

3. Электронный ресурс «Элементы» – режим доступа: <http://elementy.ru/trefil/21203>. – Дата доступа: 12.03.2015

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Грищенко Виталий Владимирович, старший преподаватель кафедры общей физики УО «Гомельский государственный университет им. Ф.Скорины», Беларусь, г.Гомель.

Купо Александр Николаевич, старший преподаватель кафедры общей физики УО «Гомельский государственный университет им. Ф.Скорины», Беларусь, г.Гомель.

Шершнёв Алексей Евгеньевич, ассистент кафедры радиофизики и электроники УО «Гомельский государственный университет им. Ф.Скорины», Беларусь, г.Гомель.

Научные интересы: разработка и использование автоматизированных информационных систем.

ЗАСТОСУВАННЯ КЕЙС-МЕТОДУ В НАУКОВО-ДОСЛІДНІЙ РОБОТІ СТУДЕНТІВ

Олександр ЛЕБЕДЬ, Володимир МИСЛІНЧУК, Ірина ЛЕВЧУН

У статті розглянута методика застосування кейс-методу в процесі вивчення фізики у вищій школі. Приведено приклад його використання в науково-дослідній роботі із детектування широких атмосферних злив.

In the article the examined method of the case-study in the process of study of physics at higher school. The example of its use in research work by detecting extensive air showers.

Постановка проблеми та аналіз актуальних досліджень. На сучасному етапі розвитку системи вищої освіти головну роль у розвитку творчих здібностей студентів покликана зіграти науково-дослідницька робота. Це пояснюється, насамперед, необхідністю підготовки висококваліфікованих фахівців зі знаннями, уміннями й навичками, які забезпечать їм конкурентоспроможність на ринку праці. Навчальний процес, доповнений науковою працею студентів, перетворюється в реальну професійну діяльність, яка складає основу процесу становлення майбутнього фахівця [1; 2]. Аналіз досліджень, виконаних у даному напрямку [3–5], показує, що до теперішнього часу накопичено значний теоретичний матеріал, що дозволяє розробляти і впроваджувати різні технології розвитку творчого потенціалу майбутніх спеціалістів. До числа таких технологій відноситься кейс-метод (case-study) або метод ситуаційного навчання, що стає усе більше затребуваним у системі освіти. Кейс-метод широко застосовується в економіці, педагогіці, психології, медицині, юриспруденції. Найбільше поширення він отримав у процесі підготовки фахівців з економіки й управління. Набуває поширення він і в науково-дослідній роботі студентів як основі навчання природничих наук загалом так і фізики зокрема.

Мета навчання за допомогою кейсів полягає у формуванні фахівця, який здатний правильно аналізувати ситуацію, виявити проблеми, можливі причини їх появи, аналізує можливі варіанти їх усунення, вибирає найбільш оптимальний з них. Вміння скористатися теорією, звертання до фактичного матеріалу, ситуаційний аналіз – це найважливіші характеристики кейс-методу. Однак головне його призначення – розвивати здатність аналізувати різні проблеми й розв'язувати їх, іншими словами навчитися обробляти інформацію. Кейси занурюють студента в проблему, змушують шукати розв'язок конкретного завдання. Суть кейс-методу в тому, що студентам пропонується для

осмислення реальна життєва ситуація, опис якої не тільки відображає якусь практичну проблему, але й актуалізує певний комплекс знань, який необхідно засвоїти для усунення даної проблеми. Причому ситуаційні завдання підбираються з урахуванням специфіки спеціальності, наприклад, аналіз діяльності фірми для студентів-економістів, розрахунок фізичних характеристик землетрусів для студентів-фізиків [6]. Мета викладача – на прикладі конкретної ситуації допомогти студентам в аналізі фактів і проблем, а потім розглянути можливі рішення й наслідки обраних дій.

В освітньому процесі застосовуються наступні види кейсів:

- **практичні кейси**, які відображають реальні життєві ситуації. Навчальне призначення такого кейса може зводитися до тренінгу тих, хто навчається, закріпленню знань, вмінь і навичок прийняттю рішень у конкретній ситуації;

- **навчальні кейси**, що відображають типові ситуації, з якими найчастіше зіштовхуються фахівці в процесі своєї професійної діяльності. Оскільки в навчальному кейсі на першому місці стоять навчальні й виховні завдання, то це вносить в них значний елемент умовності;

- **науково-дослідні кейси**, орієнтовані на здійснення дослідницької діяльності [6].

