

Робоча програма навчальної дисципліни «**Фізика**» для бакалаврів освітньо-професійної програми «Біологія» спеціальності 091 Біологія та біохімія / Нац. техн. ун-т. «Дніпровська політехніка», каф. фізики. – Д.: НТУ «ДП», 2023. – 13 с.

Розробники:

- Гаркуша Ігор Павлович, професор, кандидат фізико-математичних наук, завідувач кафедри фізики;
- Куцева Наталія Олександрівна, доцентка, кандидатка фізико-математичних наук, доцентка кафедри фізики.

Робоча програма регламентує:

- мету дисципліни;
- дисциплінарні результати навчання, сформовані на основі трансформації очікуваних результатів навчання освітньої програми;
- базові дисципліни;
- обсяг і розподіл за формами організації освітнього процесу та видами навчальних занять;
- програму дисципліни (тематичний план за видами навчальних занять);
- алгоритм оцінювання рівня досягнення дисциплінарних результатів навчання (шкали, засоби, процедури та критерії оцінювання);
- інструменти, обладнання та програмне забезпечення;
- рекомендовані джерела інформації.

Робоча програма призначена для реалізації компетентнісного підходу під час планування освітнього процесу, викладання дисципліни, підготовки студентів до контрольних заходів, контролю провадження освітньої діяльності, внутрішнього та зовнішнього контролю забезпечення якості вищої освіти, акредитації освітніх програм у межах спеціальності.

Погоджено рішенням науково-методичної комісії спеціальності 091 Біологія та біохімія (протокол № 4 від 31.08.2023 р.).

ЗМІСТ

1 МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	4
2 ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ.....	4
3 БАЗОВІ ДИСЦИПЛІНИ	4
4 ОБСЯГ І РОЗПОДІЛ ЗА ФОРМАМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ТА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ	5
5. ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ.....	5
6 ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ.....	6
6.1 Шкали	6
6.2 Засоби та процедури.....	7
6.3 Критерії.....	8
7 ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.....	12
8 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ.....	12

1. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

В освітньо-професійній програмі «Біологія» спеціальності 091 Біологія та біохімія здійснено розподіл програмних результатів навчання (ПРН) за організаційними формами освітнього процесу. Зокрема, до дисципліни Б4 «Фізика» віднесено такі результати навчання:

ПР06	Застосовувати моделі, методи і дані фізики, хімії, екології, математики у процесі навчання та забезпечення професійної діяльності
ПР08	Знати та розуміти основні терміни, концепції, теорії і закони в галузі біологічних наук і на межі предметних галузей

Мета дисципліни полягає у формуванні та закріпленні в процесі підготовки у майбутніх фахівців (бакалаврів) професійної компетентності, що спрямована на здатність застосовувати фундаментальні та прикладні знання із сучасної фізики у практичних задачах біотехнології та біоінженерії; здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми з фізики у професійній діяльності або у процесі подальшого навчання, що передбачає застосування певних теорій та методів фізики і характеризується складністю та невизначеністю умов.

Реалізація мети вимагає трансформації програмних результатів навчання в дисциплінарні та адекватний відбір змісту навчальної дисципліни за цим критерієм.

2. ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Шифр ПРН	Дисциплінарні результати навчання (ДРН)	
	шифр ДРН	зміст
ПР06	ПР06.1-Б4	знати основні фізичні величини і характеристики, зв'язки між ними, одиниці їх вимірювання
	ПР06.2-Б4	формулювати фізичні ідеї, розв'язувати задачі, робити оцінки величин, оперувати фізичними моделями й усвідомлювати границі їх застосувань
ПР08	ПР08.1-Б4	розуміти основні фізичні процеси у довкіллі та використовувати закони динаміки та закони збереження для вирішення професійних задач
	ПР08.2-Б4	застосовувати знання основних фундаментальних законів класичної та сучасної фізики для вирішення складних завдань у галузі біології

3 БАЗОВІ ДИСЦИПЛІНИ

Назва дисципліни	Здобуті результати навчання
Вища математика	використовувати математичні методи при вирішенні складних задач в сфері біології

4. ОБСЯГ І РОЗПОДІЛ ЗА ФОРМАМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ТА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Вид навчальних занять	Обсяг, години	Розподіл за формами навчання, години				Обсяг, * години	Розподіл за формами навчання, години	
		денна		вечірня			заочна	
		аудиторні заняття	самостійна робота	аудиторні заняття	самостійна робота		аудиторні заняття	самостійна робота
лекційні	75	34	41	-	-	90	10	80
практичні	-	-	-	-	-	-	-	-
лабораторні	75	34	41	-	-	90	8	82
семінари	-	-	-	-	-	-	-	-
РАЗОМ	150	68	82	-	-	180	18	162

