

УДК 53:378.147 (045)



Кузнєцова О. Я.

ЗАОЧНА ФОРМА НАВЧАННЯ СТУДЕНТІВ: ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСІВ ЄВРОІНТЕГРАЦІЇ

А Представлені теоретичні засади організації навчання з фізики студентів заочної форми навчання авіаційних спеціальностей за модульно-рейтинговою технологією. Описані особливості навчального процесу студентів заочної форми навчання та спеціальні методично-організаційні прийоми модульно-рейтингової технології, що зумовлені цими особливостями.

Ключові слова: фізика, модульно-рейтингова технологія, самостійна робота, навчання впродовж життя.

Вступ. Однією з ключових тез Болонського процесу є «навчання впродовж життя», що вперше, як концепція навчання, з'явилася у 1973 р. в звіті Організації Економічної співпраці та Розвитку (ОЕСР) «Періодична освіта: Стратегії навчання впродовж життя», в якому основна увага була надана потребам глобальної економіки і конкурентоспроможності [1]. Поняття «навчання впродовж життя» («*Lifelong Learning*» – LLL) спочатку було розроблене як відповідь на кризу того часу в західних системах вищої освіти. Проте наприкінці 90-х років ця теза набуває особливого звучання у зв'язку з новою економічною кризою та стрімким зростанням безробіття. Як один із результатів вивчення ключових причин тодішньої кризи у 1995 р. Європейська Комісія (ЄК) опублікувала офіційний документ «Викладання і навчання: На шляху до суспільства, що навчається», а в 1996 р., на засіданні ОЕСР, в якому брали участь міністри освіти, вже були зроблені висновки про те, що з початку XXI ст. принцип «Навчання впродовж життя» повинен охопити всіх активних учасників економічного життя Об'єднаної Європи – від простих робітників до вищих менеджерів корпорацій.

Як результат, уже наприкінці 90-х років у Європі формується стійке уявлення про те, що глобалізація економіки та бурхливий розвиток наукоємних технологій вимагають принципово нового ставлення до організації вищої освіти. З одного боку це стосується молодого покоління, яке тільки готується до майбутнього професійного життя, та набуває спеціальних знань, умінь, навичок і професійних компетенцій, навчаючись у закладах вищої освіти. З іншого боку – тих, хто вже має вищу освіту або хоче її отримати в зрілому віці, задля того, щоб весь час підтримувати необхідний професійний рівень та адаптуватись до все зростаючих вимог часу.

Як відомо, в нашій державі давно існує заочна форма навчання студентів. Треба зазначити про головні аспекти заочної форми навчання, а саме, *соціальний* і *суто освітній*. Перший вирішує задачі соціальної справедливості, тобто надання рівних можливостей і покращення якості життя громадян країни. Другий – надання необхідних навичок, теоретичних і практичних знань і вмінь задля постійного та систематичного підвищення їх професійних компетенцій. Як правило, заочно виявляють бажання навчатися особи, які працюють і вже мають або середню освіту, або професійну підготовку середнього рівня, або незавершену вищу освіту. До навчання їх спонукають різні причини. Наприклад, постійні зміни в сучасному ринку праці, потреби кар'єрного росту, просто бажання підвищити свій професійний рівень, необхідність перекваліфікації, задоволення своїх психологічних і духовних потреб тощо.

Україна приєдналася до Болонського процесу у 2005 р. [2]. Прошло вже 10 років із впровадження (треба зазначити, досить успішного) у вітчизняну вищу освіту євроінтеграційних принципів, проте актуальність тези «навчання впродовж життя» (LLL) не втрачена й понині. Спостерігаємо новий виток стрімкого розвитку наукоємних технологій, пов'язану з цим процесом перебудову спектру пріоритетних галузей економіки, що змінює, у свою чергу, потреби ринку праці. У цьому зв'язку необхідність підвищення свого конкурентоспроможного фахового рівня тих, хто вже має певний рівень освіти, або хоче отримати вищу освіту, не залишаючи свого місця праці, є нагальною потребою не тільки членів вітчизняного соціуму, але й задачею суспільною.

