

**Національний педагогічний університет  
імені М.П. Драгоманова**

**СЕМЕЩУК Ігор Лаврентійович**

УДК: 371.321+ 004.942

**ФОРМУВАННЯ ОСНОВНИХ ПОНЯТЬ МЕХАНІКИ  
В КУРСІ ФІЗИКИ СЕРЕДНЬОЇ ШКОЛИ З ВИКОРИСТАННЯМ  
СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

13.00.02 –теорія та методика навчання фізики

**Автореферат**

дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата педагогічних наук

Київ - 2005

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано у Міжнародному університеті “Рівненський економіко-гуманітарний інститут” імені академіка Степана Дем’янчука, Міністерство освіти і науки України.

**Науковий керівник:** кандидат педагогічних наук, доцент

**Набочук Юрій Костянтинович,**

Міжнародний університет “Рівненський економіко-гуманітарний інститут”

імені академіка Степана Дем’янчука, доцент кафедри математичного

моделювання.

**Офіційні опоненти:** доктор педагогічних наук, професор

**Сусь Богдан Арсентійович,**

Національний технічний університет України „Київський політехнічний інститут”, професор кафедри загальної і теоретичної фізики;

кандидат педагогічних наук, старший науковий співробітник

**Костюкевич Дмитро Якович,**

Інститут педагогіки АПН України, старший науковий співробітник лабораторії математичної і фізичної освіти.

**Провідна установа:** Кам’янець-Подільський державний університет, кафедра фізики та

методики викладання дисциплін технологічної освітньої галузі,

Міністерство освіти і науки України,

м. Кам’янець-Подільський.

Захист відбудеться 22 березня 2005 року о 14 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.053.03 у Національному педагогічному університеті імені М.П.Драгоманова, 01601, м. Київ, вул. Пирогова, 9.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Національного педагогічного університету імені М.П.Драгоманова, 01601, м. Київ, вул. Пирогова, 9.

Автореферат розіслано „\_\_\_” лютого 2005 р.

**Вчений секретар**

**спеціалізованої вченої ради**

**Щвець В.О.**

### ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність дослідження.** Завдання, поставлені державною програмою „Освіта” („Україна XXI століття”) щодо реформування змісту освіти, передбачають пошук нових підходів до структурування знань як засобу цілісного розуміння та пізнання світу, створення передумов для розвитку здібностей молоді, формування готовності і здатності до самоосвіти, системне застосування нових педагогічних, інформаційних технологій. Ефективність реалізації завдань реформування освіти значною мірою залежить від культуротворчої, зокрема фізичної, освіти – одного з найважливіших компонентів людської культури.

Наразі зріс інтерес до з'ясування співвідношення фізичної науки та навчального предмета, наукового пізнання та навчання, системності знань. Сучасна концепція фізичної освіти вибудовується на основі синтезу провідних ідей, поглядів, настанов, теорій, розроблених та апробованих внаслідок науково-пошукової діяльності П.С. Атаманчука, О.І. Бугайова, С.П. Величка, С.У. Гончаренка, А.М. Гуржія, М.І. Жалдака, Ю.О. Жука, Є.В. Коршака, Д.Я. Костюкевича, О.І. Ляшенка, М.Т. Мартинюка, А.І. Павленка, В.Ф. Савченка, О.В. Сергєєва, З.І. Слєпкань, Б.А. Суся, М.І. Шута та ін. Основна увага звертається на глибоке осмислення фізичних законів і понять, на уміння застосовувати їх до виконання практичних завдань. Проте аналіз шкільної практики свідчить, що учні часто засвоюють означення поняття без розуміння його суті, оперують термінами без усвідомлення наявних істотних ознак, відчують труднощі у класифікації і систематизації понять. Наявна суперечність між завданнями формування у школярів фізичних знань, які передбачені нормативними документами, та недостатнім рівнем їх розв'язання передбачає здійснення спеціально організованого процесу формування понять, що дозволить поєднати процеси навчання і розвитку учнів.

Проблема формування наукових понять привертала увагу багатьох видатних діячів педагогічної науки: Я.А. Коменського, Й.Г. Песталоцці, К.Д. Ушинського, В.О. Сухомлинського, К.П. Ягодовського. Значний інтерес викликають результати наукових досліджень про визначальні чинники формування в учнів понять, а саме: способи поєднання слова вчителя і наочності (Л.В.Занков, Г.С.Костюк); місце аналізу і синтезу в процесі формування понять (Д.М.Богоявленський, Н.О.Менчинська); роль порівняння, абстрагування та узагальнення (П.Я.Гальперін, Д.Б. Ельконін, Т.Г. Кагальняк, В.О. Онищук, В.Ф. Паламарчук, О.Я. Савченко, Т.Ф.Тализіна); важливість усвідомлення істотних і неістотних ознак, що зазнають варіації (Є.М.Кабанова-Меллер) тощо.

У теорії навчання відомі напрями, які концентрують і збагачують прогресивний досвід учених щодо формування наукових понять в учнів. До них належать: теорія поетапного формування розумових дій П.Я.Гальперіна і Т.Ф.Тализіної; теорія змістового узагальнення В.В.Давидова і Д.Б.Ельконіна; теорія навчання школярів на підвищеному рівні складності

Л.В.Занкова; концепція формування й розвитку загально-навчальних умінь і навичок В.Ф. Паламарчук, О.Я. Савченко.

В умовах інтенсифікації навчання провідне місце займають такі поняття, на яких базується формування цілісних уявлень про природу. Важливо правильно визначити дидактичну систему головних понять фізики. При цьому особливого значення набувають проблемно-дослідницькі методи навчання, пов'язані з використанням нових інформаційних технологій навчання. Сучасні інформаційні технології навчання фізики дозволяють раціоналізувати структуру й зміст викладання, модернізувати форми і методи навчання. Проблеми визначення змісту шкільного курсу фізики з використанням елементів електроніки та обчислювальної техніки розглядалися у роботах О.І. Бугайова, Г.М. Гайдучка, С.У. Гончаренка, А.А. Євсюкова, О.Ф. Кабардіна, Є.В. Коршака, Б.Ю. Миргородського, Б.Ш. Перкальскіса, Н.М. Шахмаєва.