5 ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових, (денна/заочна) години
	ЛЕКЦІЇ	75/90
ПР06.1-Б4, ПР06.2-Б4, ПР08.1-Б4, ПР08.2-Б4	1. Фізичні основи механіки. 1.1. Кінематика і динаміка матеріальної точки. Закони збереження імпульсу та енергії. 1.2. Динаміка твердого тіла, що обертається навколо нерухомої осі. Закон збереження моменту імпульсу	12/14
ПР06.1-Б4, ПР06.2-Б4, ПР08.1-Б4, ПР08.2-Б4	2. Молекулярна фізика і термодинаміка 2.1. Основні означення і поняття молекулярно-кінетичної теорії. Основи статистичної фізики 2.2. Закони термодинаміки. Явища переносу. Рідини і тверді тіла.	15/14
ПР06.1-Б4, ПР06.2-Б4, ПР08.1-Б4, ПР08.2-Б4	3. Електродинаміка 3.1. Електростатичне поле у вакуумі 3.2. Електростатичне поле в речовині 3.3. Постійний електричний струм. Стале магнітне поле у вакуумі. Дія магнітного поля на рухомі заряди і провідник зі струмом 3.4. Явище електромагнітної індукції. Основи теорії Максвелла для електромагнітного поля	12/14
ПР06.1-Б4, ПР06.2-Б4, ПР08.1-Б4, ПР08.2-Б4	4. Коливальні та хвильові процеси 4.1. Вільні і вимушені коливання. Хвилі в пружному середовищі. 4.2. Аналіз рівнянь Максвелла і висновки з них. Електромагнітні хвилі	12/14
ПР06.1-Б4,	5. Оптика	8/10

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових, (денна/заочна) години
ПР06.2-Б4, ПР08.1-Б4, ПР08.2-Б4	5.1. Основи геометричної оптики	
	5.2. Хвильова оптика	
ПР06.1-Б4, ПР06.2-Б4, ПР08.1-Б4, ПР08.2-Б4	6. Елементи квантової фізики	8/10
	6.1. Корпускулярно-хвильовий дуалізм матерії. Хвилі де-Бройля. Рівняння Шредингера.	
	6.2. Будова атомів. Спонтанне і вимушене випромінювання. Лазери.	
ПР06.1-Б4, ПР06.2-Б4, ПР08.1-Б4, ПР08.2-Б4	7. Фізика атомного ядра	8/11
	7.1. Склад ядра. Ядерні сили. Радіоактивність. Ядерні реакції.	
	ЛАБОРАТОРНІ ЗАНЯТТЯ	75/90
ПР06.1-Б4, ПР06.2-Б4, ПР08.1-Б4, ПР08.2-Б4	1. Лабораторні роботи з фізичних основ механіки	15/18
	1.1. Вивчення методики статистичної обробки експериментальних даних	
	1.2. Вивчення законів динаміки поступального руху на приладі Атвуда	
	1.3. Вивчення закономірностей пружного зіткнення куль	
	1.4. Визначення моменту інерції маятника Максвелла динамічним методом	
	1.5. Визначення швидкості польоту «кулі» за допомогою крутильного балістичного маятника	
	2. Лабораторні роботи з молекулярної фізики та термодинаміки	15/18
	2.1. Визначення в'язкості повітря шляхом витікання через капіляр.	
	2.2. Вимірювання вологості повітря	
	2.3. Визначення відношення питомих теплоємностей газів методом адіабатного розширення.	
	2.4. Визначення поверхневого натягу рідини	
	2.5. Вивчення явища внутрішнього тертя	
	2.6. Визначення теплопровідності твердих тіл	
	3. Лабораторні роботи з електродинаміки	20/23
	3.1. Вимірювання опору методом містка	
	3.2. Дослідження залежності коефіцієнта корисної дії джерела струму і його потужності від опору навантаження	
	3.3. Вимірювання ЕРС методом компенсації	
	3.4. Визначення горизонтальної складової напруженості магнітного поля Землі	
	3.5. Визначення індуктивності котушок	
	4. Лабораторні роботи з вивчення коливальних і хвильових процесів	10/13
	4.1. Вивчення вільних коливань математичного маятника	
	4.2. Визначення швидкості звуку в повітрі	
	4.3. Вивчення стоячих хвиль та визначення власних частот коливань струни	

