

Scientific journal
PHYSICAL AND MATHEMATICAL EDUCATION
 Has been issued since 2013.

ISSN 2413-158X (online)
 ISSN 2413-1571 (print)

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
 Видається з 2013.

<http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/>



Ищенко Р.М., Горбунович І.В. Міжпредметні зв'язки фізики і математики під час викладання фізичних основ механіки студентам технічного університету. Фізико-математична освіта. 2020. Випуск 1(23). Частина 2. С. 39-44.

Ishchenko R., Gorbunovich I. Intersubject connections of physics and mathematics at teaching the physical fundamentals of mechanics to students of technical university. Physical and Mathematical Education. 2020. Issue 1(23). Part 2. P. 39-44.

DOI 10.31110/2413-1571-2020-023-1-2-006
 УДК 378.1; 378.9

Р.М. Іщенко
 Національний транспортний університет, Україна
 rm_ischenko@ukr.net
 ORCID: 0000-0003-0158-4020

І.В. Горбунович
 Національний транспортний університет, Україна
 irina.gorbunovich@gmail.com
 ORCID: 0000-0002-6859-0663

МІЖПРЕДМЕТНІ ЗВ'ЯЗКИ ФІЗИКИ І МАТЕМАТИКИ ПІД ЧАС ВИКЛАДАННЯ ФІЗИЧНИХ ОСНОВ МЕХАНІКИ СТУДЕНТАМ ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

АНОТАЦІЯ

Формулювання проблеми. Відомо, що фізика і математика є традиційно найскладнішими дисциплінами для більшості студентів-першокурсників технічних університетів. Відповідно, проблема встановлення міжпредметних зв'язків фізики і математики та їх реалізація з метою підвищення ефективності навчального процесу є достатньо актуальною. Зрозуміло, що вищезазначена проблема значна за обсягом. Тому дана робота присвячується дослідженню міжпредметних зв'язків фізики і математики під час викладання розділу «Фізичні основи механіки» курсу фізики студентам першого курсу технічного університету.

Матеріали і методи. Для досягнення поставленої мети роботи використовувалися наступні методи: аналіз і систематизація – під час огляду наукових публікацій за обраною тематикою дослідження; аналіз, порівняння, систематизація, узагальнення – під час вивчення узгодженості викладання навчального матеріалу з фізики і математики за часом, обговорення результатів дослідження та формулювання висновків роботи.

Результати. З проведеного аналізу програм з навчальних дисциплін «Фізика» і «Математика», за якими навчаються студенти технічних спеціальностей Національного транспортного університету, встановлено, що необхідні для успішного вивчення фізичних основ механіки теми з відповідних розділів курсу математики, за винятком елементів лінійної та векторної алгебри, вивчаються студентами вже після опанування вказаного розділу фізики. Відповідно, без належної математичної підготовки вивчати фізичні основи механіки студентам першого курсу, виявляється, досить складно.

Висновки. Таким чином, під час викладання фізичних основ механіки студентам першого курсу технічного університету не враховуються хронологічні міжпредметні зв'язки фізики і математики, що забезпечують узгоджене викладання вказаних навчальних дисциплін у часі, відповідно до потреб кожної з них. Головним шляхом вирішення проблеми неузгодженого у часі розгляду навчального матеріалу з фізики і математики є перенесення початку вивчення курсу фізики в технічному університеті на другий семестр, що забезпечить наявність більш ґрунтовної математичної підготовки студентів перед початком вивчення фізики.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: міжпредметні зв'язки фізики і математики, програма з фізики, фізичні основи механіки, програма з математики, технічний університет.