Особливості організації заочної форми навчання. Як показує аналіз, робочі навчальні плани заочної форми навчання містять практично

90 % год. для самостійної роботи. Образно кажучи, студент залишається сам на сам із великим обсягом теоретичного матеріалу з певної дисципліни, в тому числі фізики, який йому необхідно опрацювати самостійно. Далі на базі самостійно отриманих теоретичних знань виконати певні домашні практичні завдання та під час екзаменаційної сесії здати теоретичний матеріал і виконати практичні завдання. Отже, безпосередній контакт студента-заочника в навчальній системі викладач – студент відбувається під час екзаменаційної сесії. У цьому зв'язку, викладач не має змоги особисто та повноцінно контролювати самостійну роботу студента впродовж семестру. У даному випадку задача викладача полягає в тому, щоб надати допомогу та навчити студента-заочника системно та професійно працювати з літературою вдома самостійно.

У зв'язку з цим, єдиним практично можливим шляхом оптимізації організації навчального про-

цесу є застосування модульно-рейтингової форми організації та управління *самостійною домашньою* роботою студентів-заочників. У зв'язку з цим, на початку семестру студент отримує «План організації самостійної роботи», приклад якого для I семестру вивчення фізики подано в табл. 1 (для інших семестрів план складається аналогічно).

Увесь навчальний матеріал курсу фізики розбито на окремі модулі. У кожному семестрі заплановані два модулі, наприклад, у I семестрі модуль 1 «Механіка. Молекулярна фізика» та модуль 2 «Термодинаміка. Електромагнетизм». Кожний модуль, у свою чергу, розділено на окремі теми для самостійного вивчення теоретичного матеріалу, яким відповідають певні практичні завдання: розв'язання задач і підготовка до лабораторних робіт або виконання домашньої розрахункової лабораторної роботи.

Таблиця 1

План організації самостійної роботи студентів

№ теми	Модулі	Теми самостійної роботи (теоретичний матеріал)	Теми з підготовки до контрольної роботи	Індивідуальні задачі	Лабораторні роботи
I семестр					
1	Модуль I: Механіка. Молекулярна фізика	1. Кінематика матеріальної точки	Кінематика	Згідно з варіантом контрольної роботи	Підготовка та виконання домашньої лабораторної роботи
2		2. Кінематика абсолютно твердого тіла			
3		3. Динаміка матеріальної точки	Динаміка		
4		4. Динаміка твердого тіла			
5		5. Неінерціальні системи відліку	Неінерціальні системи відліку		Підготовка до виконання аудиторних лабораторних робіт
6		6. Релятивістська кінематика	Релятивістська механіка		
7		7. Релятивістська динаміка			
8		8. Закони збереження імпульсу і моменту імпульсу	Закони збереження імпульсу та моменту імпульсу		Підготовка до виконання аудиторних лабораторних робіт
9		9. Закон збереження механічної енергії	Закон збереження механічної енергії		
10		10. Молекулярно-кінетична теорія газу	Ідеальний газ		Виконання аудиторної лабораторної роботи
11		11. Статистичні розподіли			
ДОМАШНЯ КОНТРОЛЬНА РОБОТА № 1					
12	Модуль II: Термодинаміка. Електромагнетизм	12. Перший закон термодинаміки	Перший закон термодинаміки	Згідно з варіантом контрольної роботи	Підготовка та виконання домашньої лабораторної роботи
13		13. Другий закон термодинаміки	Другий закон термодинаміки		
14		14. Реальний газ			
15		15. Елементи теорії поля	Статичне електричне поле		Підготовка до виконання аудиторних лабораторних робіт
16		16. Статичне електричне поле			
17		17. Діелектрики в електричному полі			
18		18. Провідники в електричному полі	Робота і енергія в електричному полі		Виконання аудиторної лабораторної роботи
19		19. Робота і енергія в електричному полі	Постійний електричний струм		
20		20. Постійний електричний струм			
21		21. Статичне магнітне поле	Статичне магнітне поле		Виконання аудиторної лабораторної роботи
22		22. Речовина в магнітному полі			
23		23. Електромагнітна індукція			
24	24. Динамічне магнітне поле	Електромагнітна індукція			
ДОМАШНЯ КОНТРОЛЬНА РОБОТА № 2					