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових, (денна/заочна) години
	5. Лабораторні роботи з фізики твердого тіла і квантової фізики 5.1. Вивчення залежності опору металів від температури 5.2. Визначення сталої Стефана-Больцмана за допомогою оптичного пірметра 5.3. Дослідження поглинання гамма-випромінювання різними матеріалами 5.4 Вивчення спектра атома водню	15/18
	РАЗОМ	150

6 ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Сертифікація досягнень студентів здійснюється за допомогою прозорих процедур, що ґрунтуються на об'єктивних критеріях відповідно до Положення університету «Про оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти».

Досягнутий рівень компетентностей відносно очікуваних, що ідентифікований під час контрольних заходів, відображає реальний результат навчання студента за дисципліною.

6.1 Шкали

Оцінювання навчальних досягнень студентів НТУ «ДП» здійснюється за рейтинговою (100-бальною) та інституційною шкалами. Остання необхідна (за офіційною відсутністю національної шкали) для конвертації (переведення) оцінок мобільних студентів.

Шкали оцінювання навчальних досягнень студентів НТУ «ДП»

Рейтингова	Інституційна
90...100	відмінно / Excellent
74...89	добре / Good
60...73	задовільно / Satisfactory
0...59	незадовільно / Fail

Кредити навчальної дисципліни зараховуються, якщо студент отримав підсумкову оцінку не менше 60-ти балів. Нижча оцінка вважається академічною заборгованістю, що підлягає ліквідації відповідно до Положення про організацію освітнього процесу НТУ «ДП».

6.2 Засоби та процедури

Зміст засобів діагностики спрямовано на контроль рівня сформованості знань, умінь/навичок, комунікації, автономії та відповідальності студента за вимогами НРК до 6-го кваліфікаційного рівня під час демонстрації регламентованих робочою програмою результатів навчання.

Студент на контрольних заходах має виконувати завдання, орієнтовані виключно на демонстрацію дисциплінарних результатів навчання (розділ 2).

Засоби діагностики, що надаються студентам на контрольних заходах у вигляді завдань для поточного та підсумкового контролю, формуються шляхом конкретизації вихідних даних та способу демонстрації дисциплінарних результатів навчання.

Засоби діагностики (контрольні завдання) для поточного та підсумкового контролю дисципліни затверджуються кафедрою.

Види засобів діагностики та процедур оцінювання для поточного та підсумкового контролю дисципліни подано нижче.

Засоби діагностики та процедури оцінювання

ПОТОЧНИЙ КОНТРОЛЬ			ПІДСУМКОВИЙ КОНТРОЛЬ	
навчальне заняття	засоби діагностики	процедури	засоби діагностики	процедури
лекції	контрольні завдання за кожною темою	виконання завдання під час лекцій	комплексна контрольна робота (ККР)	визначення середньозваженого результату поточних контролів;
лабораторні заняття	перевірка та захист	виконання лабораторних робіт		виконання ККР під час екзамену за бажанням студента

Під час поточного контролю лекційні заняття оцінюються шляхом визначення якості виконання контрольних конкретизованих завдань. Лабораторні заняття оцінюються якістю виконання та захисту лабораторних робіт.

Якщо зміст певного виду занять підпорядковано декільком складовим опису кваліфікаційного рівня за НРК, то інтегральне значення оцінки може визначатися з урахуванням вагових коефіцієнтів, що встановлюються викладачем.

За наявності рівня результатів поточних контролів з усіх видів навчальних занять не менше 60 балів, підсумковий контроль здійснюється без участі студента шляхом визначення середньозваженого значення поточних оцінок.

Незалежно від результатів поточного контролю кожен студент під час екзамену має право виконувати ККР, яка містить завдання, що охоплюють ключові дисциплінарні результати навчання.

Кількість конкретизованих завдань ККР повинна відповідати відведеному часу на виконання. Кількість варіантів ККР має забезпечити індивідуалізацію завдання.

Значення оцінки за виконання ККР визначається середньою оцінкою складових (конкретизованих завдань) і є остаточним.

Інтегральне значення оцінки виконання ККР може визначатися з урахуванням вагових коефіцієнтів, що встановлюється кафедрою для кожного складника опису кваліфікаційного рівня за НРК.