Як приклад застосування кейс-методу в навчанні фізики можна запропонувати наступний. 20 липня 2014 р., з метою відпочинку на морі, одним із авторів статті здійснювався авіапереліт за маршрутом – Україна (м. Київ, аеропорт "Бориспіль") - Туреччина (м. Мармеріс, аеропорт "Даламан"). Переліт здійснювався на висоті 10700м. Під час перельоту була виконана вимога екіпажу про відключення всіх електронних пристроїв. При посадці в аеропорту при ввімкненні телефону було виявлено дефект рідкокристалічного монітору у формі темної плями круглястої форми (рис. 1). Очевидно, що виникнення плями на екрані пояснюється радіаційним впливом частинок широких атмосферних злив космічного випромінювання (ШАЗ) на напівпровідникові матеріали керуючих транзисторів екрану. В цьому випадку екран мобільного телефону спрацював як «одноразовий» детектор космічного випромінювання.

Зрозуміло, що пошкодження екрану є випадковим, але його можна використати у навчанні в якості науково-дослідного кейса, який вимагає від студента пояснення причин

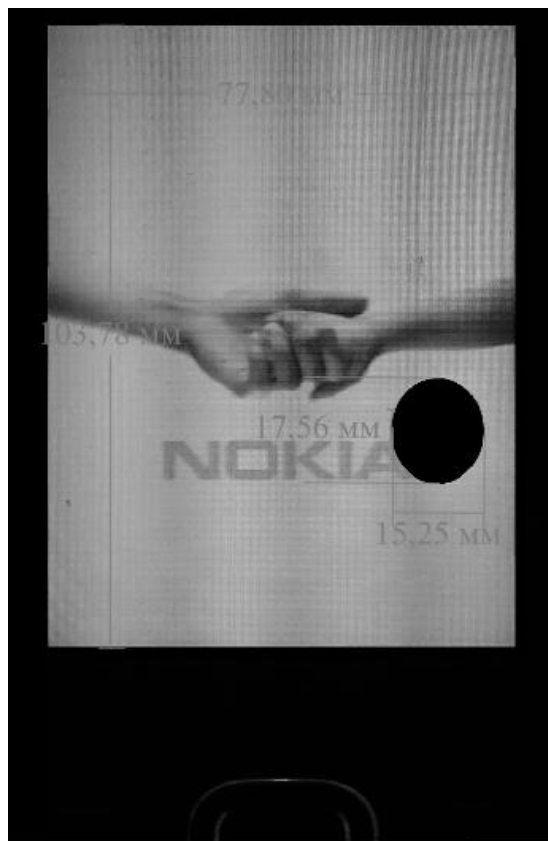


Рис. 1. Екран мобільного телефону, оброблений у програмі CorelDraw.

виникнення дефекту і оцінки параметрів фізичного явища, яке його спричинило. При цьому в навчально-дослідній роботі перед студентом постає низка задач:

1. Теоретично вивчити походження, склад, фізичні характеристики та експериментальні методи детектування космічного випромінювання.
2. Розглянути техніко-технологічні та радіаційні характеристики екрану мобільного телефону *Nokia 6700 classic*, розібратись в його фізичному принципі роботи.
3. За радіаційним дефектом екрану мобільного телефону, отриманого під час авіаперельоту оцінити:
 - енергію космічного випромінювання, необхідну для пошкодження екрану мобільного телефону;
 - висоту взаємодії частинки первинного космічного випромінювання (ПКВ) з ядром атома атмосфери;
 - фізичні характеристики ШАЗ (енергію первинної частинки, положення максимуму інтенсивності частинок в даній зливі, мольєрівський радіус електронно-фотонної компоненти ШАЗ, та ін.).

