

Харченко М. М.
Житомирський державний університет
імені Івана Франка

СТВОРЕННЯ І ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ МІЖПРЕДМЕТНИХ ЗВ'ЯЗКІВ У НАВЧАННІ ФІЗИКИ

У статті розглянута проблема створення і використання системи міжпредметних зв'язків у процесі навчання фізики учнів загальноосвітніх навчальних закладів, зокрема профільної школи. Представлена класифікація міжпредметних зв'язків.

Ключові слова: система міжпредметних зв'язків, навчання фізики, методика навчання.

Аналіз літератури щодо використання системи міжпредметних зв'язків у навчанні фізики показав, що значна увага до інтеграції змісту освіти обумовлена розвитком сучасної науки. На сьогодні в основі сучасної науки лежить ідея глобального еволюціонізму – всединої, нелінійної, самозмінної, самоорганізованої, саморегульованої системи.

Важливою рисою науки є комплексність стирання граней між традиційно відокремленими природними, громадськими і технічними науками, інтенсифікація міждисциплінарних досліджень, неможливість розв'язання наукових проблем без залучення даних інших наук.

Характерною рисою міждисциплінарного синтезу є об'єднання дисциплін через конкретну методологію – системний підхід, який є одним із напрямів методології наукового пізнання і соціальної практики і в основі якого лежить дослідження об'єктів як систем. Його методологічна специфіка полягає у виявленні різноманітних типів зв'язків, характерних для складного об'єкта, і зведення їх в єдину теоретичну картину.

Системний підхід дає загальну картину дійсності як ієрархію послідовних, динамічних і статистичних закономірностей, що послідовно змінюють один одного. Цей підхід розглядається в роботах Н. Моїсєєва, В. Лекторського, М. Туровського, В. Вернадського та ін.

Для підтвердження єдності законів природи і суспільства вчені звертаються до математичної статистики й теорії ймовірності, які в сучасному науковому пізнанні відбивають специфічний характер закономірностей, властивим масовим явищам.

Усі ці особливості сучасної науки, так або інакше, повинні мати відображення в природничо-науковій освіті, що спричиняє за собою і модернізацію шкільної освіти.

Ідея використання в навчальному процесі міжпредметних зв'язків не нова. Приділяли увагу класики педагогічної думки Я. Коменський, Й. Песталоцці, І. Гербард, А. Дістервег, К. Ушинський та ін. Так, критикуючи недоліки методів викладання і навчання свого часу, Я. Коменський писав: “1) в тому, що освіта дуже багатьох, якщо в більшості, полягає в чистій номенклатурі, тобто в тому, що вони, правда, можуть назвати терміни і правила мистецтв, але скористатися ними по-справжньому не можуть; 2) в тому, що ні у кого освіта не є цілісною сукупністю знань, які один одного підтримують, підкріплюють і збагачують, але містять в собі щось штучно пов'язане: шматок звідти, шматок звідти, щось таке, що ніде досить не пов'язане і не приносить ніякого ґрунтового плоду. Знати що-небудь, – вказував Я. Коменський, – це означає пізнавати річ з причинному зв'язку” [2].

Й. Песталоцці вказував, що “... справа навчання і мистецтва полягає ще і в тому, щоб знищити безладність чуттєвих сприйнять, розмежувати між собою предмети, зв'язати об'єднати в нашій свідомості схожі і споріднені, вносячи тим самим велику ясність у нагляд уявлення і після повного їх зв'язування підняти до чітких понять” [3].

А. Дістервег вказував, що “...знання однієї частки, тобто безліч окремих

частковостей без об'єднання їх у вищу єдність і без розуміння їх залежності від загальних законів і основних правил, тобто без загального призводить у кращому разі до правильно встановленим досвідом даним (емпіризму), але ніколи не може привести до такої точки зору, виходячи з якої людина оглядає з ясною свідомістю усі частковості і в змозі осягнути джерела і причини окремих явищ" [1].

На думку К. Ушинського, неприйнятним є такий навчальний процес, "... де одна наука йде услід за іншою, ніде не стикаючись, хоча це і є дуже чітко висвітлено в програмі, але виходить хаос в голові учня, або ще гірше: той мертвий стан ідей, коли вони лежать в голові, як на кладовищі, не знаючи про існування один одного. Не наука повинна схоластично укладатися в голові учня, а знання й ідеї, що повідомляються якими б то не було науками, повинні органічно будуватися у світлий і, по можливості, великий погляд на світ і його життя"! [5].

