

**ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И МОРФОЛОГИИ  
ПОВЕРХНОСТИ КОМПОЗИЦИОННЫХ ЭЛЕКТРОПЛАЗМЕННЫХ ПОКРЫТИЙ  
НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ИОННО-ЛУЧЕВОЙ ОБРАБОТКОЙ**

**Перинская Есения Дмитриевна**

студент Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А., г. Саратов

**Каплей Андрей Александрович**

студент Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А., г. Саратов

**Перинская Ирина Владимировна**

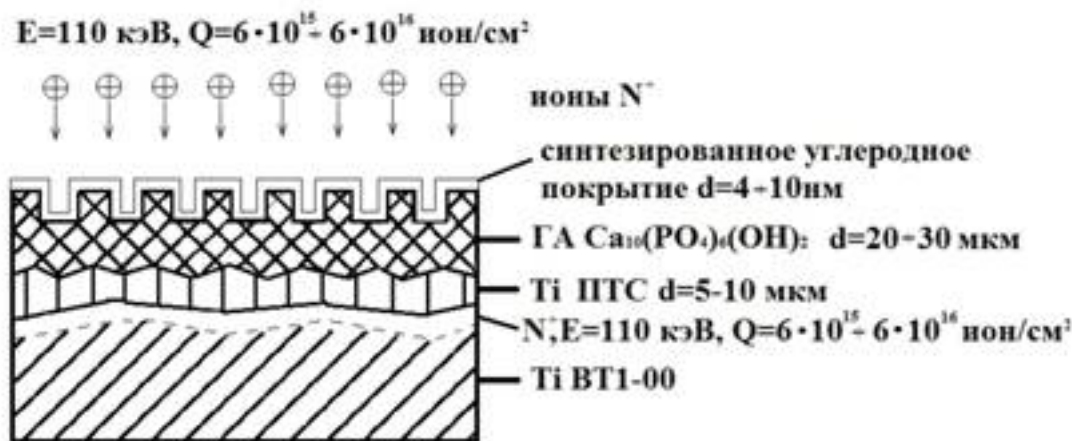
научный руководитель, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А., г. Саратов

??? ?????????????? ?????????? ? ?????????????? ???????? ???????????  
????????????????-????????????????????????????????????????????(??),  
?????????????, ??????????????????????. ??? ?????? ?????????? ?????????????????? ?  
????????????????????????????????????????, ?????????????????????????????????  
????????? ?????????? ?? ?????? ?????????????????????? ?????????? ?? ??????????????  
??????????? ??? ?????????????? ? ?????????? ?????????????????????  
?????????????? [1, ? 106].

??????????????? ?????????? ??????? ???????????????? ?????? ? ??????  
????????????????????????????? ???????????? ??????, ?????????????????????  
????????????????????????? ?????????? ?????????????? ??????????????: ?????????????-  
????????????????????, ?? — ?????????????????????? ?????????????? ??????????  
??????????[2,?201], ?????????????????????????????????????????????????  
?????? ?????????? ??.

?????????? ?????????????? ? ?????????????? ?????????????????? ? ???????????  
 ?????????????? ? ?????????????? ??????? ??????-????????? ??????????????????????????  
 ?????????????????? ??????????, ?????????????? ?????????? ?????????? [3, ? 58].