ВСТУП

Постановка проблеми. Навчальні дисципліни «Фізика» і «Математика» відносяться до циклу навчальних дисциплін математичної та природничо-наукової підготовки, що вивчаються студентами технічних університетів. Загальні та професійні компетентності, набуті під час вивчення фізики і математики, сприяють формуванню наукового світогляду і наукового стилю мислення студентів та є базисом для подальшого успішного опанування навчальних дисциплін, які входять до циклу професійної і практичної підготовки. У той же час фізика і математика є традиційно найскладнішими дисциплінами для більшості студентів першого курсу. Проблеми, що виникають під час засвоєння вказаних навчальних дисциплін, є одними з головних причин низької успішності студентів-першокурсників як в Національному транспортному університеті (НТУ), так і в інших технічних університетах. Необхідно відзначити, що проблеми під час вивчення фізики і математики виникають ще й тому, що більшість студентів першого курсу не усвідомлюють повною мірою мети вивчення

складних фундаментальних дисциплін, до числа яких входять фізика і математика, вважаючи їх «непотрібними». Останнє негативно впливає на мотивацію студентів до вивчення вказаних дисциплін. Відповідно до цього, проблема встановлення міжпредметних зв'язків фізики і математики та їх реалізація під час навчального процесу в технічному університеті є достатньо актуальною. Зрозуміло, що вищезазначена проблема значна за обсягом. Тому дана робота присвячується дослідженню міжпредметних зв'язків фізики і математики під час викладання розділу «Фізичні основи механіки» курсу фізики студентам-першокурсникам технічного університету.

Аналіз актуальних досліджень. Проблеми міжпредметних зв'язків та їх реалізації у навчальному процесі присвячено значну кількість робіт у науково-педагогічній літературі. Зокрема, вивченням міжпредметних зв'язків фізики з математикою та іншими дисциплінами займалися Атаманчук П.С., Богданов І.Т., Бугайов О.І., Гончаренко С.У., Збаравська Л.Ю., Касперський А.В., Кислова М.А., Пастушенко С.М., Сергеев О.В., Сергієнко В.П., Слєпкань З.І., Шут М.І. та інші вчені. Зокрема, у роботі (Кислова, 2012) виконано аналіз різних трактувань поняття «міжпредметні зв'язки», розглянуто засоби їх реалізації у процесі навчання математики і фізики інженерів-електромеханіків. Відзначено, що провідним напрямком реалізації міжпредметних зв'язків у закладах вищої освіти (ЗВО) є математичне моделювання професійно-орієнтованих задач. У роботі (Збаравська, Слободян & Торчук, 2010) проаналізовано особливості міжпредметних зв'язків курсу фізики із загальнотехнічними і фаховими навчальними дисциплінами для студентів аграрно-технічних ЗВО. Відзначено, що врахування вказаних міжпредметних зв'язків підвищує ефективність професійної спрямованості навчання, поглиблює знання з фундаментальних дисциплін, сприяє органічному поєднанню теоретичної і практичної компоненти при підготовці майбутнього фахівця-аграрія. У роботі (Коньок, 2013) відзначено, що реалізація міжпредметних зв'язків у педагогічних ЗВО є необхідною умовою формування професійної компетентності майбутніх учителів, призводить до оптимізації навчального процесу, підвищення якості освіти та підсилює мотивацію студентів до навчання.

Проблема встановлення та реалізації міжпредметних (міждисциплінарних) зв'язків фізики і математики є актуальною і в закордонній педагогічній літературі. Зокрема, у роботі (Gnitetskaya, 2014) представлено графічну модель міждисциплінарних зв'язків фізики і математики, що дозволяє структурувати, систематизувати та оптимізувати навчальний матеріал вказаних дисциплін, які читаються студентам технічних спеціальностей. У роботі (Claus Michelsen, 2015) обґрунтовано необхідність підготовки майбутніх учителів фізики і математики до міждисциплінарного викладання вказаних дисциплін, розглянуто переваги міждисциплінарного навчання у порівнянні з монодисциплінарним, під час якого фізика і математика вивчаються як непов'язані між собою дисципліни. Взагалі, роль міждисциплінарного підходу в процесі навчання та наукових дослідженнях постійно зростає, починаючи з середини 1980-х років (Richard Van Noorden, 2015).

