

КОНЦЕПТУАЛЬНІ ОРІЄНТИРИ ФІЗИКО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОСВІТИ В УМОВАХ ПЕРЕХОДУ НА 12-РІЧНИЙ ТЕРМІН НАВЧАННЯ У ШКОЛІ

УДК 373.853

К. М. Зикова, Г. О. Шишкін

*Бердянський державний педагогічний університет
e-mail: klava.zykova@rambler.ru, ur3qugs@gmail.com*

ШВИДКІСТЬ СВІТЛА ЯК ФУНДАМЕНТАЛЬНА КОНСТАНТА В ТЕОРІЇ ВІДНОСНОСТІ ШКІЛЬНОГО КУРСУ ФІЗИКИ

Запропоновано методику введення поняття швидкості світла як фундаментальної сталої, що демонструє інваріантність швидкості світла та фізичний зміст її числового значення. Вивчення основ спеціальної теорії відносності доцільно засновувати на основних принципах – відносності та інваріантності швидкості світла у вакуумі. При вивченні матеріалу аналізуються такі поняття, як «швидкість», «час», «довжина», «імпульс», «енергія». Основа цих понять зрозуміла для учнів, потрібно лише уточнення їх змісту з релятивістських позицій.

Вивчення нового матеріалу пропонується шляхом розв'язання задач на розрахунок маси і довжини тіла що рухається зі швидкостями від 0,1 до 0,9 швидкості світла із застосуванням графіків залежностей $m(v)$, $l(v)$. У статті пропонується наочне переконання учнів у скороченні довжини та зміні маси тіла в залежності від його швидкості відносно швидкості світла. Методика що пропонується спонукає учнів до активної пізнавальної діяльності та сприяє формуванню наукового світогляду та кращому засвоєнню релятивістських законів.

Ключові слова: навчання фізики, швидкість світла, теорія відносності, релятивістська механіка, інваріантність, маса, довжина.

Постановка проблеми. У фізиці швидкість світла є однією з фундаментальних констант. Її визначення пов'язано з цілими епохами в розвитку фізиці, а саме хвильової оптики, електродинаміки, квантової теорії, спеціальною теорією відносності. Теорія близькодії, що виходить з уявлення про скінченність швидкості передачі будь-якої взаємодії, має принципове значення для діалектико-матеріалістичного розуміння процесів що відбуваються у навколишньому світі [1]. Тому уявлення про незмінність швидкості світла у курсі фізики є одним з основних при вивченні теми «Основи спеціальної теорії відносності» – також вихідним поняттям. Але в учнів недостатньо сформоване розуміння щодо сталості швидкості світла. Знайомство з методами вимірювання швидкості світла учні починають з вивчення світлових явищ, а саме з ідей Г. Галілея щодо визначення швидкості світла, а згодом з дослідом Фізо й астрономічним методом (метод Ремера).

Але при вивченні теорії відносності знайомство учнів з експериментальними методами вимірювання швидкості світла не відображають її інваріантність. При вивченні цієї теми важливо сформувати в учнів розуміння, що швидкість світла у вакуумі – це гранична швидкість передачі сигналу і яка не залежить від вибору системи відліку.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Досліджуючи методику вивчення елементів теорії відносності А. Глазунов в своїх роботах зазначав, що ця тема перш за все має за мету сформувати в учнів уявлення про наукову картину світу. Методика вивчення теорії відносності на основі графічного зображення була запропонована С. Куликовським [2]. Швидкість світла як фундаментальна фізична константа була розглянута в роботах О. Спірідонова і К. Томіліна [3-4]. Змісту навчального матеріалу орієнтованого на формування фізичних понять приділяли увагу О. Бугайов, С. Гончаренко, О. Ляшенко, та інші [5-6]. Висвітленням проблем, пов'язаних з використанням інформаційно-комунікаційних технологій при вивченні фізики, а також їх класифікацією займалися П. Атаманчук, М. Шут та інші [10-11].