Як бачимо (рис. 1), структура модуля відображає основний вид навчання студента-заочника – це домашню самостійну роботу:

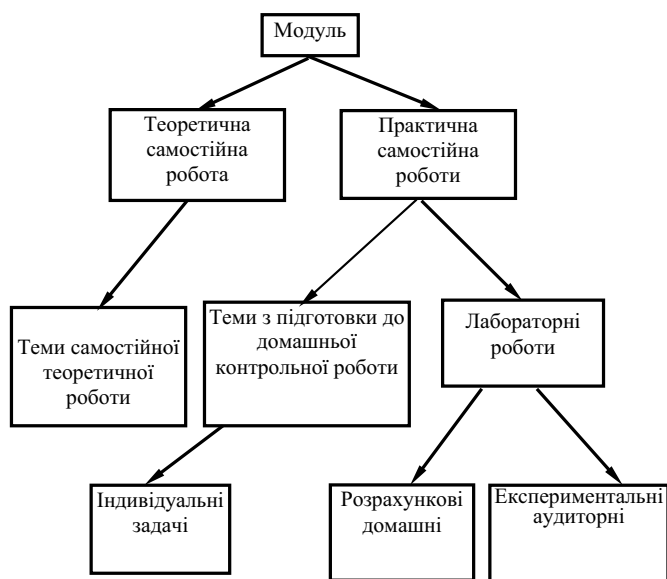


Рис. 1. Структура модуля

Відповідно вказані особливості заочної форми навчання зумовлюють систему контролю навчальної діяльності з кожного виду самостійної роботи студентів за всіма модулями, а саме: оскільки модульні контрольні роботи не передбачені «Планом організації самостійної роботи», контроль самостійно вивченого теоретичного матеріалу з фізики відбувається під час екзамену; розв'язки індивідуальних задач оформлюються у вигляді домашніх контрольних робіт, які студент має захистити під час екзаменаційної сесії; лабораторні роботи розділено на розрахункові, що обраховуються вдома та теоретично захищаються в аудиторії, та експериментальні, які виконуються та захищаються теж в аудиторії.

Далі докладніше про організацію кожного з видів самостійної роботи студентів-заочників.

Організація теоретичної самостійної роботи. Як уже було сказано вище, весь теоретичний матеріал кожного модуля розділено на окремі теми, які студент-заочник має опрацювати самостійно. Організаційною особливістю «Плану організації самостійної роботи» студента-заочника є те, що графік самостійного вивчення тем студентом не виявляється строго прив'язаним до календаря і, відповідно, у даному випадку кожен студент особисто планує час і об'єми своєї самостійної роботи.

Усе це, у свою чергу, висуває доволі жорсткі вимоги до рівня свідомості самого студента, його дисциплінованості та організованості. Саме «План організації самостійної роботи» допомагає студентові оптимально спланувати свій вільний від праці час для занять, задає послідовність вивчення тем з теоретичного матеріалу, що позбавляє студента непродуктивно витратити свій час. Тобто, призначенням «Плану організації самостійної роботи» є узгодження, координація та сприяння ефективнішому управлінню самостійною роботою студен-

та-заочника за всіма видами занять. Завдяки цьому студент має змогу вибрати оптимальний темп своєї самостійної роботи та своєчасно підготувати всі необхідні завдання до сесії. Все це раціоналізує його роботу, скорочуючи неефективні витрати часу в процесі роботи.