Однак більшість наукових робіт, у тому числі і дисертаційних, присвячені вивченню міжпредметних зв'язків взагалі та фізики і математики зокрема в загальноосвітніх навчальних закладах, та закладах фахової передвищої освіти (коледжах і технікумах). Особливості міжпредметних зв'язків фізики і математики та їх реалізація під час навчального процесу в ЗВО, зокрема, технічних університетах, на нашу думку, недостатньо дослідженні, що актуалізує мету представленої роботи.

Мета статті. Враховуючи вищезазначене, мета статті полягає у встановленні міжпредметних зв'язків фізики і математики під час викладання фізичних основ механіки студентам першого курсу технічного університету.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для досягнення поставленої мети роботи використовувалися наступні методи: аналіз і систематизація наукових статей, навчально-методичних розробок, присвячених дослідженню міжпредметних зв'язків фізики і математики під час навчального процесу в ЗВО; аналіз програм з фізики і математики для студентів технічного університету з метою виділення основних тем з відповідних розділів математики, знання яких необхідні студентам під час вивчення фізичних основ механіки; порівняння, систематизація, узагальнення – під час вивчення узгодженості викладання навчального матеріалу вказаних дисциплін за часом, обговорення результатів дослідження та формулювання висновків роботи.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У науково-педагогічній літературі виявлено більше 20 визначень категорії «міжпредметні зв'язки», також існують різні підходи до їх класифікації. Узагальнивши результати дослідження інших авторів, у даній роботі запропоновано розглядати міжпредметні зв'язки як дидактичну категорію, що передбачає узгодження програм двох чи більше навчальних дисциплін, взаємне використання і взаємозбагачення спільних для них знань, умінь і навичок, а також методів, форм і засобів навчання.

Для дослідження узгодженості викладання навчального матеріалу з фізики і математики, проаналізуємо програми з вказаних навчальних дисциплін, за якими навчаються студенти технічних спеціальностей НТУ. Типовий курс фізики як в НТУ, так і в більшості технічних ЗВО, читається протягом перших двох семестрів. Як правило, лекційне навантаження у такого курсу – одна лекція на тиждень протягом двох семестрів. Зокрема, вказаний курс фізики в НТУ читається студентам, що навчаються за спеціальностями 015 «Професійна освіта (транспорт)», 131 «Прикладна механіка», 132 «Матеріалознавство», 152 «Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка», 192 «Будівництво та цивільна інженерія», 193 «Геодезія та землеустрій», 274 «Автомобільний транспорт». Вищезазначений курс фізики складається з наступних розділів: фізичні основи механіки, молекулярна фізика і термодинаміка, електрика, магнетизм, коливання та хвилі, оптика, основи квантової фізики (Іщенко, 2019). Курс фізики у технічних ЗВО починається, як правило, з вивчення фізичних основ механіки. Закони, принципи та основні поняття механіки є основою для подальшого вивчення загальнотехнічних дисциплін, таких як: теоретична механіка, опір матеріалів, теорія механізмів і машин, гідравліка, матеріалознавство та ін. Тому в першу чергу важливо провести аналіз міжпредметних зв'язків фізики і математики під час читання студентам фізичних основ механіки. Відзначимо, що фізичні основи механіки можна розділити на наступні підрозділи: кінематика, динаміка, сили у механіці, закони збереження у механіці.

Курс математики для вказаних спеціальностей в НТУ читається протягом перших трьох семестрів. Виконавши аналіз програм курсів фізики та математики, що читаються студентам НТУ, які навчаються за вказаними вище спеціальностями, було виділено основні теми з відповідних розділів математики (див. табл. 1), знання яких необхідні студентам під час вивчення фізичних основ механіки.

Під час аналізу програм з фізики та математики, за якими навчаються студенти вказаних спеціальностей НТУ, особливу увагу було приділено запланованим термінам вивчення розділів математики, які використовуються під час викладання відповідних підрозділів фізичних основ механіки. Результати аналізу представлено у табл. 2. Знак «+» вказує на використання тем відповідного розділу математики під час вивчення того чи іншого підрозділу фізичних основ механіки. Також у табл. 2 наведено заплановані терміни вивчення відповідних розділів математики та підрозділів механіки.