Шляхи підвищення ефективності навчання з використанням різних технічних засобів навчання та інформаційних технологій (комп'ютеризації навчання) розглянуті у працях А.П.Беляєва, В.П.Безпалька, Я.А.Ваграменко, А.П.Єршова, М.І.Жалдака, В.М.Зеленіна, О.А.Кузнєцова, Є.І. Кузнєцова, Ю.К.Кузнєцова, В.В.Лаптева, М.П.Лапчика, А.Е.Марона, Ю.І.Машбіця, А.Г.Мордковича, Н.В.Морзе, І.А.Румянцева та інших вчених. У роботах цих авторів розглянуті також способи класифікації педагогічних програмних засобів (ППЗ) і проблеми комп'ютеризації природничих дисциплін.

Створення високоякісного програмного забезпечення та формування основ інформаційної культури школярів знайшли своє відображення в працях О.І. Бугайова, А.П. Єршова М.І. Жалдака, Ю.І. Машбіця, Ю.С. Рамського та інших.

Упровадження сучасних інформаційних технологій навчання розкриває великі можливості для істотного зменшення навчального навантаження і водночас інтенсифікації навчального процесу, надання навчально-пізнавальній діяльності творчого, дослідницького спрямування, яке природно приваблює школяра, результати якого приносять учню задоволення, стимулюють бажання працювати, набувати нових знань.

Нагромаджений вітчизняний та світовий досвід використання інформаційних технологій в освіті свідчить, що процес їх упровадження вимагає гармонійного поєднання традиційних педагогічних технологій та сучасних інформаційно-комунікаційних. Наразі вже зроблено перші кроки у теоретичному обґрунтуванні застосування комп'ютерної техніки в процесі вивчення різних предметів, накопичено певний досвід практичного використання комп'ютера для супроводу навчального процесу під час вивчення фізики, проведено низку наукових досліджень з вивчення впливу сучасних інформаційних технологій на розумовий розвиток учнів і студентів, їх навчально-пізнавальну активність, на розкриття інтелектуального потенціалу та творчих здібностей (В.П.Бригинець, Ю.М.Галатюк, В.Г. Гриценко, О.М. Желюк, Ю.О. Жук, М.В. Каленик, В.П. Муляр, А.М. Сільвейстр, В.І. Сумський, І.О. Теплицький, С.О. Подласов, Г.Д. Холмська,

А.М. Ясінський та інші). У цьому плані важливе значення мають роботи Ю.В.Горошка, А.П.Єршова, М.І.Жалдака, Т.В.Зайцевої, С.М.Маланюка, Н.В.Морзе, А.В.Пенькова, Є.М.Смірної та ін., в яких досліджувався вплив зазначених вище чинників на процес навчання математики та інформатики. Результати досліджень переконливо свідчать про незаперечні переваги раціонального поєднання традиційних методичних систем навчання із сучасними інформаційно-комунікаційними технологіями.

Водночас практично відсутнє педагогічно обґрунтоване методичне забезпечення навчального процесу, орієнтоване на системне використання засобів сучасних інформаційно-комунікаційних технологій під час вивчення шкільних курсів математики, фізики та інших предметів. За незначними винятками, відсутнє україномовне програмне забезпечення для комп'ютерного супроводу вивчення фізики, хімії, математики та інших навчальних дисциплін. Недостатньо навчально-методичної літератури для вчителів, навчальних посібників для учнів загальноосвітніх навчальних закладів і навіть студентів вищих педагогічних закладів освіти, які розкривали б напрями і можливості використання сучасних інформаційно-комунікаційних технологій під час вивчення навчальних предметів. Потрібно розуміти, що формальна наявність обладнання та програмного забезпечення не дадуть бажаного ефекту доти, доки самі вчителі не будуть підготовлені до користування ними та не оцінять переваг їх застосування. Використання комп'ютерних програм вносить істотні зміни в діяльність педагога, ставить нові вимоги до професійної майстерності у викладанні предметів, вимагає чіткої організації диференційованої та індивідуальної роботи з кожним учнем під час навчально-виховного процесу.

Таким чином, існує суперечність між об'єктивною необхідністю удосконалення процесу формування основних понять шкільного курсу фізики (механіки) і перспективами використання сучасних інформаційних технологій для реалізації цього завдання, з одного боку, і відсутністю цілісної методики навчання на основі сучасних інформаційних технологій, з іншого боку. Необхідність і можливість розв'язання цієї суперечності і визначають вибір теми дослідження.

### **Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.**

Дисертаційне дослідження виконано в рамках комплексної програми „Комп'ютерно-орієнтовані методичні системи навчання природничих дисциплін в середніх загальноосвітніх та вищих педагогічних навчальних закладах”, код державної реєстрації 0101U002751. Тема дослідження узгоджувалася з науковою темою та комплексною програмою „Психолого-педагогічні та економічні основи гуманізації виховання та навчання в школах та вищих навчальних закладах”, яка розробляється у Міжнародному університеті „Рівненський економіко-гуманітарний інститут” імені академіка Степана Дем'янчука.

Тему дисертації затверджено на засіданні Вченої Ради Міжнародного Університету „РЕГІ” імені академіка Степана Дем'янчука (протокол №4 від 29 листопада.2001 року), за координовано

на засіданні бюро Ради АПН України з координації наукових досліджень в галузі педагогіки та психології в Україні (протокол №1 від 27 січня 2004 року)

**Об'єктом дослідження** є процес формування основних понять механіки в курсі фізики загальноосвітнього навчального закладу.

**Предметом дослідження** є комп'ютерно-орієнтовані технології навчання фізики та інформаційно-методичне забезпечення процесу формування понять механіки в курсі фізики загальноосвітньої школи.

**Мета дослідження** полягає у вдосконаленні методики формування основних понять механіки в шкільному курсі фізики на основі використання комп'ютерно-орієнтованих технологій навчання.