Однак у робочих навчальних планах заочної форми навчання передбачена під час сесії певна кількість аудиторних годин для читання лекцій. Кількість їх дуже обмежена та становить максимум 22 год. за всі три семестри вивчення фізики і, навіть менше, в залежності від обраної студентом спеціальності. Тут лектор стає перед необхідністю вирішення дуже непрості методичної задачі — як за такий короткий термін безпосереднього спілкування зі студентами встигнути дати їм основні фізичні поняття та інструкції щодо вироблення навичок самостійного опрацювання теоретичного матеріалу. Все це, як показує досвід, вимагає від самого лектора певних методичних навичок і вмінь.

Організація підготовки контрольної роботи. У робочих навчальних планах заочної форми навчання практичні заняття, в залежності від спеціальності навчання, або не передбачені зовсім, або вельми обмежені, наприклад, 2 год. за період екзаменаційної сесії. Це означає, що формування необхідних навичок і вмінь практичного застосування отриманих теоретичних знань відбувається під час самостійної домашньої роботи студента. Він, згідно з планом організації самостійної роботи, отримує за варіантом індивідуальні задачі, які розв'язує дома й оформлює їх у вигляді домашніх контрольних робіт. Кількість останніх передбачена навчальними годинами відповідно до спеціальності навчання.

Робочим навчальним планом передбачено навчальні години для консультацій студентів-заочників, які проводяться викладачем у період екзаменаційної сесії. Саме під час таких консультацій студент отримує необхідну допомогу з теоретичних питань і розв'язування тих задач, які викликали у нього труднощі під час виконання домашніх контрольних робіт, запланованих на даний модуль.

Методичні аспекти впровадження розрахункових лабораторних робіт. Говорячи про лабораторні заняття з фізики, необхідно підкреслити, що аудиторні години, заплановані робочими навчальними планами для заочної форми навчання майбутніх інженерів авіаційних спеціальностей є також вельми обмеженими, а саме: за весь термін вивчення загальної фізики на лабораторні заняття припадає від 12 до 20 год. (максимум). У зв'язку з цим використано наступну організаційно-методичну схему проведення лабораторного заняття. Частина лабораторних робіт, конкретна кількість яких визначається плановим обсягом годин, введених на самостійну роботу, переноситься в розряд домашніх розрахункових робіт, перевірка яких проводиться в аудиторії під час проведення лабораторних занять. Решта лабораторних робіт традиційно виконується під час сесії в аудиторії, тобто мають суто експериментальний характер.

Зазначена організаційно-методична схема проведення лабораторного заняття та контролю результатів позааудиторної самостійної роботи потребує відповідного методичного забезпечення.

У зв'язку з цим було розроблено та впроваджено в навчання «Лабораторний зошит» [3], у якому містяться форми вже готових, але незаповнених, протоколів аудиторних і розрахункових лабораторних робіт, таблиці з варіантами завдань для виконання домашніх контрольних робіт.

У додатку 1 (див. с. 19) наведено приклад протоколу домашньої розрахункової лабораторної роботи, у процесі виконання якої студент вибирає, згідно з варіантом, дані та виконує необхідні розрахунки, будує графіки, формулює висновки. На захист він подає заповнений необхідним чином повноцінний протокол лабораторної роботи. Досвід показує, що студенти заочної форми навчання тут застосовують навички та вміння, набуті ними під час праці на своїх робочих місцях, де вони постійно мають справу з різними формами фахової документації, в тому числі й у електронному вигляді. У зв'язку з цим, користуючись «Лабораторним зошитом», вони переносять свої повсякденні професійні навички та вміння на навчальну діяльність і, таким чином, їхнє навчання перетворюється на знайомий для них вид діяльності. З іншого боку, їхня навчально-пізнавальна діяльність надає знання, необхідні для систематичного розвитку та поглиблення професійних компетенцій.