Теоретичні концепції, присвячені різним аспектам інтеграції знань учнів, зокрема одного з найбільш розроблених рівнів, міжпредметні зв'язки досить чітко висвітлювалися в методичній та психолого-педагогічній літературі, а саме в 70-90 рр. ХХ століття, у зв'язку з переходом загальноосвітньої середньої школи на новий зміст освіти, у роботах О. Бугайова, С. Гончаренка, І. Зверева, І. Козловської, Є. Коршака, Л. Момот, П. Самойленка, О. Сергєєва, А. Усової, В. Федорової та ін. [6].

Аналізуючи ці роботи, можна зробити наступні висновки:

– одним із завдань інтеграції є відновлення у свідомості учня цілісної картини світу в усьому його різноманітті;

– існує безліч видів інтеграції за методами, прийомами, способами, рівнями, напрямками. Це ціла галузь науки, яку умовно можна назвати структурною методологією інтеграції. Автори цих ідей попереджають, що пряме накладання концептуального апарату різних дисциплін один на одного рідко призводить до успіху;

– сучасна система освіти дозволяє використовувати в практичній діяльності учителя далеко не всі види інтеграції;

– результати інтегрованості навчання проявляються в розвитку абстрактного мислення учнів, яке сприяє інтенсифікації, систематизації, оптимізації їх навчально-пізнавальної діяльності. Резерв часу, отриманий завдяки інтеграції знань, використовується для особового планування навчання, творчої самореалізації учня.

Процес побудови інтегрованих курсів, метапредметів, збільшення одиниць пізнання розвивається емпіричним шляхом – можна посылатися на програми інтегрованого курсу "Природознавство" С. Макшинського і А. Хуторського, "Образ цілісної природи" В. Голвнера; "Уроки діалектики" В. Шубинського; "Світогляд" Ю. Громико; освітню модель "Логіка природи" К. Гуза та ін. [4].

Усі названі роботи присвячені створенню нових інтегрованих курсів різної спрямованості. Між тим питання виявлення умов і засобів реалізації міжпредметних зв'язків у рамках діючих навчальних планів і програм, впливу реалізації міжпредметних зв'язків на якість засвоєння понять, на формування когнітивно-креативних якостей учнів і рівень природничо-наукового мислення не дослідилися.

Таким чином, **цілісна система професійно важливих знань** може утворитися лише завдяки взаємозв'язку хімії, фізики, біології, географії спеціальних дисциплін і виробничого навчання.

Зміст навчального матеріалу, що підготував вчитель, є різномірною інформацією, яка включає:

– інформацію, що є науковим знанням (наукове і міжнаукове);

– інформацію про способи діяльності на уроці і поза ним;

– інформацію про способи організації діяльності учнів, своєї пізнавальної діяльності;

– інформацію про ціннісні орієнтації, норми відношень людей до суспільства і один одного.

Наукове знання включає відомості з конкретних наук: історико-наукові, філософські,

логіко-методологічні, технічні, оцінні та інші знання. Інформація про способи діяльності включає відомості про способи розв'язання задач і завдань репродуктивного і творчого характеру, прийоми і способи роботи з інструментами, приладами і картами, про способи виконання спостережень і експериментів, лабораторних робіт і практикумів, про способи роботи з навчальною книгою і додатковою літературою. Інформація про способи організації учнів і своєї пізнавальної діяльності включає відомості про методи навчання, прийоми і способи підготовки розповіді, про участь в бесіді, організацію домашньої роботи, зокрема про роботу з підручником, способи засвоєння матеріалу і виділення в ньому істотного тощо.

Поняття "міжпредметні зв'язки" розглядаються вченими у різних аспектах: філософському, педагогічному, психологічному, логічному тощо. У педагогіці міжпредметні зв'язки розглядаються як:

- 1) міжнаукові зв'язки;
- 2) принцип дидактики;
- 3) умова, що забезпечує послідовне відображення у змісті предметів об'єктивних взаємозв'язків, які діють у природі;
- 4) умова виховуючого і розвивального навчання тощо.