В процесі виконання першого завдання даного науково-дослідного кейса студент визначає, що *космічні промені* – це потік елементарних частинок високої енергії (переважно протонів – 92%), які приходять ізотропно на Землю з усіх напрямків космічного простору, а також породжене ними вторинне космічне випромінювання (в результаті взаємодії з атомними ядрами повітря), в якому зустрічаються практично всі елементарні частинки (ВКВ) [7, С. 313]. За хімічним складом та спектром ПКВ можна зробити висновок про його мета галактичне, галактичне та сонячне походження.

При енергії частинки ПКВ близько $(10^{13} - 10^{14})eV$ взаємодія її з атомами атмосфери (а таких взаємодій може бути до 10) приводить до виникнення цікавого фізичного явища – широких атмосферних злив (ШАЗ).

Широкими атмосферними зливами називають потоки легких (електрони, мюони) і

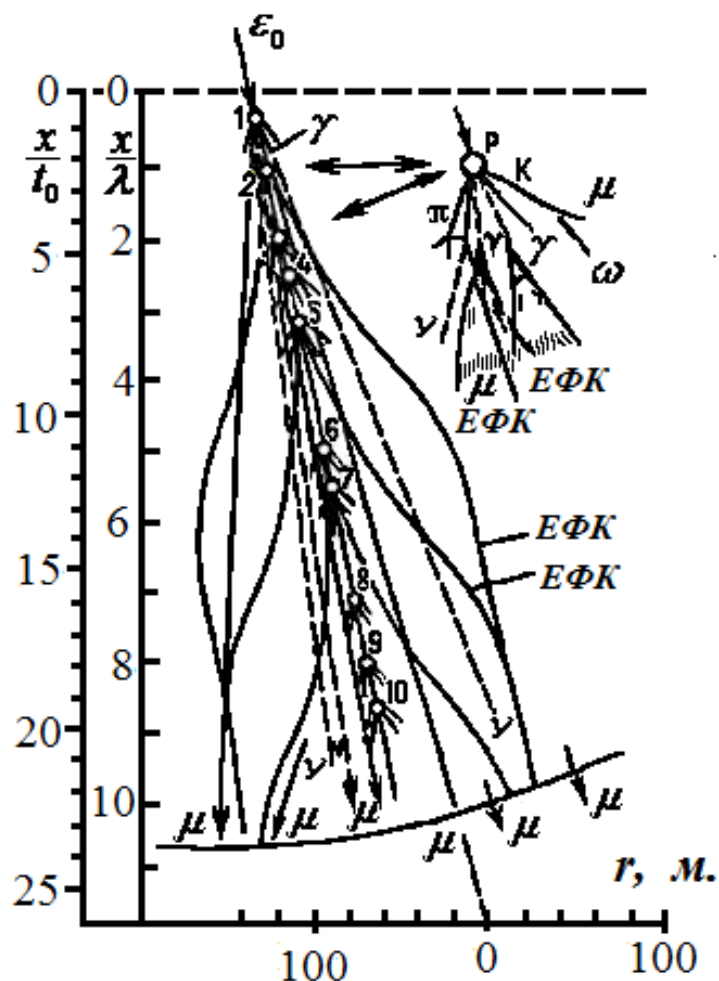


Рис. 2. Ядерний каскад в атмосфері.

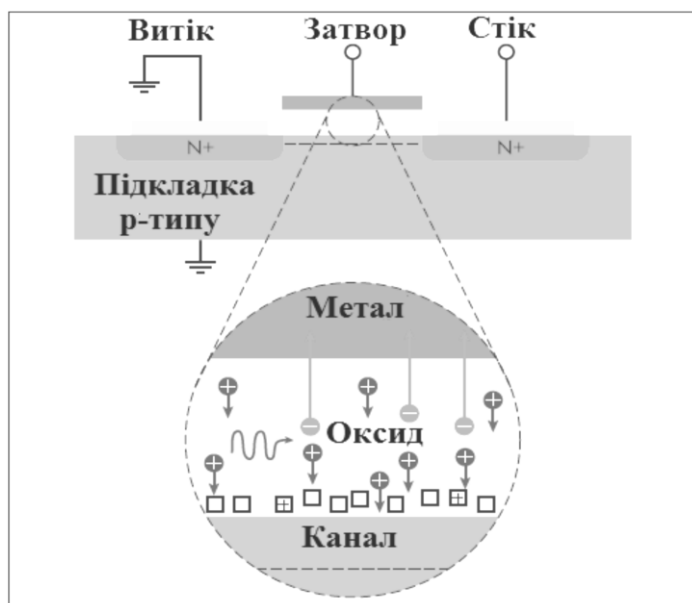


Рис. 3. Вплив іонізуючого випромінювання на польові транзистори *n*-типу

ШАЗ, малі і становлять близько 10^{-5} рад . Поблизу осі входження частинки ПКВ в атмосферу 98% всіх частинок складають електрони (і фотони) з невеликою домішкою адронів високих енергій.