**Гіпотеза дослідження** – використання інформаційно-комунікаційних технологій в процесі навчання фізики в загальноосвітньому навчальному закладі за умови виконання необхідних дидактичних умов та методичних рекомендацій забезпечить: а) ефективність формування основних понять механіки шкільного курсу фізики за рахунок гармонійного поєднання традиційних методик навчання та сучасних інформаційно-комунікаційних технологій; б) вищий ступінь сформованості основних прийомів розумової діяльності учнів; в) поетапність і цілісність навчальної роботи школярів.

Необхідними педагогічними умовами формування основних понять механіки курсу фізики середньої школи з використанням сучасних інформаційних технологій виступатимуть: системність використання цих технологій; врахування пізнавальних можливостей та вікових особливостей учнів.

Відповідно до мети і висунутої гіпотези сформульовано такі **завдання дослідження**:

1. Здійснити аналіз психолого-педагогічних умов формування понять шкільного курсу фізики.
2. Удосконалити зміст і структуру процесу формування основних понять механіки та визначити їх взаємозв'язки під час вивчення механічних явищ у курсі фізики загальноосвітнього навчального закладу.
3. Обґрунтувати методичні особливості використання педагогічного програмного засобу GRAN1 під час формування основних понять механіки в шкільному курсі фізики.
4. Розробити окремі компоненти комп'ютерно-орієнтованої системи під час формування основних понять механіки шкільного курсу фізики.
5. Визначити чинники впливу сучасних інформаційних технологій на підвищення ефективності формування основних понять механіки.
6. Експериментально перевірити ефективність використання програми GRAN1 під час формування основних понять механіки в шкільному курсі фізики загальноосвітнього навчального закладу.

**Методологічну основу** дослідження становлять положення національної доктрини розвитку освіти України у XXI столітті, основні положення Закону України „Про освіту”, Державної національної програми „Освіта (Україна XXI століття)”; принципи дидактики (наочності, доступності і послідовності); системний підхід до цілісних педагогічних процесів і явищ; урахування сучасних психолого-педагогічних теорій, а саме: теорії пізнання, теорії розвивального навчання, теорії поетапного формування знань, вмінь і навичок, теорії діяльнісного підходу до навчання, теорії інноваційних технологій, наукові закономірності розвитку особистості, теорії і практики фізичної освіти учнів.

**Методи дослідження.** У процесі дослідження використовувалися такі теоретичні та емпіричні методи:

- аналіз психолого-педагогічної та методичної літератури з проблеми дослідження;
- систематизація сучасних вітчизняних і зарубіжних програмних педагогічних засобів;
- спостереження за ходом навчального процесу;
- аналіз самостійних і контрольних робіт учнів;
- проведення діагностичних робіт, анкетування, бесід, тестування;
- аналіз експериментальних результатів дослідження.

Використовувалися такі теоретичні методи: теоретичний аналіз філософської, психологічної, методичної літератури та періодичних видань, вивчення передового досвіду удосконалення форм і методів використання комп'ютерно-орієнтованих технологій на уроках фізики.

Застосовувались наступні емпіричні методи: анкетування батьків, учителів, учнів; бесіди з учнями та учителями; спостереження за уроками та їх аналіз; дослідницько-пошукова робота автора; педагогічний експеримент - констатувальний, пошуковий, формувальний; наукове передбачення, узагальнення й систематизація отриманих результатів.

**Наукова новизна** роботи:

- вперше запропоновано, науково обґрунтовано і експериментально апробовано компоненти комп'ютерно-орієнтованої методичної системи формування основних понять механіки шкільного курсу, що забезпечує педагогічно ефективний розвиток основних прийомів загальної розумової діяльності учнів на основі використання сучасних інформаційних технологій;
- визначено шляхи і обґрунтовано методичні засади формування основних понять механіки шкільного курсу фізики на основі сучасних інформаційних технологій;
- розроблена технологія застосування методів математичної статистики під час обчислення похибок вимірювання фізичних величин та методу найменших квадратів при поданні результатів фізичного експерименту з використанням програми GRAN1.

**Теоретичне значення** дослідження:

- розроблено окремі компоненти комп'ютерно-орієнтованої методичної системи формування основних понять механіки шкільного курсу фізики;

- на основі проведеного структурування навчального матеріалу розділу “Механіка” шкільного курсу фізики побудовано модель процесу формування теоретичної системи понять як повної орієнтувальної основи дій, розроблено інваріанти систем понять розділу “Механіка”, складеного за традиційною для класичної механіки послідовністю введення основних понять шкільного курсу фізики;

- запропонована сукупність методичних прийомів використання програмних педагогічних засобів під час навчання фізики;

- одержані висновки можуть бути використані для розв’язування проблеми інтенсифікації та індивідуалізації процесу навчання у вивченні інших розділів курсу фізики.

#### **Практичне значення роботи.**

У процесі дослідження удосконалена методика, яка:

- дозволяє інтенсифікувати процес формування основних понять механіки шкільного курсу фізики засобами комп’ютерно-орієнтованих технологій;

- забезпечує диференційоване формування знань та вмінь учнів;

- сприяє розвитку в учнів навичок дослідницької роботи та творчого мислення;

- активізує самостійну роботу учнів.

**Пропозиції щодо використання результатів дослідження.** Результати дослідження можуть бути використані у навчально-виховному процесі під час вивчення механіки в курсі фізики загальноосвітньої школи. Використання матеріалів дослідження доповнить методику викладання розділу "Механіка" розробленими компонентами комп’ютерно-орієнтованої системи навчання, допоможе вчителю усунути ті труднощі, які виникають під час засвоєння основних понять механіки в шкільному курсі фізики, сприятиме формуванню в учнів стійкого інтересу як до вивчення фізики, так і до курсу "Основи інформатики".