6.3 Критерії

Реальні результати навчання студента ідентифікуються та вимірюються відносно очікуваних під час контрольних заходів за допомогою критеріїв, що описують дії студента для демонстрації досягнення результатів навчання.

Для оцінювання виконання контрольних завдань під час поточного контролю лекційних і лабораторних занять в якості критерію використовується коефіцієнт засвоєння, що автоматично адаптує показник оцінки до рейтингової шкали:

$$O_i = 100 a/m,$$

де a – число правильних відповідей або виконаних суттєвих операцій відповідно до еталону рішення; m – загальна кількість запитань або суттєвих операцій еталону.

Індивідуальні завдання та комплексні контрольні роботи оцінюються експертно за допомогою критеріїв, що характеризують співвідношення вимог до рівня компетентностей і показників оцінки за рейтинговою шкалою.

Зміст критеріїв спирається на компетентнісні характеристики, визначені НРК для бакалаврського рівня вищої освіти (подано нижче).

Загальні критерії досягнення результатів навчання для 6-го кваліфікаційного рівня за НРК

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
Знання		
◆ концептуальні наукові та практичні знання, критичне осмислення теорій, принципів, методів і понять у сфері професійної діяльності та/або навчання	Відповідь відмінна – правильна, обґрунтована, осмислена. Характеризує наявність: - концептуальних знань; - високого ступеню володіння станом питання; - критичного осмислення основних теорій, принципів, методів і понять у навчанні та професійній діяльності	95-100
	Відповідь містить негрубі помилки або описки	90-94
	Відповідь правильна, але має певні неточності	85-89
	Відповідь правильна, але має певні неточності й недостатньо обґрунтована	80-84
	Відповідь правильна, але має певні неточності, недостатньо обґрунтована та осмислена	74-79
	Відповідь фрагментарна	70-73
	Відповідь демонструє нечіткі уявлення студента про об'єкт вивчення	65-69
	Рівень знань мінімально задовільний	60-64
	Рівень знань незадовільний	<60
Уміння/навички		
◆ поглиблені когнітивні та практичні уміння/навички,	Відповідь характеризує уміння: - виявляти проблеми; - формулювати гіпотези; - розв'язувати проблеми;	95-100

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
майстерність та інноваційність на рівні, необхідному для розв'язання складних спеціалізованих задач і практичних проблем у сфері професійної діяльності або навчання	<ul style="list-style-type: none"> - обирати адекватні методи та інструментальні засоби; - збирати та логічно й зрозуміло інтерпретувати інформацію; - використовувати інноваційні підходи до розв'язання завдання 	
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності з не грубими помилками	90-94
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації однієї вимоги	85-89
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації двох вимог	80-84
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації трьох вимог	74-79
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації чотирьох вимог	70-73
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності при виконанні завдань за зразком	65-69
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання при виконанні завдань за зразком, але з неточностями	60-64
	рівень умінь/навичок незадовільний	<60
Комунікація		
<ul style="list-style-type: none"> ◆ донесення до фахівців і нефахівців інформації, ідей, проблем, рішень, власного досвіду та аргументації; ◆ збір, інтерпретація та застосування даних; ◆ спілкування з професійних питань, у тому числі іноземною мовою, усно та письмово 	<p>Вільне володіння проблематикою галузі. Зрозумілість відповіді (доповіді). Мова:</p> <ul style="list-style-type: none"> - правильна; - чиста; - ясна; - точна; - логічна; - виразна; - лаконічна. <p>Комунікаційна стратегія:</p> <ul style="list-style-type: none"> - послідовний і несуперечливий розвиток думки; - наявність логічних власних суджень; - доречна аргументації та її відповідність відстоюваним положенням; - правильна структура відповіді (доповіді); - правильність відповідей на запитання; - доречна техніка відповідей на запитання; - здатність робити висновки та формулювати пропозиції 	95-100
	<p>Достатнє володіння проблематикою галузі з незначними хибами. Достатня зрозумілість відповіді (доповіді) з незначними хибами.</p>	90-94