Мета статті. Аналіз методики вивчення теми «Основні положення спеціальної теорії відносності (СТВ)», що робить акцент на інваріантності швидкості світла та завершує формування наукового світогляду, уявлення про фізичний зміст сталої швидкості світла.

Виклад основного матеріалу. Формування цілісного наукового світогляду означає всебічний гармонійний розвиток особистості в єдності глибоких наукових і філософських осмислених знань. Формування світогляду в процесі засвоєння конкретного фізичного матеріалу може здійснитися лише в тому випадку, якщо світоглядний аспект розкривається цілеспрямовано і свідомо в явному вигляді. Тобто в процесі навчальної діяльності учні: проводять дослідження; спостереження; вимірюють, описують та аналізують отримані результати; здійснюють налагодження апаратури, тобто оволодівають уміннями експериментального характеру. Однак обмежуватися тільки цими видами навчальної діяльності не можна, необхідно домогтися розуміння учнями теоретико-пізнавального аспекту експерименту як методу наукового пізнання. Тому учень, у процесі проведення того чи іншого дослідження, має оцінити його з точки зору методології. Тільки в тому випадку, коли конкретний матеріал пов'язується з тими чи іншими світоглядними положеннями, учень може дійти висновку, що джерелом пізнання є матеріальний світ, що існує незалежно від суб'єкта, що в процесі пізнання людина перетворює цей світ, використовує відкриті закони на благо людства та ін. [9].

Теорія відносності є фізичною теорією простору і часу. Виникнення цієї теорії визначило умови перегляду фізичного світогляду, в розумінні таких фундаментальних понять, як простір і час, маса і енергія, абсолютність і відносність і т.п. Вивчення елементів теорії відносності відповідає пізнавальному і прикладному завданням курсу фізики.

Доцільним є вивчення навчального матеріалу спираючись на основні принципи – принцип відносності і принципи інваріантності швидкості світла у вакуумі. Методика ви-

вчення теми базується на аналізі таких понять, як «швидкість», «час», «довжина», «імпульс», «енергія», основа яких ясна і потрібно лише уточнення їх змісту з релятивістських позицій. Необхідно відзначити, що швидкість світла у вакуумі – кінцева і гранична величина, інваріантна щодо вибору систем відліку. Неможливо загальмувати світло або надати йому прискорення. Швидкість світла у вакуумі – величина абсолютна. Вона є релятивістською константою [1].

Протиріччя між механікою Ньютона і електродинамікою Максвелла стало стимулом для створення теорії відносності. Ейнштейн А. дає нове визначення поняття одночасності: одночасними слід вважати події, що відбуваються в різних точках простору, коли надіслані у момент кожної події світлові промені зустрічаються на середині відрізка, що з'єднує ці точки [7]. Фундаментальна фізична стала швидкості світла виявляється основою цього визначення, оскільки науці, на той час, не були відомі матеріальні об'єкти, що можуть рухатися зі швидкістю, яка більша зазначеної швидкості світла (за сучасними даними – 299 792 458 м/с).

У подальшому можна сформулювати основні постулати спеціальної теорії відносності. *Перший постулат*: усі закони фізики, що описують фізичні явища, протікають однаково в усіх інерціальних системах відліку. *Другий постулат*: швидкість світла у вакуумі однакова для всіх інерціальних систем відліку, тобто інваріантна. Вона не залежить ні від швидкості джерела, ні від швидкості приймача світлового сигналу.

З постулатів спеціальної теорії відносності виходять основні наслідки, а саме скорочення довжини тіла, уповільнення часу, релятивістський закон додавання швидкостей, релятивістський імпульс, залежність маси від швидкості, релятивістська енергія. З учнями розглянемо основні наслідки СТВ [8].

Скорочення довжин відрізків. При русі тіл їх довжина в напрямку руху скорочується, і тим більше, чим більше швидкість руху. Розміри тіл у напрямку, перпендикулярному напрямку руху, не змінюються.

$$l = l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}, \quad l < l_0, \quad (1)$$

де l – довжина тіла, що рухається, а l_0 – власна довжина тіла в системі відліку, де воно покоїться.