**Апробація та впровадження результатів дослідження.** Основні положення і результати дослідження доповідалися, обговорювалися і отримали схвалення на міжнародних наукових конференціях: ”Психолого-педагогічні основи гуманізації навчально-виховного процесу в школі та вузі” (м.Рівне, Міжнародний університет “Рівненський економіко-гуманітарний інститут” імені академіка Степана Дем’янчука, 2001р., 2002р., 2003р.), на VII Всеукраїнській конференції “Фундаментальна та професійна підготовка фахівців з фізики” (м.Київ, НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2002р.), на V Всеукраїнській науково-практичній конференції “Комп’ютерне моделювання та інформаційні технології в науці, економіці та освіті” (м.Черкаси, Інститут соціального управління, економіки і права, 2003р.), на Всеукраїнській конференції “Управління процесом підготовки вчителів природничо-математичних дисциплін в умовах реформи освіти”, присвяченій 50-річчю кафедри методики викладання фізики Національного педагогічного університету ім.М.П.Драгоманова (м.Київ, НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2003р.).

Основні теоретичні положення та висновки дисертації знайшли відображення у 11



публікаціях. Оpubліковано методичні рекомендації для вчителів середніх шкіл, які було використано при проведенні експерименту.

Одержані результати дослідження впроваджено в роботу загальноосвітніх шкіл Рівненського району Рівненської області (довідка райво №232 від 22.06.2004р.) загальноосвітніх шкіл Костопільського району Рівненської області (довідка райво №891 від 31.08.2004р.), загальноосвітньої школи №13 міста Ковеля Волинської області (довідка №154 від 14.06.2004р.), та загальноосвітньої школи №4 міста Кременця Тернопільської області (довідка №134 від 15.06.2004р.).

Апробація компонентів комп'ютерно-орієнтованої системи навчання в навчальному процесі дозволила уточнити загальні методичні засади формування основних понять механіки на основі педагогічно виправданого поєднання традиційних методичних систем навчання та сучасних інформаційно-комунікаційних технологій.

**Особистий внесок здобувача** полягає у розробці компонентів комп'ютерно-орієнтованої методичної системи формування основних понять механіки шкільного курсу фізики; створенні інваріантів систем понять розділу “Механіка”; розробці системи завдань і вправ, що забезпечує ефективність процесу формування основних понять механіки на основі розроблених компонентів комп'ютерно-орієнтованої методичної системи; розробці технології застосування методів математичної статистики під час обчислення похибок вимірювання фізичних величин та методу найменших квадратів при поданні результатів фізичного експерименту з використанням програми GRAN1; створенні навчального посібника для вчителів „Комп'ютер на уроках фізики”, рекомендованого МОН України; особистій участі в експериментальному навчанні фізики. Використані в дисертації ідеї та розробки належать автору, співавтори брали участь у їх обговоренні та впровадженні в навчально-виховний процес.

**Структура дисертації.** Дисертація складається зі вступу, трьох розділів і висновків до них, загальних висновків, списку використаних джерел та додатків до дисертації. Повний обсяг дисертації становить 247 сторінок, з яких 183 сторінки основного тексту. У тексті міститься 20 таблиць, 62 рисунки, 7 додатків.

## **ОСНОВНИЙ ЗМІСТ ДИСЕРТАЦІЇ**

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми, визначено об'єкт і предмет дослідження, сформульовано мету, гіпотезу, завдання та методи дослідження, розкрито наукову новизну і практичне значення роботи, наведено відомості про апробацію і впровадження її результатів.

У першому розділі “Теоретичні основи формування основних понять механіки в курсі фізики середньої школи з використанням сучасних інформаційних технологій” проведено аналіз сучасних психолого-педагогічних основ удосконалення методики формування основних понять механіки, з’ясовано сутність вихідних термінів досліджуваної проблеми (“поняття”, “ознаки поняття”, “зміст поняття”, “обсяг поняття”, “процес формування поняття”) з позиції логіко-філософської науки, розкрито питання використання деяких психолого-педагогічних теорій при формуванні понять в процесі навчання учнів, розглянуто різні підходи до формування основних прийомів розумової діяльності і вплив комп’ютерно-орієнтованих технологій на систему психолого-дидактичних і методико-психологічних закономірностей навчання.

В основу процесу формування основних понять механіки в курсі фізики загальноосвітньої школи доцільно покласти такі методичні засади:

1. Основи фізики, що складають головну частину навчального предмета, містять у собі найважливіші теоретичні системи знань, адекватні науковим, що відображають у своєму змісті основні об’єкти і проблеми фізики. Ці знання передаються учням не в готовому, завершеному вигляді, а формуються в активній діяльності, вони засвоюються у формі відкритих теоретичних систем, що розвиваються.

2. Узагальнення окремих понять у теоретичні системи є необхідною умовою комплексного розв’язання завдань навчання, виховання і розвитку учнів. Вони складають головний зміст навчального предмета, об’єкт напруженої розумової діяльності учнів. Опора на загальну систему понять про простір і час, рух і взаємодію тіл дозволяє спрямувати процес навчання на формування творчої особистості.

3. Формування загальних теоретичних систем понять у предметному навчанні будується на основі системного, концептуального і діяльнісного підходів, широкої реалізації методів пізнання.

4. Прояв у навчанні двоєдиної сутності загальних теоретичних понять – концептуального відображення фізичної природи і одночасно основи розумової діяльності, можливий лише за умови відповідного структурування їхнього змісту.

5. Формування теоретичних систем понять у навчанні фізики можливе лише на основі “бачення” цілісності цього процесу і перспектив розвитку основних фізичних понять.

6. Важливим засобом концентрації змісту й структури системи загальних понять, методом формування й інструментом оперування поняттями є символіко-графічні позначення, що істотно прискорюють розвиток мислення учнів. Активне застосування позначень у процесі формування систем фізичних понять можливе лише після того, як учні усвідомили їх значення та зміст і набули умінь здійснювати відповідну діяльність.

7. Творча діяльність можлива після того, як в учнів будуть сформовані абстрактні інваріанти основних систем понять курсу фізики.

8. Системне засвоєння фізичних понять є основою формування наукового світогляду й мислення учнів.

Поєднання окремих понять у загальні теоретичні системи розглядається нами як необхідна умова комплексного вирішення завдань навчання, виховання і розвитку учнів. Вони складають головний зміст навчального предмета, об'єкт напруженої розумової діяльності учнів.

