й ті ж самі питання, явища, величини повторюються з певним інтервалом часу (1,5 – 2 роки), тобто спочатку вивчаються в 5-му класі, а потім в 7-му, відповідаючи при цьому внутрішнім проблемам свого предмету і теми, без логіки формування фізичних уявлень та понять.

Для запобігання цього необхідно здійснити наступність на суміжних роках навчання «Природознавства» 5-6 класів, бо на цьому етапі майже не виконується, й дидактичні вимоги горизонтальної наступності вивчення фізичних понять, а окремі, не пов'язані між собою єдиною пізнавальною метою питання не формують собою визначену і цілісну систему. Те ж саме стосується наступності вивчення динаміки між 6-м і 8-м класом. Для усунення цього необхідно більше уваги приділяти наступності пізнавальної діяльності учнів, проведенню фронтального експерименту в класі і домашніх умовах, проведенню екскурсій. Останні є дуже важливими для учнів 5-6 класів, бо сприяють розкриттю фізичної суті явищ природи, з метою ілюстрації й закріплення вивчених фізичних закономірностей, процесів і явищ.

Література

1. Божинова Ф. Я. Фізика 7 клас: Підручник / Ф. Я. Божинова, М. М. Кірюхін, О. О. Кірюхіна. – Х.: Видавництво «Ранок», 2007. – 192 с.
2. Божинова Ф. Я. Фізика 8 клас: Підручник / Ф. Я. Божинова, І. Ю. Ненашев, М. М. Кірюхін. – Х.: Ранок – НТ, 2008. – 256 с.
3. Ильина Т. А. Структурно-системный подход к организации обучения. – М.: Знание, 1978. – 45 с.
4. Поняття маси в шкільному курсі фізики: зб. наук. праць студентів і молодих науковців “Фізика. Новітні технології навчання” / наук. ред. С. П. Величко. – Випуск № 8 – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2010. – 230 с.
5. Преемственность // Педагогическая энциклопедия. – М.: Советская энциклопедия, 1966. – Т. 4 – С. 312.
6. Програма для загальноосвітніх навчальних закладів. Природознавство, 5–6 кл. – К.: Перун, 2005.
7. Програма для загальноосвітніх навчальних закладів. Фізика. Астрономія. 7–12 кл. – К.: Перун, 2005.

Lazarenko D.S.

Features of studies of dynamics are at basic school

Kirovohrad Volodymyr Vynnychenko State Pedagogical University, Kirovohrad, Ukraine

In the articles considered the features of the system-structural approach to the study of the dynamics section in the school physics course and proposed approaches improve their teaching methods section dynamics.

Keywords: *dynamics, system structural approach, following principle, force, mass, energy, international frame of reference.*