Методика розрахунку рейтингових оцінок. Особливості організації контролю самостійної роботи студентів заочної форми навчання зумовлюють методику розрахунку рейтингових оцінок. А саме, підсумкова модульна рейтингова оцінка за модуль, визначається як результуюча за всіма складовими навчання в межах модуля. Тобто вона містить усі поточні оцінки, а саме, за усний захист домашніх контрольних і розрахункових лабораторних робіт, та за виконання та теоретичний захист аудиторних лабораторних робіт. При цьому в однаковій мірі враховуються як результати аудиторної, так і самостійної роботи. Треба зазначити, що підсумкова модульна рейтингова оцінка за модуль розраховується лише за умови, коли студент атестований за всіма видами рейтингових завдань. Ключовим елементом методики розрахунку рейтингової оцінки в презентованій модульно-рейтинговій технології є те, що всі оцінки за виконання рейтингових завдань є незалежними. Наявність хоча б однієї незадовільної оцінки за виконання будь-якого рейтингового завдання означає, що «План організації самостійної роботи» з даного модуля не виконаний і підсумкова модульна рейтингова оцінка за модуль не може бути виставлена, а студент вважається таким, що є не атестованим з даного модуля. Таким чином досягається достатній рівень керуваності позааудиторної самостійної роботи студентів із боку викладача та підвищення ступеню загальної мотивації до сумлінної самостійної (як аудиторної, так і позааудиторної) роботи студентів.

Підсумкова семестрова модульна рейтингова оцінка визначається як середнє арифметичне з від-

повідними ваговими коефіцієнтами із рейтингових оцінок за кожен модуль. Атестовані за всіма модулями студенти отримують допуск до екзамену, за умови позитивного результату якого розраховується підсумкова семестрова рейтингова оцінка.

На рис. 2 подано структурну схему підсумкової семестрової рейтингової оцінки:

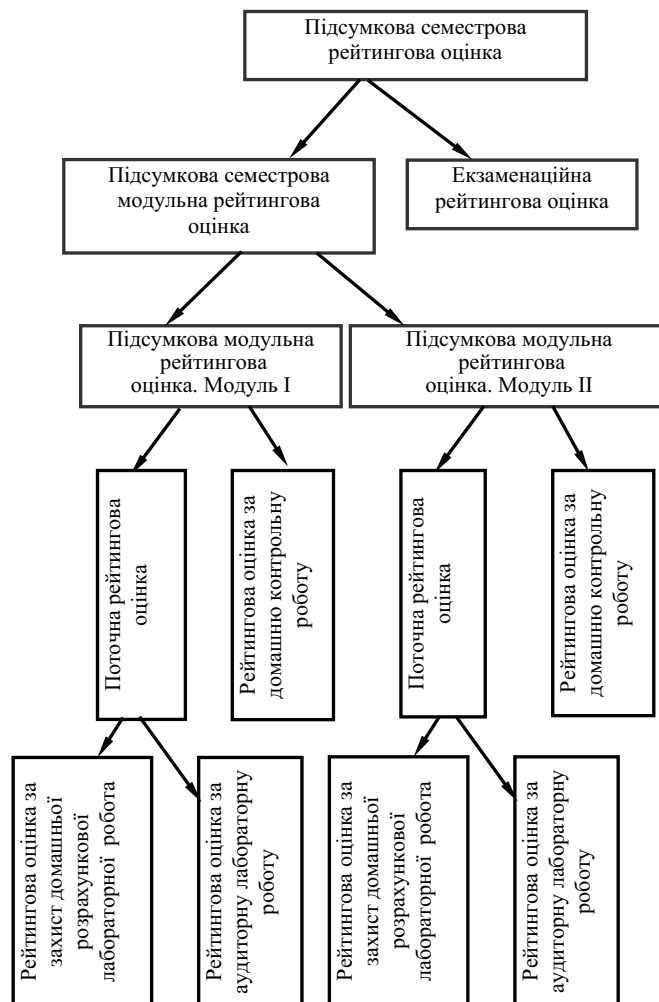


Рис. 2. Загальна структура підсумкової семестрової рейтингової оцінки

Підсумкова семестрова рейтингова оцінка розраховується за такою формулою:

$$Q_{PS} = \frac{f_1 Q_R + f_2 Q_e}{f_1 + f_2},$$

де f_1 – ваговий коефіцієнт підсумкової семестрової модульної рейтингової оцінки, дорівнює 2; Q_R – підсумкова семестрова модульна рейтингова оцінка; Q_e – екзаменаційна рейтингова оцінка; f_2 – ваговий коефіцієнт екзаменаційної оцінки який дорівнює 3.

Підсумкова семестрова модульна рейтингова оцінка розраховується як середня за всіма підсумковими модульними рейтинговими оцінками з урахуванням нерівноцінності різних модулів:

$$Q_R = \frac{\sum_{j=1}^m a_j Q_{Rj}}{\sum_{j=1}^m a_j},$$

де a_j – ваговий коефіцієнт за домашню контрольну роботу, який враховує нерівноцінність різних модулів (приймалось: $a_j = 1$), Q_{Rj} – підсумкова модульна рейтингова оцінка за j -тий модуль; m – кількість модулів за семестр.

Підсумкова модульна рейтингова оцінка за кожен модуль розраховується за формулою, яка враховує поточну модульну рейтингову оцінку та особливості оформлення розв'язків індивідуальних задач, тобто рейтингові оцінки за виконання домашніх контрольних робіт:

$$Q_{RM} = \frac{k_j Q_{Rj} + \sum_{j=1}^{n_j} Q_{kj}}{k_j + n_j},$$

де Q_{Rj} – поточна модульна рейтингова оцінка за j -й модуль; k_j – ваговий коефіцієнт за j -й модуль (дорівнює 2); Q_{kj} – оцінка за j -ту домашню контрольну роботу; n_j – кількість домашніх контрольних робіт у j -му модулі.

Поточна модульна рейтингова оцінка за кожний модуль розраховується за формулою, яка враховує виконання та захист розрахункових та експериментальних лабораторних робіт:

$$Q_{Rj} = \frac{\sum_{i=1}^{n_j} Q_{Mi} + b_j Q_{Lj}}{n_j + b_j}$$

Кузнєцова Е. Я. Заочная форма обучения студентов: особенности процессов евроинтеграции.

Ⓐ Представлены теоретические основы организации обучения по физике студентов заочной формы обучения авиационных специальностей по модульно-рейтинговой технологии. Описаны особенности учебного процесса студентов заочной формы обучения и специальные методически-организационные приёмы модульно-рейтинговой технологии, что обусловлены этими особенностями.

Ключевые слова: физика, модульно-рейтинговая технология, самостоятельная работа, обучение в течение жизни.

Kuznetsova O. Y. Students' correspondence training: features of eurointegration processes.

Ⓢ The paper presents the theoretical principles of organization of students' correspondence training in physics for aviation specialties on module-rating technology. The features of the educational process of students of correspondence courses, and special methodological and organizational methods of module-rating technology that caused these features.

Key words: physics, module-rating technology, independent education, lifelong learning.

де Q_{Mi} – поточна оцінка за i -у розрахункову лабораторну роботу j -го модуля; n_j – кількість розрахункових лабораторних робіт j -му модулю; Q_{Lj} – поточна модульна оцінка за аудиторний лабораторний практикум j -го модуля; b_j – ваговий коефіцієнт за аудиторний лабораторний практикум j -го модуля (дорівнює 3).