Структурування забезпечує ущільнення змісту, виділення раціональної структури системи понять, її інваріанта.

Важливим моментом у виділенні інваріантів систем понять є моделювання. Моделювання навчального процесу з погляду його змістовно-процесуального проходження передбачає відокремлення інваріантних складових цього процесу, які визначають його зміст і взаємодію учителя й учнів.

Схема, подана на рисунку 1, дає можливість визначити структуру і послідовність дій учителя й учнів при формуванні теоретичних систем понять.

Рис. 1. Схема формування теоретичних систем понять

Алгоритм дій вчителя включає:

1. Добір і всебічний аналіз абстракцій і первинних понять, які входять до загальної системи як її окремі сторони й компоненти.
2. Перетворення сукупності цих знань на основі змістового узагальнення в єдине ціле, виділення в ньому вихідних відношень, вузлових понять і їхніх блоків, встановлення їхніх зв'язків, тобто внутрішньої структури системи (її інваріанта).
3. Моделювання інваріанта системи і символіко-графічна матеріалізація його, визначення функцій системи і шляхів їх реалізації.
4. Концептуальне осмислення результатів структурування, пошук загального принципу і шляхів перетворення абстрактного інваріанта системи в розвинуте конкретне знання про предмет.
5. Добір і розв'язування пізнавальних задач з відтворення структури загального поняття, збагачення і конкретизації його змісту на основі комп'ютерно-орієнтованих технологій.

Структурування понятійного апарату розділу “Механіка” курсу фізики IX класу, складеного за традиційною для класичної механіки послідовністю введення основних понять у шкільному курсі фізики, дало змогу виділити три таких інваріанти: “рух”, “взаємодія”, “енергія” (рис. 2-4).

Рис. 2. Інваріанта системи „РУХ”

Рис. 3. Інваріанта системи „Взаємодія”

Рис.4. Інваріанта системи „Енергія”

Отже, можна стверджувати, що основними поняттями є: система відліку, матеріальна точка, механічний рух, траєкторія, шлях, переміщення, швидкість, взаємодія, прискорення, сила, маса, енергія.

Розроблені нами компоненти методичної системи будуються на основі таких принципів:

1. Відповідність компонентів методичної системи моделі цілісного процесу формування систем понять.

2. Взаємозв'язок і розвиток усіх компонентів цього процесу.

3. Відображення специфіки змісту предмета й особливостей фізичного пізнання.

4. Єдність понять і способів дій з ними, знань і умінь.

5. Синхронність навчання.

6. Пізнавальна активність і самостійність учнів.

Процес формування систем понять дозволяє використання інтегруючої, пояснювальної та прогностичної функцій навчання, що стимулюють творчу діяльність і пізнавальну самостійність учнів. Це передбачає з'ясування шляхів, принципів та методичних засад формування фізичних понять.

Утворити абстрактні інваріанти більшості систем фізичних понять можна вже в перший рік вивчення фізики, а їхню абстрактність з'ясувати в ході подальшої конкретизації систем понять шляхом залучення варіативного матеріалу. Формування на цьому абстрактному рівні системи фізичних понять дозволить:

а) розкрити походження основних фізичних понять і їхнє місце в системі;

б) активно використати метод сходження від абстрактного до конкретного в навчально-пізнавальній діяльності учнів;

в) посилити міжпредметні та внутрішньопредметні зв'язки понять;

г) активізувати творчу діяльність учнів з пояснення, прогнозування, моделювання, здійснення евристичного пошуку знань;

д) системно засвоїти розмаїття явищ і процесів у вигляді теоретичного концентрату знань і згорнутих способів дій;

е) посилити в навчанні рефлексію, самоорганізацію і самоконтроль.

Проведений аналіз теоретичних основ формування понять механіки дозволив виділити напрямки удосконалення компонентів методичної системи та визначити організаційно-методичні засади процесу формування системи основних понять механіки.

**У другому розділі “Методика формування основних понять механіки в курсі фізики середньої школи з використанням сучасних інформаційних технологій”** аналізуються

організаційно-методичні засади формування системи основних понять механіки та особливості використання сучасних інформаційно-комунікаційних технологій.

У цьому розділі доведена необхідність використання комп'ютерно-орієнтованих технологій, зокрема ППЗ GRAN1 та ППЗ GRAN-2D, для підвищення ефективності формування понять механіки. Під час роботи з цими педагогічними програмними засобами учень нібито “занурюється” у певне середовище. При цьому є можливість велику увагу приділити формуванню узагальнених умінь широкого призначення, передусім умінь аналізувати умову задачі, намічати стратегію її розв'язування, план, контроль за правильністю тощо. Переваги таких комп'ютерних середовищ полягають у наданні учневі можливостей вести активну практичну діяльність, яка має риси пізнавальної та дослідницької, використовувати найсучасніші інформаційні технології як інструмент творчого процесу пізнання.

Методика формування основних понять механіки шкільного курсу фізики з використанням сучасних інформаційно-комунікаційних технологій розглянута на прикладі формування системи понять в інваріанті “Рух”, „Взаємодія” та „Енергія”.

Технологія впровадження програми GRAN1 та GRAN-2D для розв'язування задач, побудови й аналізу математичних моделей досліджуваних явищ, оцінки результатів фізичного експерименту показала нові можливості для активізації пізнавальної діяльності учнів, ефективного формування понять механічного руху, переміщення, швидкості та надання результатам навчання практичної значимості.