????????????????????????????????????????????????????????????10×10×2??, ??????????????  
 ???????????????????????1-00, ?????????????????????????????????????????????  
 (???. 1). ??????? ????? 1 ?????????????? ? ????????????????????????? ?????????? ??????????????  
 ??????? ?????????????? ?????????????????? ?????????? ? ?????????? ?????? ??????????????  
 ?????????????? ?????? ?????? N<sup>+</sup> ? ??????????? 110 ??? ? ?????? ?????????????? ?????? 6·10<sup>15</sup>÷6·10<sup>16</sup> ???/??<sup>2</sup>. ??????? ? ??????? ?????? ?????????? ?????? ?????????????? ??????????  
 ??????? ??????????? ????? 5—10 ???, ? ?????????? ?? (Ca<sub>10</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>6</sub>(OH)<sub>2</sub>) ??????  
 ???-42-2378-94 (ASTM-1185-80) ?????????? ????? 20—30 ????. ?????????????? ??????  
 ?????????? 4—10 ?? ? ??????? ?????? ?????????? ?????? ??????????????  
 ?????????????????????????????????????? ??????? N<sup>+</sup> ? ??????????? 110 ??? ? ?????????????????????? ??????  
 6·10<sup>15</sup>÷6·10<sup>16</sup> ???/??<sup>2</sup> ? ?????????????????????????? ?????????????? ?? ??????????????????????????  
 ?????????????? ?????????? ?????????????????? «?????????-5», ?????????? ?????????????? ?????????? ?  
 ??????????? ?????????????? ?????????? ?????????????? ?????? ??, ??.



????????? 1. ?????????????????????? ?????????????????? ?????????????????? ??????????

?????????????????????????????????????????

????????????? ?????????????????????? ?????????????? ?????????????? ????? 6450-76 ?? ??????????  
 ???-3 ?????? ?????????????????? ?????????????????????? ?????????????? ????? ??????????  
 0,39 ?, ?????????????????? ? ?????????? 30 ?. ?????????????????? ?????????????? ?????????????? ?

??????? ??????????? ?? 0,4 ?? ?? ?????????? ???????????  
 ??????????? Tescan mira II LMU, ? ?????????????????????? ???????????,  
 ?????????????????????????????????????????????????????????????,?????????????????  
 ?????????????????????????????????????????(???)????????????????????????????????  
 ?????? ?????????????? ?????????? ?????????? ? ??????????????????. ?????????????????????  
 ?????????????????? ?????????????????? ??????????? ?? ?????????????????  
 ?????????? Nikolet-6700.

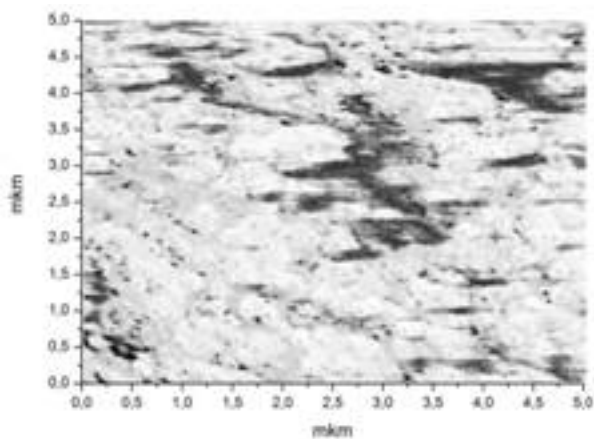
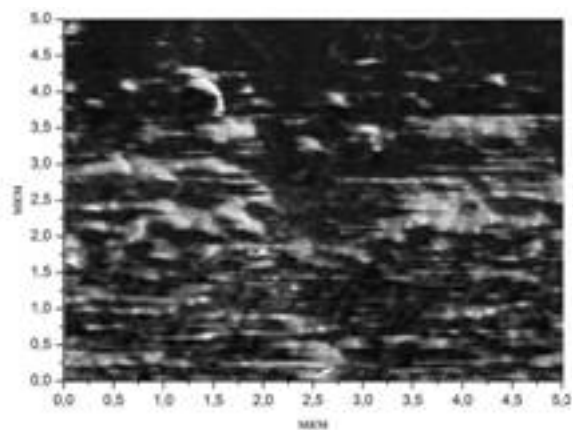
?????????? ?????????????????? ?????????????? ??????? N<sup>+</sup> ?????????? ??????? ?  
 ?????????????????????????? ?????????? ??????????, ??? ?????????????????? ?? ?????  
 ?????????????? ?????????????????? ?? ?????????????????? ?????????????????? ??????????????????  
 ?????? ?????????????? (?????. 1). ?????????????????? ?????????????? ?????????????????? ???????  
 ?????????????? HV=16 ??? — ?????? ??? ? 3 ?????? ??????? ?? ?????????????? ?  
 ?????????????????? ????????????? (?????. 1) ? ?????????????????? ?????? 1,8·10<sup>16</sup> ???/??<sup>2</sup> ?  
 ?????????? 110 ????. ? ?????????????????????????? ?????????? ??????????????????  
 ?????????????????????? ?????????????? HV=8,3 ???, ??? ?????? ??? ? ?????????? ?????  
 ??????? ? ?????????????? ? ??????????????????, ? ?????????????????? ??? ?????????????????? ?????  
 ?????? 10<sup>15</sup>÷6·10<sup>16</sup> ???/??<sup>2</sup> ? ?????????? 110 ???.