При виконанні другого завдання студент вивчає будову і принцип дії екрану мобільного телефону. Встановлює, що головним елементом екранів мобільних телефонів (LCD) є молекули цианофенілу – речовини, яка знаходиться в рідкому стані, але має властивості кристалічних тіл (так званих рідких кристалів). Зокрема цианофеніл має властивість поляризувати світло. LCD - екран має декілька шарів, серед яких важливу роль відіграють дві панелі, виготовлені з вільного від натрію і чистого скляного матеріалу, між якими знаходиться шар рідких кристалів. Поворотом молекул цианофенілу керують величиною напруги, прикладеної до електродів двох панелей (екран буде пропускати більше чи менше світла, в залежності від кута повороту молекул). Кожний субпіксел екрану має свою пару електродів, напруга на яких керується тонкоплівковим ($0,1-0,01 \text{ мкм}$) польовим транзистором *TFT*.

При гальмуванні в матеріалі польового транзистора частинок ШАЗ виникають рентгенівське і гамма-випромінювання, а також важкі іони. Потрапляючи в транзистор ці частинки іонізують затвор і підзатворний окисень (SiO_2). У підзатворному окисні накопичується індукований випромінюванням позитивний заряд (рис. 3), а на межі розділу окисню з підкладкою виникає паразитний провідний шар. Це приводить до зміни робочих характеристик транзисторів. Відбувається зміщення порогових напруг і збільшення струмів витоку, змінюється час наростання і спаду фронтів струму та напруги тощо. При цьому старіння транзистора і ступінь руйнування залежать від сумарної дози отриманої радіації та інтенсивності опромінення.

важких (адрони: протони, нейтрони, каони, піони) заряджених і нейтральних частинок, а також гамма-випромінювання та нейтрино, що виникають в атмосфері у результаті взаємодії первинного космічного випромінювання надвисокої енергії з ядрами атомів атмосфери, (рис. 2, цифрами показані точки послідовних взаємодій важкої частинки високої енергії; ЕФК – електронно-фотонний каскад, t_0 – радіаційна одиниця довжини, тобто середня товщина речовини, на якій енергія електрона зменшується в e разів). Кути вильоту частинок в першому акті взаємодії адрону, що викликає

Отримані знання з ШАЗ та радіаційних характеристик транзисторів управління субпікселами екрану можна використати для визначення характеристик ШАЗ. Перш за все, можна визначити розміри радіаційного дефекту і кількість пошкоджених пікселів. Використовуючи дані (рис. 1) визначаємо площу пошкодження (еліпс) $S \approx 39 \text{ мм}^2$ і кількість пошкоджених пікселів $\lambda \approx 2000$.

Якщо з технічних характеристик телефону врахувати яку частину площі піксела займає транзистор, то площа всіх пошкоджених випромінюванням TFT- транзисторів екрану становить $S_n = 9,75 \text{ мм}^2$.

Оскільки товщина TFT- транзисторів, яка за багатьма даними становить від $h=0,15 \text{ мкм}$ [8, С. 123], визначимо масу пошкоджених транзисторів. Вона рівна:

$$m = \rho \cdot S \cdot h = 2,33 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 9,75 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 \cdot 1,5 \cdot 10^{-7} \text{ м} \approx 34 \cdot 10^{-10} \text{ кг}. \quad (1)$$

Тут $\rho = 2,33 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ – густина кремнію.