Враховуючи складну природу міжпредметних зв'язків, за основу можна брати різні ознаки їх класифікації. За *змістовою ознакою* виділяють наступні *типи* міжпредметних зв'язків:

1. Теоретичні, що ґрунтуються на єдності закономірностей, які вивчаються і використовуються в різних предметах. Наприклад, закон збереження маси, закон збереження енергії вивчаються в хімії, фізиці, на цих законах ґрунтуються технологічні розрахунки; на основі атомно-молекулярної теорії і теорії хімічної будови речовини вивчаються властивості, синтезуються матеріали з наперед заданими властивостями, вибираються способи обробки і галузі використання матеріалів.

2. Об'єктні зв'язки, тобто один і той же об'єкт вивчається в різних предметах. Так, полімери вивчаються в хімії, біології, фізиці, і спеціальних предметах.

3. Зв'язки, що ґрунтуються на єдності наукового підходу, методів у різних предметах. Наприклад, методи якісного і кількісного аналізу, фізико-хімічні методи аналізу використовуються в хімії, фізиці, медицині, металургії, геології, в предметах професійного циклу в ВНЗ I-II рівня акредитації різних профілів.

4. Міжпредметні зв'язки, що ґрунтуються на використанні одного і того ж прийому діяльності при навчанні різних предметів. Так, вміння працювати з книгою, приладами, таблицями, схемами, вміння розв'язувати якісні і розрахункові задачі тощо – всі ці вміння необхідні як на уроках загальноосвітніх предметів, так і на уроках предметів професійного циклу.

Для виявлення міжпредметних зв'язків і визначення їх типів проводиться порівняльний дидактичний аналіз навчальних планів і програм, підручників і навчальних посібників і задачників з даних предметів. Необхідність тимчасового узгодження тем розділів і тем різних предметів, між якими встановлюються необхідні міжпредметні зв'язки, дала можливість провести їх класифікацію за *тимчасовою ознакою* на наступні *типи*:

1. Попередні (наступні) зв'язки, коли раніше засвоєні знання з суміжних предметів використовуються (застосовуються) для вивчення даного навчального предмету. При цьому взаємозв'язані між собою теми предметів вивчаються у різний час і навчальна дисципліна, яка вивчалася раніше, слугує ніби джерелом інформації і опорою для предмету, який вивчається пізніше.

2. Супутні (паралельні, або синхронні) зв'язки, коли взаємозв'язані між собою теми різних предметів вивчаються одночасно. Знання, що в цьому випадку набуваються, і вміння взаємно збагачуються, доповнюються і розвиваються вже відомими знаннями і

вміннями з іншого навчального предмету, що вивчається синхронно (паралельно).

3. Перспективні (подальші) зв'язки, коли при вивченні конкретної теми даного предмету застосовуються знання з інших суміжних дисциплін, які вивчатимуться в майбутньому (перспективі).

Між змістовими і тимчасовими типами зв'язків існують певні відносини. Так, теоретичні міжпредметні зв'язки не повинні використовуватися як перспективні, тобто розгляд питань застосування певних законів, теорій не повинне випереджати вивчення суті самого закону. Звідси витікає, що вивчення загальноосвітніх предметів повинно передувати вивченню дисциплін професійного циклу. У зв'язку з цим можлива перебудова структури навчального матеріалу.

Ефективність міжпредметних зв'язків можлива лише при системному їх використанні. Для цього необхідне встановлення взаємозв'язків не тільки двох якихось предметів, але й встановлення зв'язків між предметами загальноосвітніми. Це досягається попарним розглядом усіх взаємозв'язаних предметів з метою виявлення і відбору найважливіших в науково-технічному і методичному аспектах, значущих для здобування професійних умінь і навичок міжпредметних зв'язків. З окремих зв'язків, що охоплюють пари навчальних предметів, складається система міжпредметних зв'язків.

Для виявлення міжпредметних зв'язків і визначення шляхів їх здійснення використовують *тематичний і поелементний аналіз* змісту навчальних предметів. Аналіз змісту проводять найчастіше побудовою структурно-логічних схем, мережевих графіків навчального плану, внаслідок чого виявляються схожі за змістом теми різних предметів.

Слід зазначити, що в результаті тематичного аналізу неможливо виявити всієї глибини взаємозв'язків даних предметів. Результати аналізу дозволяють погоджувати послідовність вивчення зв'язаних тем різних предметів (або самих предметів) в часі і більш цілеспрямовано планувати міжпредметні зв'язки. Виявлені в результаті порівняльного аналізу навчальних планів і програм взаємозв'язані теми даних предметів піддають потім детальнішому поелементному аналізу з метою встановлення аналогії в змісті.