Таблиця 1

Теми з відповідних розділів математики, що використовуються під час вивчення фізичних основ механіки

Розділи математики	Теми
1. Елементи лінійної та векторної алгебри	Поняття визначника. Способи обчислення визначників. Вектори. Лінійні операції над векторами. Скалярний, векторний та мішаний добутки векторів. Поняття базису. Розкладання вектора за базисом.
2. Вступ до математичного аналізу	Поняття функції однієї змінної. Числова послідовність та її границя. Границя функції в точці. Нескінченно малі величини та їх властивості.
3. Диференціальне числення функцій однієї змінної	Похідна функції. Геометричний і механічний зміст похідної. Диференціювання функцій. Диференціал функції. Похідні й диференціали вищих порядків.
4. Інтегральне числення функцій однієї змінної	Поняття первісної функції та невизначеного інтеграла. Таблиця інтегралів. Основні методи інтегрування. Визначений інтеграл, формула Ньютона-Лейбніца. Обчислення визначених інтегралів та їх застосування.
5. Диференціальне числення функцій багатьох змінних	Означення функції багатьох змінних. Частинні похідні. Повний диференціал функції. Частинні похідні та диференціали вищих порядків. Скалярне поле. Похідна за напрямом. Градієнт. Властивості градієнта.
6. Кратні та криволінійні інтеграли	Подвійний і потрійний інтеграли, їх властивості, обчислення та застосування. Криволінійні інтеграли першого і другого роду, їх властивості, обчислення та застосування.

Таблиця 2

Перелік розділів математики, що використовуються під час вивчення відповідних підрозділів фізичних основ механіки та заплановані терміни їх вивчення

Підрозділи фізичних основ механіки та заплановані терміни їх вивчення	Розділи математики та заплановані терміни їх вивчення						
	Семестр 1	Розділ 1	Розділ 2	Розділ 3	Розділ 4	Розділ 5	Розділ 6
		Семестр 1			Семестр 2		Семестр 3
		Тижні			Тижні		Тижні
Назва підрозділу	Тижні	1, 4	9, 10	13,14	1, 2, 7-10	11-14	12-15
Кінематика	1, 2	+	+	+	+		
Динаміка	3, 4	+	+	+	+		+
Сили у механіці	5, 6	+		+			
Закони збереження у механіці	7, 8	+	+	+	+	+	+

Як видно з табл. 2, кінематику поступального і обертального рухів студенти вивчають протягом перших двох тижнів. При цьому для успішного опанування кінематики необхідні знання тем з чотирьох перших розділів математики (див. табл. 2). Так, під час розгляду кінематичних рівнянь руху матеріальної точки та вивчення основних характеристик поступального і обертального рухів (шлях, переміщення, швидкість, прискорення, кут повороту, кутова швидкість, кутове прискорення) використовують основні поняття й методи лінійної та векторної алгебри, теорії границь та диференціального й інтегрального числення функцій однієї змінної. Вивчаючи теми «Класифікація поступального руху в залежності від значень тангенціального і нормального прискорення» та «Класифікація обертального руху», необхідно мати поняття про визначений інтеграл, формулу Ньютона-Лейбніца.

Під час вивчення динаміки поступального і обертального рухів тіла (3 і 4 тижні), як видно з табл. 2, використовуються теми з усіх вказаних розділів математики, за винятком п'ятого. Зокрема, під час розгляду другого закону Ньютона у загальному і частковому випадку (коли маса тіла не змінюється з часом), а також основного рівняння динаміки обертального руху твердого тіла у загальному і частковому випадку (коли головний момент інерції тіла не змінюється з часом) необхідно мати поняття про похідну та диференціал функції однієї змінної. Під час розгляду прямої і оберненої

задач динаміки (Пастушенко, 2002) необхідно використовувати диференціальне та інтегральне числення функцій однієї змінної. Вивчаючи момент імпульсу та момент сили, необхідно знати, що таке векторний добуток. Під час вивчення моменту інерції твердого тіла необхідно мати поняття про границю функції в точці, нескінченно малі величини, кратний інтеграл, його властивості, методи обчислення та застосування.

