

Учреждение образования  
«Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина»

**ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ**  
**НАУЧНЫЙ И МЕТОДИЧЕСКИЙ АСПЕКТЫ**

Сборник материалов  
региональной научно-практической конференции

Брест, 14 марта 2024 года

Брест  
БрГУ имени А. С. Пушкина  
2024

Из рисунка 1 видно, что для исследуемого сплава коэффициент Холла  $R$  незначительно изменяется в интервале температур от гелиевой до комнатной, при этом  $R$  для сплавов с большим содержанием серы отрицателен во всем температурном интервале.

Дифференциальная термоЭДС, как следует из рисунка 2, принимает отрицательные значения для всех концентраций третьего компонента при температурах, близких к комнатной температуре.

Независимость коэффициента Холла от температуры свидетельствует о том, что процессы электропереноса определяются преимущественно электронами, концентрация которых неизменна. Можно сделать вывод о донорном действии серы в сплавах висмут-сурьма.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гальваномагнитные свойства и термоЭДС ультратонких пленок системы висмут – сурьма на подложке из слюды / В. А. Гергега [и др.] // Физика и техника полупроводников. – 2022. – Т. 56, вып. 1. – С. 42–47.

2. Эффекты Холла и Зеебека в тонких пленках висмута на подложке из слюды в диапазоне температур 77–300К / В. А. Комаров [и др.] // Физика и техника полупроводников. – 2019. – Т. 53, вып. 5. – С. 597–603.

УДК 379.824

**А. В. ДЕМИДЧИК**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

#### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ ПРЕДМЕТОВ КОЛЛЕКЦИОНИРОВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ПОДСТАКАННИКОВ)

В предыдущих работах [1–4] был затронут вопрос об использовании в качестве иллюстративного материала на занятиях по астрономии коллекционных монет, почтовых марок, на которых отражена тема космоса и его освоения. В настоящей работе речь пойдет об использовании подстаканников с изображением космоса. Демонстрация этих предметов на занятиях позволит разнообразить образовательный процесс, вызвать интерес к изучаемой или смежным областям, причем не только по астрономии, но и по другим естественно-научным дисциплинам (физике, биологии). Так, это возможно на уроках по астрономии в 11 классе при изучении § 11 «Движение космических аппаратов» (пункт 3 данного параграфа посвящен проблемам и перспективам космических исследований) [5],

а также по физике в 9 классе при изучении § 23 «Закон всемирного тяготения», § 24 «Вес. Невесомость и перегрузки», § 30 «Плавание судов. Воздухоплавание» [6]. В учреждениях высшего образования данный материал может сопровождать темы механики, в которых идет речь о законе всемирного тяготения, поле тяготения, реактивном движении.

В 1950–1960-х гг. Казаковский завод художественных изделий выпускал алюминиевые подстаканники «Ракета. Полет в космос» или «Космос» (название в каталогах варьируется). В 1960-е гг. предприятие «Ленэмальер» (г. Ленинград) производило подстаканники из алюминия «Космос», а «Мстерский ювелир» – «К звездам» из мельхиора (рисунок 1), «Первый спутник» (рисунок 2). В эти же годы заводы МЗН и НМЗ выпускали алюминиевые подстаканники «Звезды». В 1960–1970-х гг. Кольчугинский завод производил из мельхиора (нейзильбера) подстаканники «К звездам», «Покорителям космоса», а в 1950–1980-е гг. – «Советский космос» (рисунок 3) также из нейзильбера (выпуск этой серии из латуни продолжается и по настоящее время). В 1970-е гг. сразу несколько предприятий производили подстаканники из разных материалов: Верх-Исетский завод – алюминиевые серии «Космос (К звездам)», завод «Красный штамповик» (г. Москва) – «Спутник» из алюминия (рисунок 4), «Мстерский ювелир» – «Спутник» из нейзильбера. В БССР также выпускались алюминиевые подстаканники «Ракета» [7].

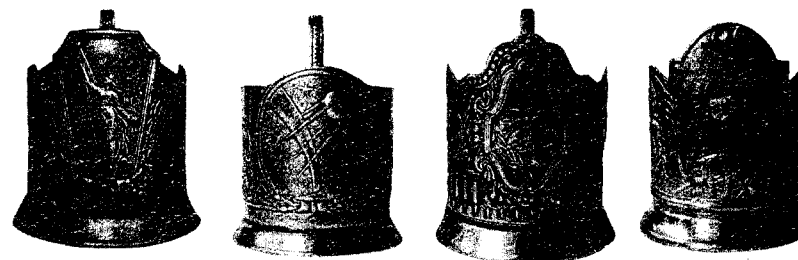


Рисунок 1

Рисунок 2

Рисунок 3

Рисунок 4

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Демидчик, А. В. Астрономия и нумизматика / А. В. Демидчик // Астрофизические исследования в БрГУ имени А. С. Пушкина : сб. материалов фак. науч.-практ. семинара, Брест, 12 апр. 2022 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; под общ. ред. А. И. Серого. – Брест : БрГУ, 2022. – С. 4–5.