**????????? 1.**

**????????????????????? ?????????????? ???????????**

| ????? ?????????????,<br>???/?? <sup>2</sup> | ????? HV, ??? | ?????????????????<br>?????????????? | ?? ??????????<br>HV, ??? | ?????<br>??? |
|---------------------------------------------|---------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------|
| ?? ??????????????                           | 5             | —                                   | 5,4                      |              |
| 6·10 <sup>15</sup>                          | 13            | 2,6                                 | 6,4                      |              |
| 1,2·10 <sup>16</sup>                        | 16            | 3,2                                 | 8,3                      |              |
| 1,8·10 <sup>16</sup>                        | 14            | 2,8                                 | 7                        |              |
| 3·10 <sup>16</sup>                          | 13            | 2,6                                 | 6,5                      |              |
| 4,2·10 <sup>16</sup>                        | 9             | 1,8                                 | 6                        |              |
| 6·10 <sup>16</sup>                          | 7             | 1,4                                 | 5,2                      |              |

????????????????? ?????????????? ??????? ?????????? ???????-????????? ??????????????  
 ??????????,?????????????????????????????????????????????????????????????????????????????.??  
 ????. 2 ?????????????? ?????????????? ?? ? ?????? ??????????? N<sup>+</sup> ?????? 1,2  
 ·10<sup>16</sup> ???/??<sup>2</sup>.

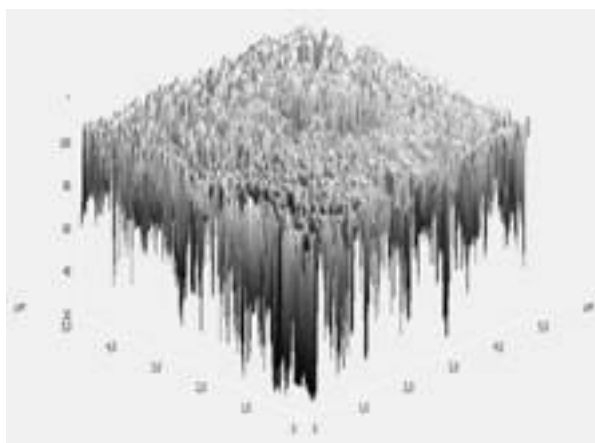
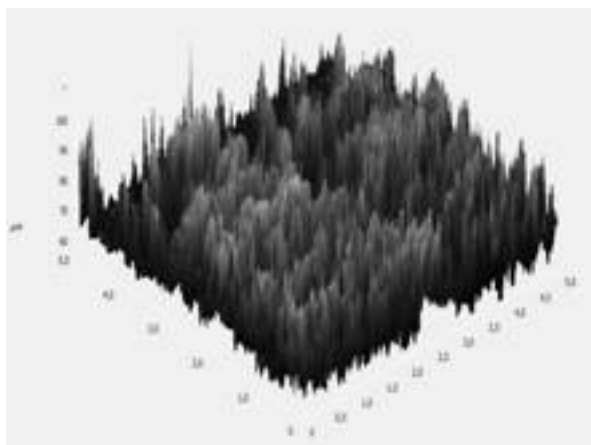


?