Під час вивчення відносно нескладного підрозділу «Сили у механіці» (5 і 6 тижні) використовуються теми з розділів 1 і 3 курсу математики (див. табл. 2). Зокрема, при виведенні сили Коріоліса, необхідно знати, що таке векторний добуток, мати поняття про похідну та диференціал функції однієї змінної.

Під час вивчення підрозділу «Закопи збереження у механіці» (7 і 8 тижні), як видно з табл. 2, використовуються теми з усіх вказаних шести розділів математики. Зокрема, під час розгляду законів збереження імпульсу та моменту імпульсу необхідно мати поняття про похідну та диференціал функції однієї змінної. Під час вивчення механічної роботи при поступальному і обертальному русі тіла необхідно знати, що таке скалярний добуток векторів, мати поняття про криволінійний інтеграл, його властивості, методи обчислення та застосування. Під час виведення виразу миттєвої потужності використовується поняття границі функції в точці. Під час виведення виразу кінетичної енергії поступального руху тіла необхідно мати поняття про визначений інтеграл, формулу Ньютона-Лейбніца. Під час вивчення потенціальної енергії та зв'язку консервативної сили з потенціальною енергією використовується математичний апарат диференціального числення функцій багатьох змінних, зокрема, поняття частинних похідних і градієнта функції.

Отже, як видно з табл. 2, вивчення студентами фізичних основ механіки відбувається протягом перших восьми тижнів першого семестру навчання. А необхідні теми з відповідних розділів курсу математики, за винятком елементів лінійної та векторної алгебри, вивчаються студентами вже після опанування вказаного розділу фізики. Відповідно, без належної математичної підготовки вивчати фізичні основи механіки студентам першого курсу, виявляється, досить складно.

ОБГОВОРЕННЯ

З проведеного аналізу програм з навчальних дисциплін «Фізика» і «Математика», за якими навчаються студенти вказаних спеціальностей НТУ, виявилось, що фізика і математика викладаються як окремі, непов'язані між собою дисципліни. При цьому не враховуються хронологічні міжпредметні зв'язки фізики і математики, що забезпечують узгоджене викладання вказаних навчальних дисциплін у часі, відповідно до потреб кожної з них. Останнє призводить до ускладнення навчального процесу та негативно впливає на якість фізичної освіти студентів.

Аналіз програм з математики для загальноосвітніх навчальних закладів показав, що деякі теми, необхідні для успішного вивчення студентами фізичних основ механіки, розглядаються в 10 та 11 класах загальноосвітніх шкіл. Зокрема, до таких тем відносяться: похідна функції, її геометричний і фізичний зміст; первісна та її властивості, визначений інтеграл, його геометричний зміст; вектори, скалярний добуток векторів тощо. Однак випускники загальноосвітніх навчальних закладів, що вступають до ЗВО, навчаються за різними програмами, які передбачають вивчення математики за різними рівнями підготовки: на рівні стандарту, на рівні поглибленого навчання та на рівні профільного навчання (Сайт МОН України, 2020). Відповідно, випускники загальноосвітніх навчальних закладів мають різний рівень підготовки з математики. Крім того, як показує багаторічний досвід викладання математики студентам НТУ, а також результати письмових та усних опитувань студентів, що проводилися на перших практичних заняттях з математики протягом останніх навчальних років, знання більшості студентів з загальноосвітнього курсу математики виявляються слабкими та несистематизованими. Таким чином, загальноосвітнього рівня підготовки з математики більшості студентам першого курсу недостатньо для успішного вивчення фізичних основ механіки рівня технічного університету. Необхідно відзначити, що рівень підготовки студентів-першокурсників із загальноосвітнього курсу фізики також бажає бути кращим, що підтверджується результатами вхідного контролю з фізики, проведеного на початку трьох останніх навчальних років (Іщенко & Ісаєнко, 2019).