За літературними даними [9, С. 74] польові транзистори підтримують свої функціональні можливості до поглинених значень доз радіаційного випромінювання 1 Мрад . Нагадаємо, що поглиненою дозою D в радіаційній фізиці називається енергія іонізаційного випромінювання E , поглиненої одиницею маси речовини m .

$$D = \frac{E}{m}. \quad (2)$$

Вимірюється поглинена доза в Грєях (Gr) або радах (rad) $\left[Gr = \frac{Дж}{\text{кг}} \right]$, $1 Gr = 100 rad$.

Отже, енергія космічного випромінювання, необхідна для деструкції транзисторів, становить

$$E = D \cdot m = 10^4 \cdot 34 \cdot 10^{-10} = 34 \cdot 10^{-6} \text{ Дж} = 3,4 \cdot 10^{12} \text{ eV}. \quad (3)$$

Як свідчить теорія ШАЗ, лише центральна частина зливи ($r = \frac{1}{2} R$) володіє енергією, величина якої може викликати деструкцію пікселів екрану телефону. З врахуванням цього, сумарна енергія ШАЗ, що призвела до появи плями на екрані телефону, буде становити:

$$E_{\text{сум}} = 4 \cdot E = 4 \cdot 3,4 \cdot 10^{12} \approx 1,4 \cdot 10^{13} \text{ eV}. \quad (4)$$

Слід відмітити, що ця енергія повністю поглинулася в матеріалі транзисторів екрану, оскільки процесор телефону, що знаходиться під екраном, залишився працездатним. Врахування втрат енергії випромінювання в конструкційних матеріалах літака (обшивка, кабелі, трубопроводи, тощо) і в захисному склі телефону, збільшить оцінку енергії ШАЗ на порядок. Отже сумарна енергія ШАЗ дасть наступне значення $E_{\Sigma} \approx 10^{14} \text{ eV}$.

З отриманих значень можна визначити висоту першої взаємодії важкої частинки первинного космічного випромінювання з ядром атома атмосфери. Нехай діаметр радіаційного дефекту екрану мобільного телефону становить $d \approx 7 \text{ мм}$. Будемо вважати, що на краю плями поглинена доза радіаційного випромінювання – 1 Мрад . Поза межами

плями на екран також попали частинки ШАЗ, але внаслідок меншої енергії не здійснили пошкодження екрану. За оцінками [10, С. 513], діаметр ШАЗ може бути в чотири рази більшим, ніж розміри плями на екрані. Тоді висота першої взаємодії становить:

$$H = H_0 + \frac{4 \cdot d}{2 \cdot \operatorname{tg} \Theta} = 10700 + \frac{4 \cdot 7,5 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot \operatorname{tg} 10^{-5}} = 12200 \text{ м.} \quad (5)$$

Тут H_0 – висота польоту; Θ – кут вильоту частинок при взаємодії адрону з ядром атома повітря ($\Theta \approx 10^{-5} \text{ рад}$).

Отримане значення H узгоджується з літературними даними, згідно яких перша адронна взаємодія для протонів відбувається на глибині атмосфери $70 - 250 \text{ г/см}^2$ (в одиницях $\rho \cdot x$, x – відстань від верхнього краю атмосфери до точки взаємодії, ρ – середня густина атмосфери на цій відстані) і на менших глибинах (великих висотах) для більш важких ядер з тією ж питомою енергією E/A . Тут E – енергія частинки, A – її атомний номер. Отже, керуючись малими розмірами радіаційної плями на екрані телефону, можна з впевненістю сказати, що ШАЗ, яка призвела до дефектів, викликана лише першою взаємодією адрона з ядром атома атмосфери.

Врахуємо той факт, що при першій взаємодії високоенергетична частинка ПКВ втрачає половину своєї енергії на утворення вторинного космічного випромінювання. В такому випадку, якщо сумарна енергія ШАЗ, яка привела до утворення дефектів екрану телефону, $E_{\Sigma} \approx 10^{14} \text{ eV}$, то енергія первинної частинки $E_0 = 2E_{\Sigma} = 2 \cdot 10^{14} \text{ eV}$ і перша взаємодія відбулася на висоті $H = 12200 \text{ м}$.