2. Демидчик, А. В. Астрономическая тематика на почтовых марках Беларуси / А. В. Демидчик // Физика и астрономия: научный и методический аспекты : сб. материалов регион. науч.-практ. конф., Брест, 22 марта

2023. – Брест : гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; под общ. ред. А. В. Демидчика. – Брест : БрГУ, 2023. – С. 10–13.

4. Демидчик, А. В. Астрономическая тематика на почтовых марках СССР 1950–1970-х годов / А. В. Демидчик // Научные исследования и образовательные технологии в астрофизике и астрономии : сб. материалов фак. науч.-практ. семинара, Брест, 30 июня 2022 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; под общ. ред. А. И. Серого. – Брест : БрГУ, 2022. – С. 3–6.

4. Демидчик, А. В. Астрономическая тематика на почтовых марках СССР середины 1970 – начала 1990-х годов / А. В. Демидчик // Астрофизические исследования в БрГУ имени А. С. Пушкина : сб. материалов фак. науч.-практ. семинара, Брест, 12 апр. 2023 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; под общ. ред. А. И. Серого. – Брест : БрГУ, 2023. – С. 3–6.

5. Галузо, И. В. Астрономия : учеб. для 11 кл. учреждений общ. сред. образования с рус. яз. обучения / И. В. Галузо, Ю. П. Голубев, А. А. Шимбаев. – Минск : Нар. света, 2021. – 208 с.

6. Исаченкова, Л. А. Физика : учеб. пособие для 9 кл. учреждений общ. сред. образования с рус. яз. обучения / Л. А. Исаченкова, А. А. Сокольский, Е. В. Захаревич. – Минск : Нар. света, 2019. – 208 с.

7. Каталог подстаканников [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://podstakanoff.net/catalog>. – Дата доступа: 08.02.2024.

УДК 517

**И. А. ДОРДЮК, Н. Н. СЕНДЕР**  
Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

### ОДИН ИЗ МЕТОДОВ ДОКАЗАТЕЛЬСТВА НЕРАВЕНСТВ

В предлагаемой работе с использованием критерия строгой монотонности функции на промежутке доказано обобщение указанного критерия и показано на конкретном примере применение доказанной теоремы.

**Теорема.** Если функции  $f(x)$  и  $g(x)$   $(n-1)$  раз,  $n \in \mathbb{N}$ , непрерывно дифференцируемы на полуинтервале  $[a, b)$ ,  $a < b$ ,  $f^{(k-1)}(a) \leq g^{(k-1)}(a)$ ,  $k = \overline{1, n}$ , а также на интервале  $(a, b)$  существуют  $n$ -е производные указанных функций и для любых  $x \in (a, b)$  выполняется неравенство  $f^{(n)}(x) \leq g^{(n)}(x)$ , причем равенство может быть только в отдельных изолированных точках, то на указанном интервале  $(a, b)$  справедливо неравенство

$$f(x) < g(x). \quad (1)$$

**Пример (задача Христиана Гюйгенса).** В окружность радиуса  $R$  вписан правильный  $n$ -угольник с периметром  $p_n$ , и около нее описан правильный  $n$ -угольник с периметром  $P_n$ . Доказать следующее неравенство

$$2p_n + P_n > 6\pi R \quad (2)$$

◀ Сторона вписанного правильного  $n$ -угольника равна  $a_n = 2R \sin \frac{\pi}{n}$ .

Тогда соответствующий периметр будет  $p_n = 2Rn \sin \frac{\pi}{n}$ . Сторона описанного правильного  $n$ -угольника будет  $A_n = 2R \operatorname{tg} \frac{\pi}{n}$ , а соответствующий

периметр –  $P_n = 2R \operatorname{tg} \frac{\pi}{n}$ . Введем обозначение  $x = \frac{\pi}{n}$ . Тогда при  $n \geq 4$ ,

$x \in (0, 1)$ . Если  $n = 3$ , то  $x = \frac{\pi}{3}$ .

Доказываемое неравенство примет вид:

$$2 \sin x + \operatorname{tg} x > 3x. \quad (3)$$

1. Если  $x = \frac{\pi}{3}$ , то неравенство (3) выполняется.