Висновки. Таким чином, як показує практика, впровадження модульно-рейтингової системи організації самостійної роботи студентів-заочників уможливорює: координацію та стимулювання систематичної позааудиторної та аудиторної самостійної роботи студентів; підвищення рівня об'єктивності оцінювання знань студентів; підвищення зворотного зв'язку на визначених етапах навчання; покращення системи контролю і, як наслідок, можливість адекватнішого коригування навчального процесу; рівномірне психологічне навантаження студентів під час екзаменаційної сесії; підвищення відповідальності студентів за результати навчальної діяльності.

📖 Список використаних джерел

1. «Болонський процес 2020 – Європейський простір вищої освіти у новому десятиріччі» 28–29 квітня 2009 р. Львен і Лувен-ла-Ньов, Бельгія. – <http://www.avia.m/pressreleases/airbus/september/p.5.shtml>
2. Вища освіта України і Болонський процес: [навч. посіб. / за ред. В.Г. Кременя. Авт. кол-в: М. Ф. Степко, Я. Я. Болюбаш, В. Д. Шинкарук., В. В. Грубіно, І. І. Бабин]. – Тернопіль: Навчальна книга. – Богдан, 2004. – 384 с.
3. Кузнєцова, О.Я. Лабораторний зошит з фізики для студентів заочної форми навчання: практикум / В. В. Куліш, О. Я. Кузнєцова, П.О. Кондратенко – Київ: Вид-во Нац. авіац. ун-ту «НАУ-друк», 2013. – 68 с.

Дата надходження авторського оригіналу: 05.06.2015

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

Вивчення залежності електричного опору металів і напівпровідників від температури

Мета роботи: визначити температурний коефіцієнт опору металевого резистора та ширину забороненої зони напівпровідника.

Прилади та приладдя: установка ФПК-07.

Завдання 1. Отримати дані для виконання роботи.

Відповідно до варіанта, який визначає остання цифра номера залікової книжки, з табл. 1 взяти дані для розрахунків.

Таблиця 1

Температура $t, ^\circ\text{C}$	Опір металу R, Om									
	Варіанти									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
20	64,3	64,1	63,9	63,7	63,5	63,3	63,1	62,9	62,7	62,5
30	66,8	66,5	66,3	66,0	65,6	65,3	65,1	64,9	64,6	64,4
40	69,1	68,9	68,6	68,3	67,9	67,6	67,3	67,0	66,6	66,3
50	71,8	71,3	71,0	70,6	70,2	69,7	69,4	69,0	68,5	68,3
60	74,0	73,7	73,3	72,9	72,4	71,9	71,5	71,1	70,6	70,2
70	76,5	76,1	75,6	75,2	74,7	74,0	73,6	73,1	72,6	72,2
80	79,0	78,6	78,0	77,4	76,9	76,2	75,7	75,2	74,6	74,1
90	81,5	81,0	80,4	79,7	79,1	78,4	77,9	77,3	76,7	76,1
100	84,0	83,3	82,6	82,0	81,3	80,6	80,0	79,3	78,6	78,0

Записати ці дані до табл. 2:

Таблиця 2

Температура $t^\circ\text{C}$	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Температура $T\text{K}$									
Опір металу R, Om									
Температурний коефіцієнт опору металу $\alpha, 1/T$									

Завдання 2. Визначити температурний коефіцієнт опору.

2.1. За даними табл. 2 на міліметровому папері побудувати графік залежності опору металу від температури: $R = f(T)$.



2.2. Із графіка визначити тангенс кута $tg\beta$ нахилу цієї прямої до осі x .
 $tg\beta = \underline{\hspace{2cm}}$.

2.3. Величина $tg\beta$ визначає температурний коефіцієнт опору металу.

Завдання 3. Визначити ширину забороненої зони напівпровідника.