Уповільнення часу. Час, відлічений за годинником, що рухається разом з тілом, називають власним часом цього тіла. Власний час завжди менше часу, відліченого за годинником, що рухається відносно тіла. Рухомий годинник вимірює відрізки часу повільніше ніж той, що нерухомий.

$$t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}, \quad t > t_0, \quad (2)$$

де t – часовий інтервал, що відлічується за нерухомим годинником, а t_0 – часовий інтервал, що відлічується за годинником, що рухається.

Релятивістський закон додавання швидкостей.

$$V_2 = \frac{V + V_1}{1 + \frac{V_1 V}{c^2}}$$

При швидкостях, значно менших швидкості світла ($V \ll c, V_1 \ll c$), вирази $V_1 V / c^2 = 0$ та $V_2 = V + V_1$ (класична механіка).

Релятивістський імпульс.

$$p = \frac{m_0 V}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

де m_0 маса частинки у нерухомій системі відліку. Її називають масою спокою і вона збігається з масою частинки в класичній механіці.

Залежність маси від швидкості. Маса тіла зростає разом зі швидкістю, збільшуючись від маси спокою m_0 до нескінченності при швидкості, що наближається до швидкості світла (релятивістська маса).

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}, \quad m > m_0. \quad (3)$$

Поняття маси спокою до частинки, що рухається зі швидкістю світла (фотона), не застосовується. Тіла, що мають скінчену масу при швидкості, яка дорівнює швидкості світла, з меншою швидкістю рухатися не можуть.

Релятивістська енергія. Енергія і маса – це дві взаємозалежні характеристики будь-якого фізичного об'єкта.

$$E = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Повна енергія тіла пропорційна його релятивістській масі незалежно від того, з яких конкретних видів енергії вона складається.

$$E_0 = m_0 c^2,$$

де E_0 – енергія тіла в спокої (енергія спокою). Будь яка зміна енергії тіла супроводжується зміною релятивістської маси і навпаки, тобто

$$\Delta m = \frac{\Delta E}{c^2}.$$

В учнів може виникнути питання про те, до чого може призвести зменшення або збільшення швидкості світла. Якщо б швидкість світла виявилася $3 \cdot 10^{20}$ м/с, то за розрахунками вчених, зміна властивостей фотона призвело б до розподілу магнітного поля та електричного струму, при цьому стало б неможливо створити генератори й електродвигуни на відомих нам принципах [8]. Також можна навести приклад, коли чисельне значення швидкості світла більше чи менше, тоді зірки були б занадто яскравими або недостатньо яскравими для того, щоб підтримувати життя.

Для більш глибокого засвоєння нового матеріалу учням можна запропонувати вирішити таку задачу. Тіло з масою $m_0 = 1$ кг та довжиною $l_0 = 1$ м, змінює швидкість від 0,1 до 0,99 швидкості світла. Для цих умов розрахувати відповідні значення маси, довжини тіла та зміни інтервалу часу $t_0 = 1$ с. Результати занести до *таблиці 1* та побудувати графіки залежності $m(v), l(v), t(v)$.

Використовуючи формули (1), (2) та (3) розраховуємо довжину, масу та час тіла при різних значеннях швидкості. Результати заносимо до *таблиці 1*, яку учням пропонуємо будувати в Excel.

Таблиця 1

Залежності маси та довжини тіла від його швидкості

V^*c , м/с	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
l , м	0,994	0,979	0,953	0,916	0,866	0,8	0,714	0,6	0,435
m , кг	2,020	2,083	2,197	2,380	2,666	3,125	3,921	5,555	10,526
t , с	2,020	2,083	2,197	2,380	2,666	3,125	3,921	5,555	10,526

V^*c , м/с	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99
l , м	0,414	0,391	0,367	0,341	0,312	0,28	0,243	0,198	0,141
m , кг	11,634	13,020	14,803	17,18	20,512	25,510	33,840	50,505	100,502
t , с	11,634	13,020	14,803	17,18	20,512	25,510	33,840	50,505	100,502

За результатами *таблиці 1* учням пропонуємо побудувати графіки залежності $m(v), l(v)$ та $t(v)$.