Навчальні результати і навчальні досягнення учнів свідчать, що використання програми GRAN1, GRAN-2D

а) дозволяє на основі графічних можливостей комп'ютерного подання функціональних або статистичних залежностей між досліджуваними фізичними величинами усвідомити зв'язки між відповідними поняттями;

б) сприяє підвищенню ефективності формування розумових операцій аналізу та синтезу завдяки можливостям використання названих ППЗ для проведення аналізу умов та вимог фізичних задач, синтезу наявних фактів. Відбувається не тільки аналіз як з того, що вимагається знайти в задачі, вийти на те, що задано в умові задачі, але й процес встановлення співвідношення між алгоритмом розв'язування задачі та можливостями використання програми GRAN1 при її розв'язуванні;

в) допомагає не тільки полегшити етап розв'язування задачі всередині моделі за рахунок виконання громіздких обчислень, але й генерувати певні ідеї стосовно методів розв'язування задач, перевіряти правильність отриманих результатів, вибирати більш раціональні шляхи розв'язування;

г) створює умови для подальшого унаочнення не тільки абстрактних математичних, але і фізичних понять, збільшення арсеналу засобів пізнавальної діяльності, опанування сучасними методами наукового пізнання, розширення кола задач і дослідницьких робіт;

г) сприяє посиленню міжпредметних зв'язків фізики та математики в основному через математичне моделювання явищ і процесів та статистичний аналіз експериментальних даних;

д) підвищує об'єктивність і оперативність контролю знань за рахунок усунення елементів суб'єктивності в стосунках учителя і учня, з'являються можливості для самоперевірки знань, самоаналізу і самооцінки.

**Третій розділ** присвячений організації, проведенню та аналізу результатів педагогічного експерименту. Експериментальну перевірку основних положень дослідження здійснено в три етапи: констатуючий експеримент, етап пошукового експерименту, етап формуючого експерименту.

Перший етап – *констатуючий експеримент* був проведений протягом 1998-2000р.р. Результати констатуючого експерименту засвідчили, що учні мають недостатній рівень володіння інтелектуальними вміннями, такими як аналіз, порівняння, синтез, абстрагування, узагальнення, а також уміннями практичного характеру (обчисленнями, вимірюваннями, складання електричних кіл тощо). До об'єктивних причин такого становища слід віднести зменшення кількості годин на вивчення предмета, що призводить до різкого розходження між темпами росту об'єму знань, що підлягають вивченню, та темпами росту рівнів сформованості пізнавальних умінь, необхідних для переробки та засвоєння зростаючого об'єму знань, визначеного програмами. Виявлено, що більшість учнів не може виділити істотні ознаки понять, не розуміє, що таке обсяг і зміст поняття, не розрізняє їх (69,5%). Розумова дія розпізнавання недостатньо сформована у 47,7% учнів. Ще гірші показники виявлено при виконанні операцій стосовно встановлення підпорядкованості одного поняття іншому (73,3%), що свідчить про низький рівень таких розумових дій, як аналіз і синтез. Аналіз результатів розв'язування завдань на узагальнення понять дозволив зробити висновок про сформованість операції систематизації в цілому. Виявилось, що лише 32,9% учнів правильно або частково правильно виконали ці завдання.

Аналіз отриманих результатів педагогічного експерименту, спостережень за навчальною діяльністю учнів на уроках, планів роботи вчителів фізики різних шкіл засвідчив, що формування розумових дій учнів здійснюється стихійно, епізодично, причому навіть виділені програмою дії та операції не стали предметом самостійного засвоєння, знання не включаються у відповідні види навчальної діяльності, а отже, залишаються формальними. Уроки зводяться до пояснення вчителем нового матеріалу і опитування вивченого або до різних форм бесід, перетворюються в уроки тренувальних вправ на закріплення знань і вмінь учнів.

На другому етапі (2000-2002р.р.) проводився *пошуковий експеримент*, мета якого полягала у виявленні шляхів удосконалення процесу формування основних понять механіки шкільного курсу фізики, ефективних форм проведення уроків з використанням комп'ютерно-орієнтованих технологій, підвищення рівня володіння основними прийомами розумової діяльності. Проходив добір і апробація педагогічних програмних засобів, вивчалися дидактичні і психологічні вимоги до комп'ютерних навчальних програм, аналізувалися можливості підвищення навчально-пізнавальної

діяльності учнів і удосконалення методики проведення контролю і управління навчальною діяльністю.

На третьому етапі (2002-2004р.р.) проводився *формуючий експеримент*. Отримані в ході дослідження матеріали підлягали якісному і кількісному аналізу. Зроблено відповідні висновки і скоригована методична система стосовно проблем, що досліджувалися. Використавши критерій Пірсона ( $\chi^2$ ) для статистичної перевірки гіпотез було доведено, що експериментальні та контрольні групи, учні з яких задіявались в експерименті, статистично однакові.

Результати експерименту оцінювалися на основі тестових контрольних робіт. Для визначення ефективності розробленої методики було проведено порівняльний аналіз виконання цих робіт. Нульова гіпотеза полягала в припущенні, що вищий рівень знань в експериментальних групах пояснюється випадковими факторами, а альтернативна - більш високий рівень знань пояснюється результатом упровадження запропонованої методики.

Для встановлення на прийнятному рівні значущості ( $\alpha=0,05$ ) узгодження чи неузгодження гіпотези з проведеними спостереженнями було використано двосторонній критерій Пірсона ( $\chi^2$ ). За формулою

$$T_{експ} = \frac{1}{n_1 \cdot n_2} \sum_{i=1}^c \frac{(n_1 \cdot f_{2i} - n_2 \cdot f_{1i})^2}{f_{1i} + f_{2i}}$$

обчислено значення статистики критерію  $T_{експ}$  досліджуваної випадкової величини. Після порівняння отриманого значення  $T_{експ}$  з  $T_{крит}$  з'ясувалося, що  $T_{експ} > T_{крит}$ . Отже, експериментальна і контрольна вибірки мають статистично значущі відмінності, що є підставою відхилення нульової гіпотези і прийняття альтернативної.

Результати статистичної обробки дозволяють припустити, що більш високий рівень знань учнів в експериментальних групах у порівнянні з контрольними пояснюється результатом упровадження запропонованої методики. Вони відображають вплив комп'ютерно-орієнтованих технологій на підвищення ефективності формування основних понять механіки шкільного курсу фізики. Було підтверджено гіпотезу про те, що використання в шкільній практиці ППЗ GRAN1 та GRAN-2D значно підвищує ефективність формування основних понять механіки, забезпечує поетапність і цілісність навчальної роботи школярів та поліпшує рівень знань та ступінь сформованості основних прийомів розумової діяльності учнів експериментальних та контрольних класів.