3.1. Відповідно до варіанта, який визначає остання цифра номера залікової книжки, з табл. 3 взяти дані для розрахунків:

Таблиця 3

Температура, t °C	Опір напівпровідника R, Ом									
	Варіанти									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
20	2517	2441	2392	2345	2298	2253	2208	2165	2122	2080
30	1838	1790	1737	1686	1636	1604	1572	1541	1510	1480
40	1428	1326	1287	1249	1200	1164	1141	1108	1086	1064
50	1092	1043	992	953	934	907	871	846	821	796
60	847	788	758	728	699	679	652	633	608	590
70	679	633	608	584	561	539	518	498	478	464
80	526	493	473	450	433	416	395	380	365	347
90	433	412	392	372	354	340	324	308	296	282
100	347	330	314	299	284	270	257	245	233	221

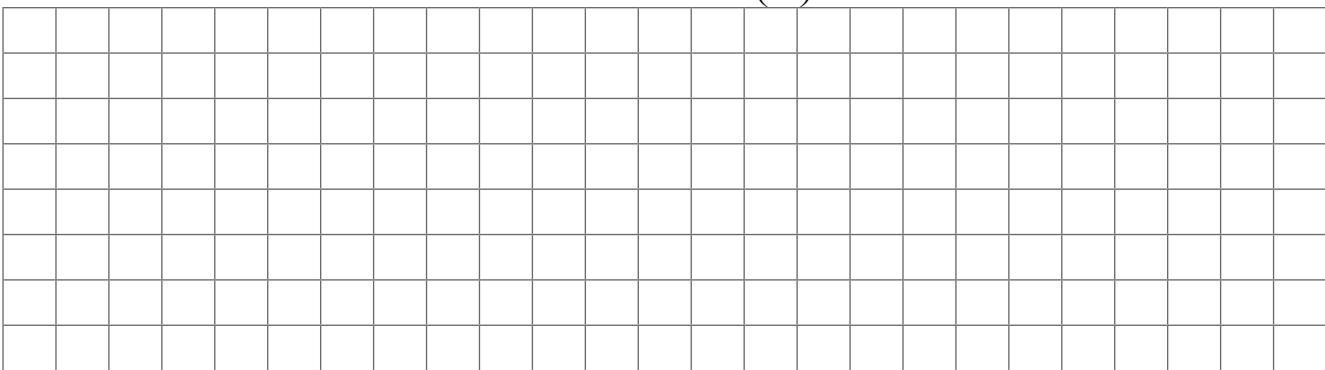
3.2. Записати ці дані до табл. 4:

Таблиця 4

Температура, t °C	Температура, T К	1/T К-1	Опір напівпровідника R, Ом	ln R(T)	Ширина забороненої зони ΔE, Дж
20					
30					
40					
50					
60					
70					
80					
90					
100					

3.3. За даними табл. 4 на міліметровому папері побудувати графік залежності логарифму опору напівпровідника від оберненої температури: $\ln R(T) = f\left(\frac{1}{T}\right)$.

$\ln R(T) = f\left(\frac{1}{T}\right)$



3.4. Із графіка визначити тангенс кута tgφ нахилу цієї прямої до осі x.

tgφ = _____.

3.5. Ширину ΔE забороненої зони напівпровідника визначити за формулою: $\Delta E = 2ktg\beta$

Висновки з роботи: _____

Питання для допуску й захисту лабораторної роботи

- Що таке провідність метала?
- Від яких величин залежить провідність метала?
- Записати закон, за яким залежить опір метала від температури.
- Записати закон, за яким залежить опір напівпровідника від температури.
- Дати теоретичне пояснення залежності опору метала від температури.
- Дати теоретичне пояснення залежності опору напівпровідника від температури.
- Чому опір метала зростає із збільшенням температури, а напівпровідника – зменшується?
- Як визначити температурний коефіцієнт опору метала?
- Які речовини називаються напівпровідниками?
- Які напівпровідники називають власними?
- Які напівпровідники називають домішковими?
- Як визначити ширину забороненої зони напівпровідника?