?

??????? 2. ??? — ?????? ?????????????? ??????: ? — ?? ????????????,  
? — ??????????? ?????? ??????  $1,2 \cdot 10^{16}$  ???/??<sup>2</sup>

????????????????-????????????????????????????????????????????????  
??????? ??????????? ?????????????? Nova. ?? ??? 3 ?????????? ?????????????? ??????  
? ??????????? ?????????????; ?????????, ?????????????? ? ??????????? ???????  
?????????? ?????????? ?? ????????????????? ?????????????? ?????????????.



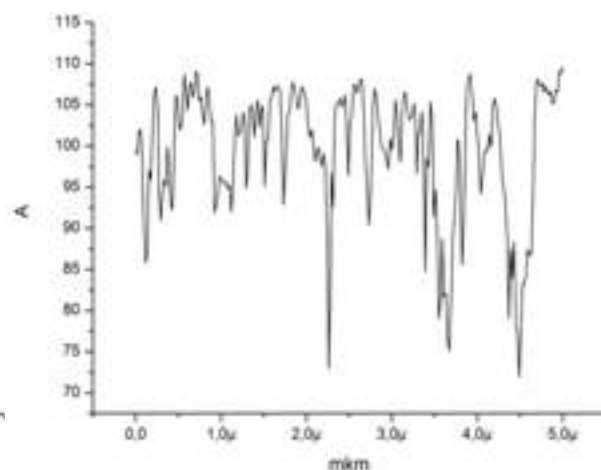
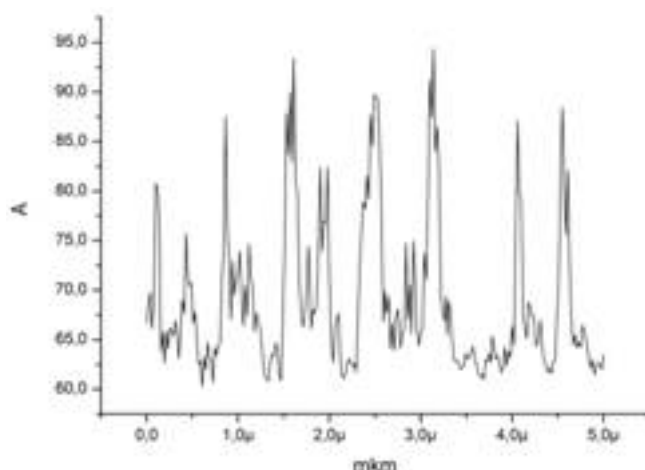
?

?

???????? 3. ?????????????? ?????????????? ?????????????? ??????:  
? — ?? ???????????,

**? — ????? ?????????? ?????? ??????  $1,2 \cdot 10^{16}$  ???/??<sup>2</sup>**

????????????????????????????????????????????????????????????????????????  
 ??? 4, ????????? ?????? ?????????????? ??????????????, ?????????????????? ??????????????  
 ?????????????????? ?????????? ?????????????????? ??????-????????????????????????? ??????  
 ?????????? ??????????????????.



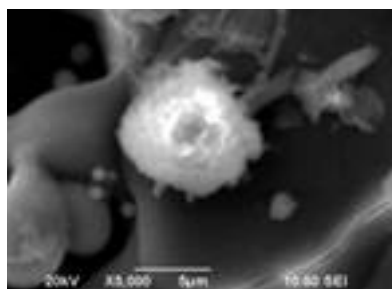
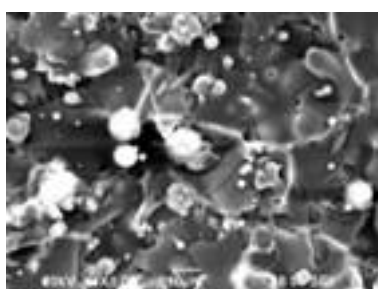
?

?