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
	Доречна комунікаційна стратегія з незначними хибами	
	Добре володіння проблематикою галузі. Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано три вимоги)	85-89
	Добре володіння проблематикою галузі. Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано чотири вимоги)	80-84
	Добре володіння проблематикою галузі. Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано п'ять вимог)	74-79
	Задовільне володіння проблематикою галузі. Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано сім вимог)	70-73
	Часткове володіння проблематикою галузі. Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та комунікаційна стратегія з хибами (сумарно не реалізовано дев'ять вимог)	65-69
	Фрагментарне володіння проблематикою галузі. Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та комунікаційна стратегія з хибами (сумарно не реалізовано 10 вимог)	60-64
	Рівень комунікації незадовільний	<60
<i>Відповідальність і автономія</i>		
<p>◆ управління складною технічною або професійною діяльністю чи проектами;</p> <p>◆ спроможність нести відповідальність за вироблення та ухвалення рішень у непередбачуваних робочих та/або навчальних контекстах;</p> <p>◆ формування суджень, що враховують соціальні, наукові та етичні аспекти;</p> <p>◆ організація та керівництво професійним розвитком осіб та груп;</p> <p>◆ здатність продовжувати навчання із значним ступенем</p>	<p>Відмінне володіння компетенціями менеджменту особистості, орієнтованих на:</p> <p>1) управління комплексними проектами, що передбачає:</p> <ul style="list-style-type: none"> - дослідницький характер навчальної діяльності, позначена вмінням самостійно оцінювати різноманітні життєві ситуації, явища, факти, виявляти і відстоювати особисту позицію; - здатність до роботи в команді; - контроль власних дій; <p>2) відповідальність за прийняття рішень в непередбачуваних умовах, що включає:</p> <ul style="list-style-type: none"> - обґрунтування власних рішень положеннями нормативної бази галузевого та державного рівнів; - самостійність під час виконання поставлених завдань; - ініціативу в обговоренні проблем; - відповідальність за взаємовідносини; <p>3) відповідальність за професійний розвиток окремих осіб та/або груп осіб, що передбачає:</p> <ul style="list-style-type: none"> - використання професійно-орієнтованих навичок; - використання доказів із самостійною і правильною аргументацією; - володіння всіма видами навчальної діяльності; <p>4) здатність до подальшого навчання з високим рівнем автономності, що передбачає:</p>	95-100

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
автономії	- ступінь володіння фундаментальними знаннями; - самостійність оцінних суджень; - високий рівень сформованості загальнонавчальних умінь і навичок; - самостійний пошук та аналіз джерел інформації	
	Упевнене володіння компетенціями менеджменту особистості (не реалізовано дві вимоги)	90-94
	Добре володіння компетенціями менеджменту особистості (не реалізовано три вимоги)	85-89
	Добре володіння компетенціями менеджменту особистості (не реалізовано чотири вимоги)	80-84
	Добре володіння компетенціями менеджменту особистості (не реалізовано шість вимог)	74-79
	Задовільне володіння компетенціями менеджменту особистості (не реалізовано сім вимог)	70-73
	Задовільне володіння компетенціями менеджменту особистості (не реалізовано вісім вимог)	65-69
	Рівень відповідальності і автономії фрагментарний	60-64
	Рівень відповідальності і автономії незадовільний	<60

7 ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Лекційні демонстраційні матеріали. Фізичний лабораторний практикум. Технічні засоби навчання (мультимедійний проектор, комп'ютерні лабораторні роботи). Лабораторна та інструментальна база кафедри фізики. Дистанційна платформа Moodle.

8. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. Курс загальної фізики. Навчальний посібник для вищих навчальних закладів/ Кармазін В.В., Семенець В.В. -К.: Кондор, 2016. -786 с.
2. Венгренівіч Р.Д., Стасик М.О. Фізика : підручник для студ. вищ. навч. закл. Чернівці : Друк Арт, 2017. 736 с.
3. Загальна фізика. Практичні завдання : навч.-метод. посіб. /А. О. Мамалуй, М. В. Лебедева, В. В. Пилипенко та ін.; за заг. ред. А. О. Мамалуй. Харків: Вид-во «Підручник НТУ «ХП», 2014. 296 с.
4. Загальна фізика з прикладами і задачами. Частина 3, т.1. Оптика: навч. посібник/І.М. Кібець та ін. – Харків :Компанія СМІТ, 2012. – 232с.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«Фізика»
для бакалаврів освітньо-професійної програми «Біологія»
за спеціальністю 091 Біологія та біохімія

Розробники:
Ігор Павлович Гаркуша,
Наталія Олександрівна Куцева

В редакції авторів

Підготовлено до виходу в світ
у Національному технічному університеті
«Дніпровська політехніка».
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру ДК № 1842
49005, м. Дніпро, просп. Д. Яворницького, 19