Визначимо положення максимуму інтенсивності частинок в даній зливі (положення "максимуму зливи" – X_{\max}). Значення H відповідає глибині атмосфери $\approx 200 \text{ г/см}^2$. Від початкової енергії частинки ПКВ $E_0 = 2 \cdot 10^{14} \text{ eV}$ до кінцевої – $E_k \approx 10^9 \text{ eV}$, при якій вже не утворюються вторинні космічні частинки, кількість частинок в ШАЗ буде зростати до значення $N \approx 2,6 \cdot 10^5$ частинок ($\sim 1-1,6$ частинки на кожні 10^9 eV енергії первинної частинки). З даної кількості частинок ШАЗ приблизно 255000 складають електрони та фотони і лише близько 500 частинок – адрони [11, С. 204]. Якщо врахувати, що глибина максимуму зливи збільшується на 60-70 г/см^2 із збільшенням енергії частинки на порядок, то на глибині $X \approx 5 \cdot 65 = 325 \text{ г/см}^2$ від точки виникнення злива набуде свого максимуму:

$$X_{\max} = 200 + X = 525 \text{ г/см}^2. \quad (6)$$

Значення X_{\max} відповідає висоті $\sim 5000 \text{ м}$ над рівнем моря. Отже, ШАЗ, яка була зафіксована на борту літака не мала можливості досягнути поверхні Землі.

Визначимо мольєрівський радіус (радіус циліндра атмосфери, в якому втрачається 90% енергії ШАЗ) електронно-фотонної компоненти ШАЗ. Для цього визначимо радіаційну довжину x_0 для пробігу електрона в повітрі;

$$x_0 = 180 \cdot \frac{A}{Z^2} = 180 \cdot 29 \cdot 10^{-3} = 5,22 \text{ г/см}^2. \quad (7)$$

Тут A – атомна маса повітря (в кг/м^3).

Тоді радіус Мольєра:

$$R_M \left(\frac{z}{\text{см}^2} \right) \approx 21 \text{MeV} \cdot \frac{x_0}{E_c (\text{MeV})} = \frac{21 \cdot 5,22}{70} = 1,566 \left(\frac{z}{\text{см}^2} \right). \quad (8)$$

Висновки. На прикладі ситуації, що виникла з пошкодженням мобільного телефону можна застосувати науково-дослідний кейс-метод і з його допомогою засвоїти цілу низку фізичних знань.

На жаль, застосування кейс-методу в навчанні фундаментальних дисциплін часто викликає труднощі у викладачів, тому що потребує від них створення специфічних різновидів кейсів. Це найчастіше пов'язане з відсутністю у них достатнього досвіду по створенню таких видів кейсів.

Кейс-метод дозволяє зацікавити студентів процесом навчання, формує сталий інтерес до конкретної навчальної дисципліни, сприяє активному засвоєнню знань та навичок. Даний метод дозволяє використати теоретичні знання й прискорити засвоєння практичного досвіду. Завдяки своїм перевагам кейс-метод може знайти широке застосування у ВНЗ.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Организация научно-исследовательской деятельности студентов в вузах / Балашов В. В., Лагунов Г. В., Малюгина И. В. и др. – М. : ГУУ, 2002. – 316 с.
2. Миронов В. А. Социальные аспекты активизации научно-исследовательской деятельности студентов вузов / Миронов В. А., Майкова Э. Ю. – Тверь : ТГТУ, 2004. – 223 с.
3. Организационно-методические основы активизации функционирования системы НИРС. Научно-исследовательская деятельность в высшей школе: аналитические обзоры по основным направлениям развития высшего образования / под ред. А. И. Момот. – М. : НИИВО, 2003. – Вып. 5. – С. 3–12.
4. Дружинин В. Н. Психология общих способностей / В. Н. Дружинин. – СПб. : Питер, 1999. – 368 с. – (Мастера психологии).
5. Талызина Н. Ф. Управление процессом усвоения знаний / Н. Ф. Талызина. – М. : Наука, 1984. – 344 с.
6. Ломова Е. А. Кейс-метод в преподавании информатики как средство профессиональной ориентации и подготовки специалистов [Электронный ресурс] / Е. А. Ломова // Конгресс конференций «Информационные технологии в образовании». – 2010. – Режим доступа :<http://ito.edu.ru/2010/Troitsk/II-0-17.html>.
7. Физика. Большой энциклопедический словарь / Гл. ред. А.М. Прохоров. – 4-е изд. М.: Большая Российская энциклопедия, 1998. – 944 с.
8. Девид М.С., Пур А.Т. Ваш РС. Проблемы и решения: Практ. пособ. / Пер. с англ. – М.: ЭКОМ, 2002, - 416 с.
9. Юдинцев В. Радиационно-стойкие интегральные микросхемы в космосе и на Земле. // ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес, 5/2007, С. 72-77.
10. Добротин И.А., Зацепин Г.Т., Розенталь И.Л., Сарычева Л.И, Христиансен Г.Б, Эйбус Л.Х.. Широкие атмосферные ливни космических лучей. // Успехи физических наук. Февраль. Т.XLIX, Вып. 2. 1953 г. С.185-242.
11. Царев В.А. Регистрация космических лучей ультравысоких энергий радиометодом // Физика элементарных частиц и атомного ядра. 2004. Т. 35. Вып. 1. С. 187 – 244.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Лебедь Олександр Олександрович – старший викладач кафедри фізики, Національного університету водного господарства та природокористування, м. Рівне.