Для покращення ситуації, що склалася, пропонується наступне. Під час читання першої лекції з фізики, крім традиційного вступу, в якому зазначаються визначення, мета та головні завдання фізики, розглядається структура курсу фізики та схема міждисциплінарних зв'язків фізики з загальнотехнічними дисциплінами (Іщенко, 2019), необхідно виділити час на розгляд вкрай необхідних для початку вивчення механіки основних понять векторної алгебри, таких як: вектор, скалярні і векторні фізичні величини, правила додавання векторів (правила трикутника і паралелограма), скалярний і векторний добуток векторів. Під час проведення перших практичних занять, можливо, під час розв'язування фізичних задач необхідно розглянути таблицю похідних елементарних функцій і таблицю основних невизначених інтегралів. Під час перших лабораторних занять, можливо, під час вивчення основ теорії похибок вимірювання фізичних величин – пояснити студентам, що таке частинні похідні та градієнт функції. Вище вказані заходи до певної міри компенсують студентам нестачу тих необхідних знань з математики, що застосовуються під час вивчення фізичних основ механіки.

Однак найбільш ефективним вирішенням проблеми неузгодженого у часі розгляду навчального матеріалу з фізики і математики, на думку авторів, є перенесення початку вивчення фізики в технічному університеті на другий семестр. Зокрема, років 15 тому студенти більшості спеціальностей НТУ починали вивчати фізику якраз у другому семестрі. Перенесення початку вивчення фізики на другий семестр забезпечить більш узгоджене у часі викладання фізики і математики та призведе до того, що студенти почнуть вивчати фізичні основи механіки, маючи більш ґрунтовну математичну підготовку. Останнє, в свою чергу, дозволить студентам отримати більш глибокі і міцні знання з фізичних основ механіки, що призведе до підвищення мотивації студентів до вивчення наступних розділів фізики та, відповідно, до прискорення і полегшення навчального процесу.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Таким чином, за результатами проведеного аналізу програм з навчальних дисциплін «Фізика» і «Математика», за якими навчаються студенти технічних спеціальностей НТУ, встановлено, що під час викладання фізичних основ механіки

студентам першого курсу не враховуються хронологічні міжпредметні зв'язки фізики і математики, що забезпечують узгоджене викладання вказаних навчальних дисциплін у часі, відповідно до потреб кожної з них. Отже, фізика і математика викладаються як окремі, непов'язані між собою навчальні дисципліни. Останнє призводить до суттєвих складнощів під час вивчення студентами фізичних основ механіки та негативно впливає на якість їх фізичної освіти.

Головним шляхом вирішення проблеми неузгодженого у часі розгляду навчального матеріалу з фізики і математики, на думку авторів, є перенесення початку вивчення курсу фізики в технічному університеті на другий семестр, що забезпечить наявність більш ґрунтовної математичної підготовки студентів перед початком вивчення фізики. Останнє дозволить студентам отримати більш глибокі і міцні знання з фізичних основ механіки, що призведе до підвищення мотивації студентів до подальшого вивчення курсу фізики та до прискорення і полегшення навчального процесу.

Наступну роботу планується присвятити дослідженню міжпредметних зв'язків фізики і математики під час викладання розділів «Електрика і магнетизм» та «Коливання і хвилі» курсу фізики студентам технічного університету.