Графік залежності $l(v)$ має вигляд, який наведено на *рисунку 1*.

Наочно учні переконуються в тому, що при збільшенні швидкості руху тіла його довжина в напрямку руху скорочується, і тим більше, чим більше швидкість наближається до швидкості світла.

Аналогічно учні будують графік залежності $m(v)$ який має вигляд наведений на *рисунку 2*.

Аналізуючи цей графік учні роблять висновок, що маса тіла зростає разом зі швидкістю, збільшуючись від маси спокою m_0 до нескінченності при швидкості, що наближається до швидкості світла.

Подібним до графіку залежності маси тіла від його швидкості буде графік залежності часу від швидкості (*рис. 3*).

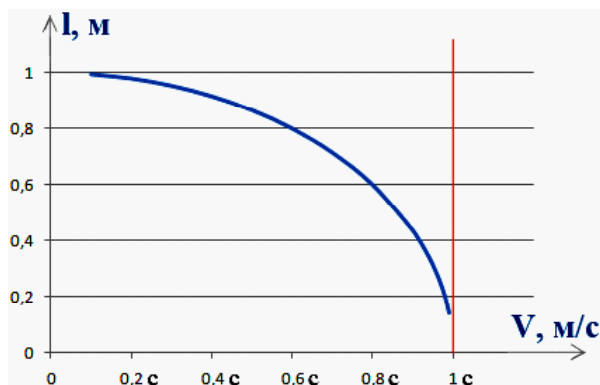


Рис. 1. Графік залежності довжини тіла від швидкості

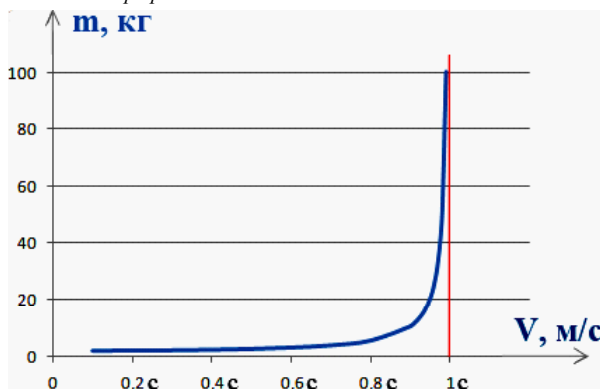


Рис. 2. Графік залежності маси тіла від його швидкості

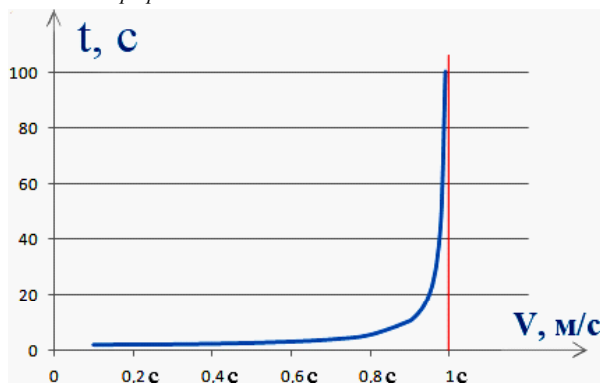


Рис. 3. Графік залежності часу від швидкості тіла

Аналізуючи графік учні роблять висновок, що власний час завжди менше часу, відліченого за годинником, що рухається відносно тіла. Хоч графіки і мають подібний вигляд, але фізична суть різна.

Для подальшого дослідження учням пропонується побудувати графіки залежності маси та довжини тіла від швидкості руху в одних координатах.