Метод поелементного аналізу змісту навчальних предметів призводить до визначення структурних елементів знань, умінь і навичок, виявлення їх підпорядкування і встановлення внутрішньопредметних і можливих міжпредметних зв'язків на основі тотожності елементів. Це досягається при здійсненні порівняльного аналізу підручників, навчальних посібників, задачників даних предметів, при цьому виявляється їх наступність, ступінь єдності тотожних елементів знань, визначається тип можливих зв'язків. Далі розглядається роль навчального предмету, що має міжпредметний характер, у внутрішньо- і міжпредметній системі знань для професійно-технічної підготовки учнів.

Наступним етапом організації міжпредметних зв'язків в навчальному процесі є *фіксація* виявлених понятійних зв'язків і зв'язків за способами діяльності, а також *планування* їх реалізації. Існує декілька способів фіксації і планування виявлених міжпредметних зв'язків: текстовий опис взаємозв'язаних елементів знань; табличні засоби, в яких по графах розміщується перелік питань, тем базисної навчальної дисципліни і інших предметів; плани-карти; зведено-тематичні плани з відображенням у них міжпредметних зв'язків; мережеві графіки тощо. Вибір тих або інших способів фіксації і планування міжпредметних зв'язків залежить від їх характеру і цілей навчання.

У зв'язку зі сказаним вище, можна сформулювати правила реалізації принципу міжпредметних зв'язків та правила реалізації міжпредметних зв'язків.

Правила реалізації принципу міжпредметних зв'язків за змістом:

1. Необхідно побудувати структурно-логічну схему навчального процесу в навчальному закладі. Структурно-логічна схема дозволяє з'ясувати, які дисципліни вимагають взаємного узгодження робочих програм, виявити взаємозв'язані теми суміжних предметів.

2. Виявлені в результаті структурно-логічного аналізу планово-програмної документації взаємозв'язані теми потім піддають детальнішому поелементному аналізу з урахуванням змісту навчального матеріалу кожного уроку.

3. Відповідно до виявленого змісту міжпредметних зв'язків відбирають прийоми, засоби і форми їх реалізації.

Правила реалізації міжпредметних зв'язків при навчанні:

1. Вчитель збагачує програмним матеріалом предмети природно-математичного циклу, вкочає в свою розповідь-лекцію, історичний матеріал, елементи техніки і виробництва; демонструє досліди, макети промислових установок, схеми, креслення, малюнки, конкретизує загальні закони фізики, хімії тощо на навчальному матеріалі предметів, нагадує учням вивчений раніше в суміжному предметі матеріал, пов'язує його з новим, нагадує способи вирішення задач (виконання завдань), сформульовані в суміжному предметі, показує практичне застосування знань по даній темі в народному господарстві, майбутній виробничій діяльності тощо.

2. Вчитель вказує, інструктує, які прийоми діяльності, які знання, в якому суміжному предметі, в якій послідовності і як повинні бути привернуті на конкретному етапі виконання лабораторної або практичної роботи, розв'язуванні задачі тощо. При цьому вчитель досягає єдності у використанні науково-технічної термінології, символічних позначень в суміжних предметах.

3. Вчитель ставить проблемні і інформаційні (навідні) запитання; дає завдання на спостереження, зіставлення фактів, відомих, наприклад, з виробничою практики; пропонує задачі, зокрема з виробничим змістом, читання фрагмента підручника і складання конспекту, завдання на підготовку учнями доповіді, повідомлення по певній темі, виконання комплексних завдань з міжпредметними зв'язками. Форми реалізації міжпредметних зв'язків також можуть бути різні: разом з уроком це можуть бути диспути, технічні конференції; тематичні вечори, вікторини тощо.