2. Пусть  $n \geq 4$ ,  $x \in (0, 1)$ . Применим к неравенству (3) теорему и получим требуемый результат. ▶

УДК 37.016:53

**А. В. ЗАРЕЦКИЙ, Н. Н. СЕНДЕР**  
Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОИЗВОДНЫХ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ

Понятие производной является одним из важнейших в курсе математического анализа. Многие задачи как самой математики, так и естествознания и техники приводят к этому понятию. Всюду, где есть неравномерно меняющиеся величины, скорость их изменения выражается производной.

Опыт показывает, что относительно нетрудно научить учащихся формулировать определение производной, вычислять производную, находить производную функцию в точке, пользуясь основными правилами

решной задачей является многовариантность как рисунков, так и численных данных, что существенно повышает «индивидуализацию» заданий.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чопчиц, Н. И. Комплексные задачи по физике / Н. И. Чопчиц. – Брест : БрГТУ, 2014. – 108 с.
2. Гладышук, А. А. Физика III. Методические рекомендации для выполнения самостоятельной работы с индивидуальными домашними заданиями / А. А. Гладышук, Т. Л. Кушнер, О. Ф. Савчук. – Брест : БрГТУ, 2023. – 48 с.
3. Величко, Л. А. Некоторые аспекты формирования световых пучков на границе раздела двух однородных сред / Л. А. Величко, Т. Л. Кушнер, О. Ф. Савчук // Проблемы совершенствования подготовки будущих преподавателей физики : сб. материалов регион. науч.-метод. семинара, Брест, 12-13 нояб. 2020 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; под общ. ред. В. С. Секержицкого. – Брест : БрГУ, 2020. – С. 21–25.
4. Павленко, Ю. Г. Начала физики / Ю. Г. Павленко. – М. : Изд-во МГУ, 1988. – 639 с.

УДК 620.17:669.76

**А. В. ДЕМИДЧИК**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

#### ВЛИЯНИЕ ЛЕГИРОВАНИЯ СПЛАВА $Bi_{0,89}Sb_{0,11}$ СЕРОЙ НА ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНУЮ ТЕРМОЭДС И КОЭФФИЦИЕНТ ХОЛЛА

Сплавы висмут-сурьма являются узкозонными полупроводниками, отличаются высокой чувствительностью физических свойств к внешним воздействиям. Одна из возможностей варьирования свойств сплавов – использование примесей. Легирование донорными и акцепторными примесями позволяет, изменяя уровень химического потенциала, делать актуальными те или иные группы носителей заряда. Однако добавление примесей может существенно влиять на механизмы рассеяния носителей заряда, что сказывается на их подвижности, причем чаще всего это происходит непредсказуемым образом.

Цель настоящей работы – исследовать влияние легирования третьим компонентом на коэффициент Холла (рисунок 1) и дифференциальную термоЭДС (рисунок 2) фольг сплава на основе  $Bi_{0,89}Sb_{0,11}$ , содержащих

в качестве третьего компонента серу. Необходимо установить общую картину влияния третьего компонента VI группы периодической системы на электрические свойства и, воспользовавшись двухзонной изотропной моделью, получить количественные параметры носителей заряда в данных материалах.

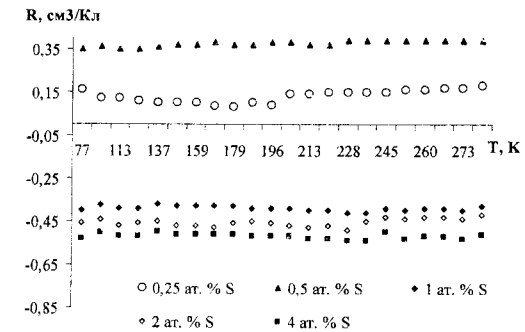


Рисунок 1 – Температурная зависимость коэффициента Холла фольги сплава на основе  $Bi_{0,89}Sb_{0,11}$ , легированного серой

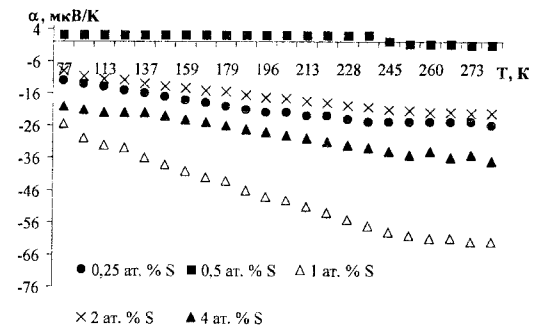


Рисунок 2 – Температурная зависимость дифференциальной термоЭДС фольги сплава на основе  $Bi_{0,89}Sb_{0,11}$ , легированного серой

Образцы фольг получались путем затвердевания расплава на внешней отполированной поверхности вращающегося медного цилиндра (толщина фольги 30–40 мкм).