Список використаних джерел

1. Збаравська Л.Ю., Слободян С.Б., Торчук М.В. Міжпредметні взаємозв'язки курсу фізики у формуванні компетентних фахівців аграрно-технічних навчальних закладів. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету ім. Івана Огієнка. Серія: Педагогічна*. Кам'янець-Подільський, 2010. Вип. 16. С. 101-103.
2. Іщенко Р.М., Ісаєнко Г.Л. Аналіз рівня підготовки з фізики студентів технічних спеціальностей за результатами вхідного контролю. *Фізико-математична освіта*, 2019. Вип. 1 (19). С. 75-79. DOI: 10.31110/2413-1571-2019-019-1-012.
3. Іщенко Р.М. Роль першої лекції з фізики у формуванні мотивації студентів технічного університету до подальшого вивчення дисципліни. *Фізико-математична освіта*, 2019. Вип. 4 (22). С. 56-60. DOI: 10.31110/2413-1571-2019-022-4-009.
4. Кислова М.А. Міжпредметні зв'язки курсів вищої математики та загальної фізики у навчанні інженерів-електромеханіків. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету ім. Івана Огієнка. Серія: Педагогічна*. Кам'янець-Подільський, 2012. Вип. 18. С. 200-203.
5. Коньок М.М. Міжпредметні зв'язки як фактор оптимізації процесу підготовки майбутніх вчителів технологій. *Вісник Чернігівського національного педагогічного університету ім. Т.Г. Шевченка*. Чернігів, 2013. Вип. 108. С. 244-248.
6. Пастушенко С.М. *Загальна фізика. Механіка*: навч. посіб. Київ: НАУ, 2002. 284 с.
7. Сайт Міністерства освіти і науки України. Навчальні програми для 10-11 класів загальноосвітніх навчальних закладів. URL: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-dlya-10-11-klasiv> (Дата звернення: 14.04.2020).
8. Claus Michelsen. Mathematical modeling is also physics-interdisciplinary teaching between mathematics and physics in Danish upper secondary education. *Physics Education*, 2015. Vol. 50, № 4. P. 489-494. DOI: 10.1088/0031-9120/50/4/489.
9. Gnitetskaya Tatyana. Modeling of interdisciplinary connections in science courses. *Journal of Physics: Conf. Ser.*, 2014. Vol. 490. P. 012068 (4). DOI: 10.1088/1742-6596/490/1/012068.
10. Richard Van Noorden. Interdisciplinary research by the numbers. *Nature*, 2015. Vol. 525. P. 306-307. DOI: 10.1038/525306a.

References

1. Zbaravska, L.YU., Slobodyan, S.B. & Torchuk M.V. (2010). Mizhpredmetni vzayemozvyazky kursu fizyky u formuvanni kompetentnykh fakhivtsiv ahrarno-tekhnichnykh navchalnykh zakladiv [Intersubject relationships of physics course in formation of competent specialists of agrarian and technical educational institutions]. *Zbirnyk naukovykh prats Kam'yanets-Podilskoho natsionalnoho universytetu im. Ivana Ohiyenka. Seriya: Pedagogichna – Collection of scientific works of Kamenets-Podilsky National University named after Ivan Ogienko. Series: Pedagogical*, 16, 101-103 [in Ukrainian].
2. Ishchenko, R.M. & Isayenko, G.L. (2019). Analiz rivnya pidhotovky z fizyky studentiv tekhnichnykh spetsialnostey za rezul'tatamy vkhidnoho kontrolyu [Analysis of the training level from physics of students of technical specialties by entrance control result]. *Fizyko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education*, 1 (19), 75-79. DOI: 10.31110/2413-1571-2019-019-1-012 [in Ukrainian].
3. Ishchenko, R.M. (2019). Rol pershoyi lektsiyi z fizyky u formuvanni motyvatsiyi studentiv tekhnichnoho universytetu do podalshoho vyvchennya dyscypliny [Role of the first lecture at physics in formation of the motivation of technical university students to further study of the discipline]. *Fizyko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education*, 4 (22), 56-60. DOI: 10.31110/2413-1571-2019-022-4-009 [in Ukrainian].
4. Kyslova, M.A. (2012). Mizhpredmetni zvyazky kursiv vyshchoyi matematyky ta zahalnoyi fizyky u navchanni inzheneriv-elektromekhanikiv [Intersubject connections of higher mathematics and general physics in electromechanical engineers training]. *Zbirnyk naukovykh prats Kam'yanets-Podilskoho natsionalnoho universytetu im. Ivana Ohiyenka. Seriya: Pedagogichna – Collection of scientific works of Kamenets-Podilsky National University named after Ivan Ogienko. Series: Pedagogical*, 18, 200-203 [in Ukrainian].
5. Kon'ok, M.M. (2013). Mizhpredmetni zvyazky yak faktor optymizatsiyi protsesu pidhotovky maybutnikh vchyteliv tekhnolohiy [Intersubject connections as a factor in optimizing the process of training future technology teachers]. *Visnyk Chernigivskogo natsionalnoho pedagogichnoho universytetu im. T.G. Shevchenka – Bulletin of the Chernigiv National Pedagogical University named after T.G. Shevchenko*, 108, 244-248 [in Ukrainian].
6. Pastushenko, S.M. (2002). *Zahalna fizyka. Mekhanika [General Physics. Mechanics]*. Kyiv: NAU [in Ukrainian].
7. Sait Ministerstva osvity i nauky Ukrayiny. Navchalni prohramy dlya 10-11 klasiv zahalnoosvitnikh navchalnykh zakladiv [Site of Ministry of Education and Science of Ukraine. Educational programs for 10-11 classes of general educational institutions]. Retrieved from <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-dlya-10-11-klasiv> [in Ukrainian].
8. Claus Michelsen. (2015). Mathematical modeling is also physics-interdisciplinary teaching between mathematics and physics in Danish upper secondary education. *Physics Education*, 50 (4), 489-494. DOI: 10.1088/0031-9120/50/4/489 [in English].