Коло наукових інтересів: ядерна фізика.

Мислінчук Володимир Олександрович – доцент кафедри методики фізики і хімії, кандидат педагогічних наук Рівненського державного гуманітарного університету.

Коло наукових інтересів: фізика, астрономія.

Левчун Ірина Миколаївна – студентка II курсу кафедри методики фізики і хімії, Рівненський державний гуманітарний університет.

ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ PYTHON ЯК ПЕРШОЇ МОВИ ПРОГРАМУВАННЯ ДЛЯ СТУДЕНТІВ НАПРЯМУ ПІДГОТОВКИ «ІНФОРМАТИКА»

Павло МЕРЗЛИКІН

На основі досвіду провідних світових ВНЗ обґрунтовано добір мови програмування для вступних курсів програмування. Описано досвід впровадження Python як першої мови програмування на першому курсі спеціальності «Інформатика» на фізико-математичному факультеті Криворізького педагогічного інституту ДВНЗ «Криворізький національний університет».

On the basis of leading world universities experience the reasonable choice of programming language for introductory programming courses is grounded. The experience of Python implementation as a first programming language for first-year students of "Computer Science" specialty of Physics and Mathematics department of Kryvyi Rih Pedagogical Institute SIHE "Kryvyi Rih National University".

Постановка проблеми. В проєкті Концепції розвитку освіти України на період 2015-2025 років передбачено сприяння міжнародній акредитації освітніх програм українських університетів [1]. У підготовці майбутніх інженерів-програмістів велике значення мають вступні курси, що закладають базові поняття й закладають фундамент стилю мислення фахівця. Тому актуальною є проблема розробки вступних курсів з урахуванням міжнародної практики.

Аналіз актуальних досліджень. Одним з найбільш визнаних міжнародних стандартів підготовки спеціалістів у сфері інформаційних технологій є Computer Science Curricula (CS2013) [2], що розробляється Асоціацією обчислювальної техніки (Association for Computing Machinery) та Комп'ютерним товариством IEEE (IEEE Computer Society). У розділі 5 цього документу приділяється увага проблемі вибору мови програмування для організації вступних курсів (introductory courses). Автори CS2013 проаналізували вступні курси для спеціалістів у галузі інформаційних технологій, що викладалися в провідних світових вишах починаючи з 2001 року та дійшли висновку, що всі їх можна умовно поділити на шість видів: (імперативні (imperative-first), об'єктно-орієнтовані (objects-first), функціонально-орієнтовані (functional-first), оглядові (breadth-first), алгоритмічні (algorithms-first), апаратно-орієнтовані (hardware-first)). Протягом останнього десятиріччя спостерігалася тенденція до розширення спектру мов програмування, що застосовуються в таких вступних курсах. Спостерігався також поступовий перехід до більш «безпечних» мов програмування, або до так званого керованого коду (managed code). Наприклад, перехід від C до Java. Також зростає частка динамічних мов програмування (Python, JavaScript) і візуальних мов програмування (Alice, Scratch). Використання «безпечних» мов програмування дає хороші результати на початкових етапах вивчення програмування, проте забезпечує надто високий рівень абстракції для розуміння особливостей виконання