На основі проведеного аналізу одержаних графіків учні роблять висновок, що при швидкостях, які наближаються до швидкості світла, довжина тіла зменшується, а маса зростає асимптотично наближаючись до нескінченної величини. Швидкість світла ж, величина інваріантна та недосяжна.

У якості домашнього завдання учням пропонується розв'язати подібну задачу, але вже відповідно своєї маси та довжини тіла. Отримані результати активізують пізнавальну активність учнів до вивчення цієї теми та сприяють формуванню наукового світогляду та кращому засвоєнню релятивістських законів.

Висновки. Методика формування уявлення про максимальне значення швидкості світла при вивченні теми «Основні положення спеціальної теорії відносності (СТВ)» на основі графічних методів та індивідуальних розрахункових завдань значно підвищує рівень засвоєння теми та усвідомлення залежності довжини та маси тіла при наближенні його швидкості до швидкості світла. Це сприяє розумінню учнями значення та фізичної суті сталої швидкості світла.

Перспективи подальших пошуків у напрямі дослідження. Подальших досліджень потребує розробка та вдосконалення методики наочних засобів демонстрації залежностей інших величин таких як «час», «довжина», «імпульс», «енергія» від швидкості руху тіл або систем. Дослідити вплив цих понять та уявлень про фундаментальний характер сталої світла на розвиток наукового світогляду учнів.

Список використаних джерел:

1. Глазунов А.Т. Методика преподавания физики в средней школе / Глазунов А.Т., Нурминский И.И., Пинский А.А. – М. : Просвещение, 1989. – 272 с.
2. Куликовський С. Теорія відносності / С. Куликовський // Фізика та астрономія в школі. – 2007. – № 1. – С. 44-48.
3. Спиридонов О.П. Фундаментальные физические постоянные / Олег Павлович Спиридонов. – М. : Высшая школа, 1991. – 238 с.
4. Томилин К.А. Фундаментальные физические постоянные в историческом и методологическом аспектах / Константин Александрович Томилин. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 368 с.
5. Гончаренко С.У. Формування наукового світогляду учнів під час вивчення фізики / С.У. Гончаренко. – К. : Рад. шк., 1990. – 208 с.
6. Ляшенко О.І. Формування фізичного знання в учнів середньої школи: Логіко-дидактичні основи / О.І. Ляшенко. – К. : Генеза, 1996. – 128 с.
7. Окунь Л.Б. Фундаментальные константы физики / Л.Б. Окунь // Успехи физических наук. – 1991. – Т. 161, №9. – С. 177-194.
8. Трофимова Т.И. Курс физики / Таисия Ивановна Трофимова. – 11-е изд., стер. – М. : Академия, 2006. – 560 с.
9. Голин Г.М. Вопросы методологии физики в курсе средней школы / Генрих Моисеевич Голин. – М. : Просвещение, 1987. – 127 с.
10. Атаманчук П. Элементы интерактивных технологий обучения физике : учеб. пособ. / П.С. Атаманчук, П.И. Самойленко, Н.Л. Сосницкая. – М. : АПК и ППРО, 2007. – 184 с.
11. Жалдак М.І. Комп'ютерно-орієнтовані засоби навчання математики, фізики, інформатики : посіб. для вчителів / М.І. Жалдак, В.В. Лапінський, М.І. Шут // Вкладка газети «Інформатика». – 2004. – С. 41-48 (281-288).

К. Н. Зыкова, Г. А. Шишкин

Бердянський державний педагогічний університет

СКОРОСТЬ СВЕТА КАК ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ КОНСТАНТА В ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ ШКОЛЬНОГО КУРСА ФИЗИКИ

В статье предлагается методика введения понятия скорости света, как фундаментальной постоянной, которая показывает инвариантность скорости света и показывает физический смысл ее числового значения. Изучение основных положений специальной теории относительности целесообразно строить на основных принципах – относительности и инвариантности скорости света в вакууме. При изучении материала анализируются такие понятия, как «скорость», «время», «длина», «импульс», «энергия». Основа этих принципов и понятий учащимся известна необходимо лишь уточнить их с релятивистских позиций.