Результати проведеного теоретичного дослідження і педагогічного експерименту дають підстави для таких **висновків**:

1. Розроблені нами науково обґрунтовані і експериментально апробовані компоненти комп'ютерно-орієнтованої методичної системи забезпечують вищий ступінь сформованості основних прийомів розумової діяльності учнів. Доцільно підібрані вправи логічного змісту, графічні задачі, експериментальні завдання дозволяють ефективно сформувати в

учнів уміння розпізнавати поняття, виявляти їх істотні ознаки, навчають диференціювати ці ознаки, використовуючи операції аналізу та порівняння, встановлювати і розрізняти ієрархію понять.

2. Можливості структурування навчального матеріалу розділу “Механіка” шкільного курсу фізики дали змогу побудувати модель процесу формування теоретичної системи понять як повної орієнтувальної основи дій, а розроблені абстрактні інваріанти систем понять розділу “Механіка” стали основою творчої понятійної діяльності учителя і учнів.

3. Застосування пакету програм GRAN1 та GRAN-2D у процесі формування основних понять механіки шкільного курсу фізики створює необхідні умови для інтенсифікації навчання, інтеграції навчальних предметів, підсилює диференціацію навчання, надає навчальній діяльності дослідницького, творчого характеру, підвищує рівень математичної і інформаційної культури учнів. З їх допомогою учня легко включити в процес міркування, який моделюється з використанням комп'ютера. З'являється можливість якісно змінювати характер навчальних завдань за змістом, формою, ступенем складності та ін.

4. Використання програм GRAN1 та GRAN-2D дозволяє ефективно застосовувати в навчальній діяльності сучасні методи дослідження та моделювання реальних процесів. Так, розроблена технологія застосування методів математичної статистики під час обчислення похибок вимірювання фізичних величин та методу найменших квадратів при поданні результатів фізичного експерименту з використанням програми GRAN1 показала нові можливості підвищення ефективності навчального процесу.

5. Пропонована методика формування системи основних понять механіки шкільного курсу фізики з використанням комплекту педагогічних програмних засобів GRAN1, GRAN-2D значно поліпшує ефективність навчання та забезпечує поетапність і цілісність діяльності школярів, спрямованої на здобуття знань і вмінь з фізики.

#### **Основні положення дослідження відображено в таких публікаціях:**

1. Набочук Ю.К., Ясінський А.М., Семещук. І.Л. Проблема загальних критеріїв оцінювання результативності навчання інформатики // Психолого-педагогічні основи гуманізації навчально-виховного процесу в школі та вузі: Зб. наук. праць. – Рівне: “Ліста”,- 2001.- С.292-296. (Автором обгрунтовано актуальність теми критеріїв оцінювання рівня знань і умінь учнів з інформатики, інші матеріали належать співавторам).

2. Набочук Ю.К., Ясінський А.М., Семещук. І.Л. До питання загальних критеріїв оцінювання рівня сформованості базових понять шкільного курсу фізики // Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання: Зб. наук. праць. – К.:НПУ ім. М. П. Драгоманова. – Випуск 5.- 2002. – С. 132-136. (Автором обгрунтовано актуальність теми критеріїв оцінювання рівня сформованості основних понять фізики та критеріїв результативності навчання, інші матеріали належать співавторам).



3. Семещук І.Л. Психолого-педагогічні основи удосконалення методики формування основних понять шкільного курсу фізики // Психолого-педагогічні основи гуманізації навчально-виховного процесу в школі та вузі: Зб. наукових праць. – Рівне: Волинські обереги,- 2002. – С.266-268.
4. Семещук І.Л. НІТ у фізичному практикумі // Фізика та астрономія в школі. – 2002. - №5. – С.38-40.
5. Набочук Ю.К., Семещук І.Л. Особливості організації науково-дослідної і методичної роботи майбутніх вчителів фізики // Наукові записки: Зб. наук. статей.- К.: НПУ ім. М. П. Драгоманова.- Випуск 48.- 2002.- С.122-128. (Автором проаналізовано особливості методичної роботи майбутніх вчителів фізики, співавтору належить інша частина статті).
6. Семещук І.Л. Методичні особливості навчання розв'язування задач на знаходження екстремумів фізичних параметрів // Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання: Зб. наук.праць – К.:НПУ ім. М. П. Драгоманова.– Випуск 6.- 2003. – С.260-268.
7. Семещук І.Л. Особливості формування поняття швидкості в ІХ класі з використанням сучасних інформаційних технологій навчання.// Фізика та астрономія в школі. – 2003. - №5. – С.37-40.
8. Набочук Ю.К., Набочук О.Ю., Семещук І.Л. Особливості формування основних понять механіки засобами новітніх інформаційних технологій // Психолого-педагогічні основи гуманізації навчально-виховного процесу в школі та ВНЗ: Зб. наук. праць. – Рівне, Міжнародний університет „РЕГ” ім. академіка С.Дем'янчука, 2003.- С.238-243. (Автором визначено структуру і послідовність дій учителя й учнів при формуванні теоретичних систем понять та виділено інваріанти систем понять механіки, інші розробки належать співавторам).
9. Набочук Ю.К., Семещук І.Л. Використання методу найменших квадратів при розв'язуванні експериментальних фізичних задач з використанням НІТН // Наукові записки: Зб. наук. статей.- К.: НПУ ім. М. П. Драгоманова.- Випуск LIII.- 2004.- С.232-242. (Автором запропоновано ідею використання методу найменших квадратів при розв'язуванні експериментальних фізичних задач та показано на конкретних прикладах як можна при цьому використати програму GRAN1, інші розробки належать співавтору).
10. Семещук І.Л. Кінематичні дослідження механічного руху з використанням сучасних інформаційних технологій // Фізика та астрономія в школі. – 2004. - №1. – С. 38-42
11. Жалдак М.І., Набочук Ю.К., Семещук І.Л. Комп'ютер на уроках фізики: Посібник для вчителів. – Костопіль, "РОСА"- 2005. – 228с. (Автором написано розділи II та III, а також перші два параграфи розділу IV, інший матеріал посібника написано співавторами).