При побудові уроків та їх аналізі у методистів і вчителів виникають великі труднощі у визначенні місця і ролі окремих принципів, оскільки прийоми їх реалізації часто збігаються. Іншими словами, при аналізі уроків одні і ті ж методичні прийоми різні вчителі і методисти відносять до прояву різних принципів навчання. Це призводить до того, що окремі принципи, що дійсно виконують істотну роль на уроці, випадають з поля зору, в той час як реалізація інших не виправдано перебільшується. Все це зумовило необхідність визначення методичних умов реалізації кожного принципу на уроці і системи їх взаємозв'язку. У системі принципів професійну спрямованість можна розглядати як принцип *цільової орієнтації*. Саме він додає кожному предмету і всьому процесу навчання конкретну професійну спрямованість, яка націлює навчання загальноосвітнім предметам на конкретну професію. В зв'язку з цим, він повинен знайти відображення безпосередньо або опосередковано через інші принципи у всіх складових частинах процесу навчання.

Так, для здійснення взаємозв'язку в *змісті*, згідно принципу професійної спрямованості, необхідно в загальноосвітні предмети включати такий навчальний матеріал, який безпосередньо або через загальнотехнічні і спеціальні предмети відображає зміст і характер виробничої діяльності робітників конкретної спеціальності. Для цього, перш за все, слід виходити з вимог професійно-кваліфікаційних характеристик і з аналізу навчальних планів і програм взаємозв'язаних предметів професійно-технічного циклу. В процесі навчання принцип професійної спрямованості орієнтує вчителя на вибір методів навчання, виходячи з їх придатності для формування тих або інших професійно значущих знань, умінь і навичок учнів (виходячи також і з характеру майбутньої виробничої діяльності робітника). Іншими словами, оскільки принцип професійної спрямованості виконує функцію цільової орієнтації, методичною умовою його реалізації на уроці буде постановка цілей формування професійно значущих знань, умінь і навичок.

Політехнічні знання і вміння формуються і при ознайомленні учнів з науково-

технічними основами якого-небудь виробництва. Професійно значущий навчальний матеріал дозволяє реалізувати принцип політехнізму в поєднанні з принципом професійної спрямованості і забезпечує формування професійно-політехнічних знань і вмінь. Звичайно професійно-політехнічна підготовка учнів здійснюється в результаті взаємозв'язку професійного циклу із загальнотехнічними дисциплінами, що мають вихід не тільки на конкретну професію, по якій готуються учні, але і на споріднені професії даного профілю.

Одні й ті ж елементи загальноосвітніх знань можуть виконувати в різних умовах різні ролі (функції): загальноосвітні, політехнічні, професійно-політехнічні і професійні. Наприклад, фізичне поняття пластичності може формувати як механічну властивість пластичності або технологічну ковкість. Тоді воно розглядатиметься як загальнотехнічне знання. Якщо пластичність вивчати як умову ковкості сплаву (наприклад, під час протягування різних сплавів), то таке знання буде політехнічним, а для деяких груп професій (наприклад, в металургії) виявиться професійно-політехнічним. Якщо пластичність розглядати як чинник впливу на сили різання в процесі обробки деталі на токарному верстаті, то це знання відноситиметься до професійно-прикладних. Учні важливо показати, що фізичне поняття пластичності містить в собі як окремі випадки, так і всі інші види знань, і що разом з тим кожний з цих видів знання має самостійне значення.

Таким чином, принципи професійної спрямованості вимагають від вчителя враховувати потреби конкретної професії і споріднених професій даного профілю в загальноосвітніх знаннях, зокрема у фізичних. Отже, при вивченні загальноосвітніх предметів необхідно включати в їх зміст пов'язаний з ними професійно-значущий матеріал дисциплін професійного циклу. Визначати співвідношення рівня вивчення одного і того ж матеріалу в курсах різних дисциплін можна, виходячи з положення, згідно якого в міру переходу від природничих наук до технічних у змісті наукового знання відбувається наростання суб'єктивного моменту.

Активізація розумової діяльності учнів на уроках фізики відбувається завдяки застосуванню сучасних підходів до навчання, методів навчання, індивідуалізації та диференціації навчальної діяльності на основі системи міжпредметних зв'язків, застосуванні інноваційних форм навчання, використанні комплексних завдань, формуванню прийомів розвитку творчих здібностей учнів тощо. Міжпредметні зв'язки реалізуються відповідно до дидактичних принципів навчання, і при цьому відбувається відбір форм, методів і прийомів їх здійснення залежно від конкретних цілей уроку, його змісту, від пізнавальних можливостей учнів і від ступеня підготовленості учнів до сприйняття матеріалу.