9. Gnitetskaya Tatyana. (2014). Modeling of interdisciplinary connections in science courses. *Journal of Physics: Conf. Ser.*, 490, 012068 (4). DOI: 10.1088/1742-6596/490/1/012068 [in English].
10. Richard Van Noorden. (2015). Interdisciplinary research by the numbers. *Nature*, 525, 306-307. DOI: 10.1038/525306a [in English].

**INTERSUBJECT CONNECTIONS OF PHYSICS AND MATHEMATICS AT TEACHING THE PHYSICAL
FUNDAMENTALS OF MECHANICS TO STUDENTS OF TECHNICAL UNIVERSITY**

Ruslan Ishchenko, Iryna Gorbunovich
National Transport University, Ukraine

Abstract.

Formulation of the problem. *It is known that physics and mathematics are traditionally the most difficult disciplines for most first-year students at technical universities. Accordingly, the problem of establishing of intersubject connections of physics and mathematics and their implementation to increase the efficiency of the educational process is quite relevant. The above problem is significant in scope. Therefore, this paper is devoted to the study of intersubject connections of physics and mathematics during the teaching the section "Physical fundamentals of mechanics" of physics course to the first-year students of a technical university.*

Materials and methods. *To achieve the purpose of the work, the following methods were used: analysis and systematization – during the review of scientific publications on the chosen subject of research; analysis, comparison, systematization, generalization – during the studying of consistency of teaching of educational material from physics and mathematics in time, discussing the results of research and formulating the conclusions of the work.*

Results. *From the analysis of the programs in the academic disciplines "Physics" and "Mathematics", for which students of technical specialties of the National Transport University study, it was found that the topics that are necessary for the successful study of the physical fundamentals of mechanics from the corresponding sections of the mathematics course, with the exception of elements of linear and vector algebra, are studied by students after mastering the specified section of physics. Accordingly, without substantial mathematical training, it turns out to be quite difficult to study the physical fundamentals of mechanics for first-year students.*

Conclusions. *Thus, during the teaching of the physical fundamentals of mechanics to first-year students of a technical university, the chronological intersubject connections of physics and mathematics are not taken into account, which ensures coordinated teaching of the indicated disciplines in time under the needs of each of them. The main way to solve the problem of inconsistent in time consideration of educational material in physics and mathematics is to transfer the beginning of the study of a physics course at a technical university to the second semester, which will ensure the availability of more thorough mathematical training of students before starting to study physics.*

Keywords: *intersubject connections of physics and mathematics, physics program, physical fundamentals of mechanics, a mathematics program, technical university.*