## АНОТАЦІЯ

**Семещук І. Л. Формування основних понять механіки в курсі фізики середньої школи з використанням сучасних інформаційних технологій. - Рукопис.**

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата педагогічних наук за спеціальністю 13.00.02 – теорія і методика навчання фізики. - Національний педагогічний університет імені М.П.Драгоманова, Київ, 2005.

Дисертацію присвячено проблемі впровадження комп'ютерно-орієнтованих систем навчання в навчальний процес з метою підвищення ефективності формування основних понять механіки в середній школі. Розроблено і апробовано компоненти комп'ютерно-орієнтованої методичної системи формування основних понять механіки шкільного курсу фізики з використанням програмних педагогічних засобів GRAN1 та GRAN-2D, що забезпечило вищий ступінь сформованості основних прийомів розумової діяльності учнів.

**Ключові слова:** поняття механіки, система понять, моделювання, інваріанти систем понять, комп'ютерно-орієнтована методична система, прийоми розумової діяльності учнів.

**Семещук И.Л. Формирование основных понятий механики в курсе физики средней школы с использованием современных информационных технологий. - Рукопись.**

Диссертация на соискание научной степени кандидата педагогических наук по специальности 13.00.02 - теория и методика преподавания физики. - Национальный педагогический университет им. М.П.Драгоманова, Киев, 2005.

Диссертацию посвящено усовершенствованию методики формирования основных понятий механики в школьном курсе физики с использованием возможностей компьютерно-ориентированных технологий обучения.

Для достижения указанной цели в исследовании осуществлен анализ психолого-педагогических условий формирования понятий школьного курса физики, усовершенствовано содержание и структуру процесса их формирования, а также определено взаимосвязи основных понятий механики во время изучения механических явлений в курсе физики общеобразовательной школы.

На основе анализа научной, научно-методической, учебной литературы определены факторы влияния современных информационных технологий на повышение эффективности формирования основных понятий механики, раскрыты методические особенности использования программ GRAN1 и GRAN-2D и разработаны отдельные компоненты компьютерно-ориентированной системы формирования основных понятий механики школьного курса физики.

Все физические понятия – это абстракции, в которых мы концентрируем наше понимание окружающего мира. Большинство своих предположений человек подтверждает с помощью

моделей и аналогий, которые наглядно раскрывают физические. В нашем исследовании мы реализуем метод моделирования и метод аналогий, которые позволяют объяснить ученикам сложные явления и процессы на доступном уровне.

Сегодня невозможно оставить в стороне вопрос о применении компьютерных технологий в учебном процессе, внедрение которых не только оказывает содействие организации и объединению различных форм учебной деятельности, но и ориентирует на индивидуализацию и дифференциацию обучения.

Технология использования программ GRAN1 и GRAN-2D для построения и анализа математических моделей исследуемых явлений, оценки результатов физического эксперимента, решения физических задач показала новые возможности для активизации познавательной деятельности учеников, эффективного формирования понятий механики и придания результатам обучения практической значимости.

К основным результатам исследования относятся:

- впервые предложены научно обоснованные и экспериментально апробированные компоненты компьютерно-ориентированной методической системы формирования основных понятий механики школьного курса, которые обеспечивают педагогически эффективное развитие основных приемов общей умственной деятельности учеников с использованием современных информационных технологий;
- методические основы, которые дают возможность эффективно решать данную проблему;
- создана на основании проведенного структурирования учебного материала раздела “Механика” школьного курса физики, модель процесса формирования теоретической системы понятий как полной ориентировочной основы действий, разработаны инварианты систем понятий раздела “Механика”, составленного за традиционной для классической механики последовательностью введения основных понятий школьного курса физики;

В исследовании показано, как можно использовать метод наименьших квадратов Гаусса при представлении результатов физического эксперимента и, как с помощью программы GRAN1, можно эффективно учитывать погрешности измерения физических величин, применяя методы математической статистики.

Результаты педагогического эксперимента подтвердили целесообразность использования программ GRAN1 и GRAN-2D во время формирования основных понятий механики в школьном курсе физики общеобразовательной школы. Предложенная методика разрешает интенсифицировать процесс формирования основных понятий механики школьного курса физики средствами компьютерно-ориентированных технологий, обеспечивает дифференцированное

формирование знаний и умений учеников, оказывает содействие развитию в учеников привычек исследовательской работы и творческого мышления, активизирует их самостоятельную работу.

Полученные выводы могут быть использованы для решения проблемы интенсификации и индивидуализации процесса обучения при изучении других разделов курса физики.

Использование материалов исследования дополнит методику преподавания раздела "Механика" разработанными компонентами компьютерно-ориентированной системы обучения, поможет учителю устранить те трудности, которые возникают во время усвоения основных понятий механики в школьном курсе физики, будет способствовать формированию в учеников стойкого интереса к изучению физики.

**Ключевые слова:** понятия механики, система понятий, моделирование, инварианты систем понятий, компьютерно-ориентированная методическая система, умственная деятельность.

**Semeshchuk I.L. The formation of basic concept of mechanics in the course of physics in the general education school by means of modern informative technologies. - Manuscript.**

Thesis for the candidates degree in pedagogical sciences by specialty 13.00.02 – theory and methods of teaching physics. - M.Dragomanov National Pedagogical University. - Kyiv, 2005.

The dissertation is dedicated to the problem of inculcating of the computer orientated systems of training into the educational process, with the purpose of increasing of the effectiveness of the formation of the basic concept of mechanics in the secondary school.

The components of computer orientated methodical system of the formation of basic concept of mechanics in the school course of physics are worked out and approbated with the usage of the syllabus pedagogical means GRAN1 and GRAN-2D, that provides the higher degree of the formation of basic methods of mental activities of pupils.

**Key words:** the basic concept of mechanics, the theoretical system of concepts, the modelling, abstract invariants of the system concepts, computer orientated methodical system, the basic methods of mental activities of pupils.