Изучение нового материала предлагается путем решения задачи на расчет массы и длины тела, которое движется со скоростью от 0,1 до 0,9 скорости света, с использованием графиков зависимостей $m(v)$, $l(v)$. Предлагаемая методика наглядно убеждает учащихся в зависимости длины и массы тела от его скорости относительно скорости света. Такой подход активизирует познавательную деятельность учащихся при изучении данной темы, способствует формированию научного мировоззрения и лучшему усвоению релятивистских законов.

Ключевые слова: обучение физике, скорость света, теория относительности, релятивистская механика, инвариантность, масса, длина.

К. М. Zyкова, G. O. Shyshkin

Berdyansk State Pedagogical University

THE SPEED OF LIGHT AS A FUNDAMENTAL CONSTANT IN RELATIVITY THEORY THE SCHOOL COURSE OF PHYSICS

The article is considered a methodic for introducing the conception of the light speed as a fundamental constant that shows the invariance of the light speed and the physical mean-

ing of its numerical value. It is advisable to study the foundations of the special theory of relativity on the basic principles – the relativity and invariance of the light speed in a vacuum. During studying the material, such notion as “speed”, “time”, “length”, “impulse”, “energy” are analyzed. Students know the fundamentals of these principles and notion, it is only necessary to clarify them from the relativistic positions.

To study the material is proposed by solving problems on the calculation of the mass and length of the body, which moves at a

speed of 0.1 to 0.9 speed of light, using the graphs of the dependences $m(v)$, $l(v)$. The proposed method clearly convinces students of the length and weight of the body from its speed relative to the speed of light. This approach activates the cognitive activity of students in the study of this topic, contributes to the formation of a scientific view and better understanding of relativistic laws.

Key words: teaching physics, light speed, theory of relativity, relativistic mechanics, invariance, mass, length.

Отримано: 2.09.2017

УДК 378

I. V. Korsun

Ternopil Volodymyr Hnatyuk National Pedagogical University
e-mail: korsun_igor@i.ua

CONTRIBUTION OF UKRAINIAN SCIENTISTS TO THE ESTABLISHMENT OF AVIATION AND ASTRONAUTICS

The contribution of Ukrainian scientists to the development of aviation and astronautics has been analyzed. The importance of the scientific works of Ukrainian scientists in the establishment of aerospace industry has been proved. The priority of Ukrainian scientists in a number of scientific issues in the world science is shown. The launch of first Sputnik, the first manned flight of man into space, the first man in the open space, the first man on the surface of Moon, the first unmanned flight of the space plane «Buran», the designing of the first aircraft with multiple motors, the first helicopter, which was made serially, and the world's largest transport aircraft «Mriia». All these achievements have been achieved thanks to works of Ukrainian scientists. Classification of the scientific works of Ukrainian scientists according to historical eras has been done. The importance of current researches in aerospace industry, which carried out by Ukrainian scientists is demonstrated.

Key words: aviation, astronautics, Ukrainian scientists, program «Apollo», space plane «Buran», the world's largest aircraft «Mriia», probe «Rosetta», Ukrainian rockets «Zenit» and «Cyclone-4».

I always repeat that I am Ukrainian. This is a fundamental question for me...

Klim Churyumov

Formulation of the problem. In 1991, Ukraine emerged as an independent country. A nuclear military capability of Ukraine was the third in the world [1]. It has exceeded the potentials of France, Britain and China together. In 1994, Ukraine signed Budapest memorandum under the influence of external factors. Budapest memorandum is an international agreement between Ukraine, the US, Russia and Britain about the non-nuclear status of Ukraine. According to Budapest memorandum, Ukraine became a nuclear-free state. The US, Russia and Britain have guaranteed sovereignty and territorial integrity of Ukraine. Ukraine has suffered from military aggression from Russia in 2014. War goes on. Thousands of patriots and civilians have been killed in Ukraine.