Використана література:

1. *Дистервег А.* Избранные педагогические сочинения / А. Дистервег. – М.: Педагогика, 1986. – С. 178.
2. *Коменский Я. А.* Избранные педагогические сочинения / Я. А. Коменский. – М.: Педагогика, 1995. – 467 с.
3. *Песталоцци Й. Г.* Избранные педагогические сочинения / Й. Г. Песталоцци. – М.: Педагогика, 1983. – С. 218.
4. *Савельева Л. В.* Комплексные межпредметные связи как дидактическое условие осуществления взаимосвязи содержания учебных предметов / Л. В. Савельева. Проблемы взаимосвязи общего, политехнического и проф. образования в ср. профтехучилище. – Л-д: ВНИИ ПТО, 1979. – С. 46-58.
5. *Ушинский К. Д.* Педагогические сочинения / К. Д. Ушинский. – М.: Педагогика, 1996. – 456 с.
6. *Шаповалова Л. А.* Формування фізичних понять у процесі розв'язування задач міжпредметного змісту / Л. А. Шаповалова // Зб. наук. праць. Педагогічні науки. Вип. 15. Ч. 1. – Херсон: Айланта, 2000. – С. 184-189.

Харченко М. Н. Создание и использование системы межпредметных связей в обучении физике.

В статье рассмотрена проблема создания и использования системы межпредметных связей в процессе обучения физике учеников общеобразовательных учебных заведений, в частности профильной школы. представлена классификация межпредметных связей.

Ключевые слова: система межпредметных связей, обучение физике, методика обучения.

Kharchenko M. M. Creation and use of the system of intersubject connections in the studies of physics.

In the article the problem of creation and use of the system of intersubject connections is considered in the process of studies of physics of students of general educational establishments, in particular type school, classification of intersubject connections is presented.

Keywords: system of intersubject connections, studies of physics, method of studies.

УДК 52:77

*Хейфець І. М.
Миколаївський національний університет
імені В. О. Сухомлинського*

ПРОБЛЕМИ СУЧАСНОЇ АМАТОРСЬКОЇ АСТРОНОМІЇ

Розглядаються проблеми сучасної аматорської астрономії, її взаємозв'язку з професійною астрономією, роль вищих навчальних закладів та позашкільних астрономічних організацій в популяризації астрономічних знань.

Ключові слова: аматорська астрономія, професійна астрономія, засоби спостережень, телескоп, обсерваторія, Мала академія наук, університет, небесне тіло.

Сучасна аматорська астрономія суттєво відрізняється від аматорства колишніх століть і навіть років [1]. З одного боку, в арсеналі непрофесіоналів з'явилися інструменти і засоби реєстрації, про які раніше не можна було і мріяти. З іншого, відрив професійної астрономії за своїми засобами і можливостями від аматорської настільки великий, що інколи висловлюються сумніви в доцільності розвитку і підтримки аматорської астрономії. Проте це не стосується країн та суспільств з високим рівнем життя і освіти. Крім того, абсолютно очевидно, що не можливо заборонити вільній людині займатися тим, що їй до душі і тим, що її цікавить.

Будь-якій освіченій людині зрозуміло, що аматори, якими б сучасними засобами вони не володіли, не можуть конкурувати з найбільшими наземними і космічними телескопами, не кажучи про теоретичну і практичну підготовку фахівців-професіоналів. Проте про конкуренцію давно не йдеться. З одного боку, аматорство в астрономії для одних – не більш ніж захоплення, для інших – це початковий етап на шляху до професійної астрономії. При цьому і перші і другі приносять багато користі науці, завдяки даним, які вони отримали під час спостережень. Ні для кого не секрет, що вартість однієї години спостережень на сучасних телескопах коштує тисячі євро і розмінюватися на патрульні спостереження за окремими небесними об'єктами чи явищами ніхто не стане. Тоді, як для аматорів це всього лише поєднання приємного з корисним.

Арсенал сучасних засобів спостережень стосовно аматорської астрономії надзвичайно великий, починаючи від досить простих, моделей невеликих рефракторів до складних і достатньо коштовних оптичних, автоматизованих і комп'ютеризованих систем, яким, ще кілька років тому, позаздрили б професіонали. Зрозуміло, і завдання, що вирішуються цією технікою, суттєво відрізняються. Рідко кому зараз прийде в голову конструювати телескоп з очкових лінз. З одного боку, ми говоримо про це з ностальгією, з