In 1991, leadership of Ukraine made the erroneous step. President and members of Parliament have not consulted with the Ukrainian people. The referendum was not held in Ukraine. One of the reasons of this false decision is a not full research of the historical past of Ukrainian people.

An analysis of current research. The contribution of Ukrainian scientists to the development of aviation and astronautics was demonstrated in manuals [2, 3], as well as scientific papers [4-6]. However, despite that, this issue remains challenging, because the achievements of Ukrainian scientists are substantial and demand a further analysis. The aim of this article is an analysis of Ukrainian scientists' contribution to the establishment of aviation and astronautics.

Statement of the basic material. For many years, Ukraine was a part of the empires (e.g., Russian Empire, Soviet Union). Soviet regime killed millions Ukrainian people. Soviet Ukraine is the world leader for the number of killed scientists, educators, artists and priests. Many Ukrainian scientists were unjustly convicted and executed. But Ukrainian scientists continued to create. The launch of first sputnik, the first manned flight of man into space, the first man in the open space, the first man on the surface of Moon, the first unmanned flight of the space plane «Buran», the designing of the first aircraft with multiple motors, the first helicopter, which was made serially, and the world's largest transport aircraft «Mriia». All these achievements have been achieved thanks to works of Ukrainian scientists.

Ukraine in Russian empire

Oleksandr Zasiadko (1779, Poltava province – 1838, Kharkiv) was an engineer. He first created a new type of gun-

powder for rockets, several types of military missiles and a special mechanism for firing by them. Zasiadko is a constructor of multiple rocket launchers and accessories for missile guidance to the target. Rockets of Zasiadko had a flight range of 3.100 meters, and European rockets had a flight range of 2.740 meters at the same time. In 1828, Varna has been captured with using of Zasiadko's rockets during the Russo-Turkish war. Before this the siege lasted six months.

Mykola Kybalrnych (1853, Chernihiv region – 1881, Peterburg, Russia) was an author of the first world's project of space vehicle. In 1881, M. Kybalrnych took part at the preparations for the assassination of the Russian emperor Alexandr II. He has been arrested. Kybal'nych scribbled the scheme with a button on the wall of the chamber few days before death. Scientist considered the device of rocket engine, offered the flight control with using of tilting the engine, the gradual combustion of fuel, the method of stability of the space vehicle, etc. Gendarmerie seized papers and sent them to the archive. Only in 1917 the papers have been removed from the archive.

Igor Sikorsky (1889, Kyiv – 1972 Easton, United States) was an author of the first aircrafts with multiple motors («Grand», «Rus'kyi Vitiaz'» and «Iliia Muromets'»), he created the turbine helicopter, amphibious helicopter and the first helicopter, which was made serially. Sikorsky has made first experimental flight on helicopter on 14 September, 1939. After several years the helicopter S-47 has been created. Model S-47 has a big rotor and small tail rotor. At the present time almost all key production programs of the US on the construction of helicopters are based on helicopters «Sikorsky».

Ukraine in Soviet Union

Georgii Langemak (1898, Kharkiv province – 1938, Moscow, Russia) was a constructor of missile technology, he introduced into science the term «cosmonautics», the main constructor of rocket launchers «Katyusha». This weapon was successfully used by Soviet Union during World War II. Stalin's regime condemned him to death on 11 January, 1938. He has been shot on the same day. In 1955, G. Langemak has been completely rehabilitated.

Mykola Barabashov (1894, Kharkiv – 1971, Kharkiv) was an Ukrainian astronomer. He first proved the possibility of landing of man on the Moon. Barabashov has showed that the surface of satellite has a solid structure. In 1918, he found that the Moon's surface consists of volcanic rock basalt type with a high porosity. Later it has been confirmed with direct study of the moon using of spacecraft. Barabashov has opened the polar