**???????? 4. ?????????????????? ??????: ? — ?? ???????????,**

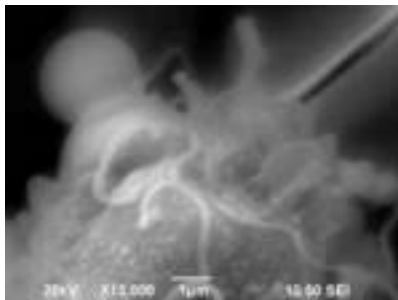
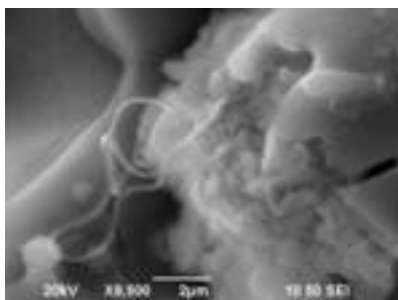
**? — ?????? ?????????????? ?????? ??????  $1,2 \cdot 10^{16}$  ???/??<sup>2</sup>**

????????????? ?????????????????????????? ?? ??????????, ?????????????? ?? ??????????  
 ??????, ??????????????????????????????????????????????????????????????: ?????????????????????????????????  
 ?????????????? ?????? 1÷5 ??? ?????????????????? ?????????? ?????????????? ?????? ??????????????  
 ?????? 50÷150 ?? ??? ?????? ?????????????? ??????  $6 \cdot 10^{15} \div 1,8 \cdot 10^{16}$  ???/??<sup>2</sup> (???. 5).



?

?



?

?

??????? 5. ?????????? ???????????? ?????-???????????? ?? ?????????  
(?????  $6 \cdot 10^{15}$  ???/??<sup>2</sup>; ???????? 110 ???)  
? ??????????????: ? — ×1000, ? — × 5000, ? — ×9500, ? — ×13000

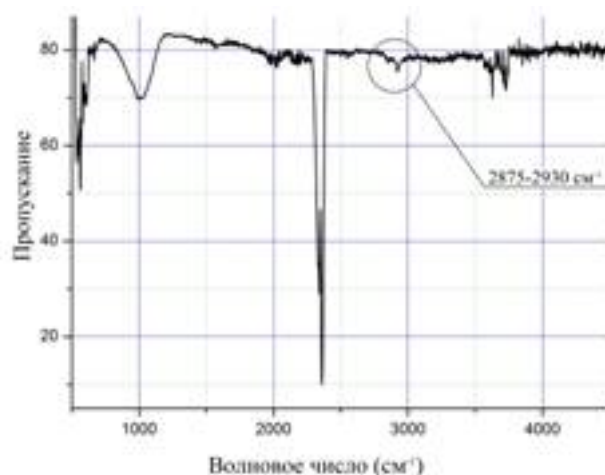
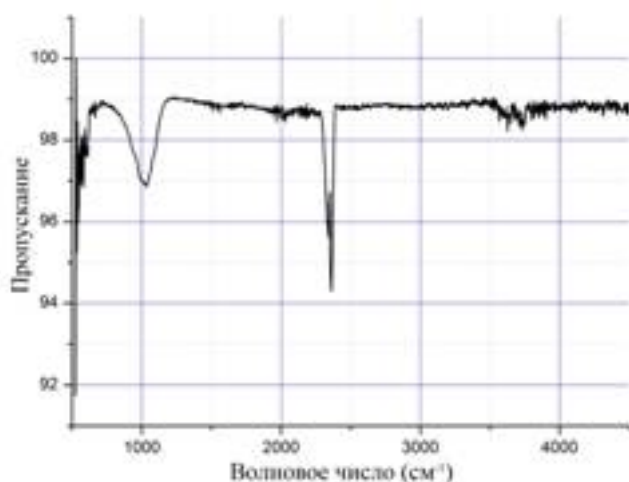
????????????? ?????????????? ???????? ?????????????? ???????? ? ? ??????????  
????????????? ?????? ?????????? ?? ?????????????? ?????????? ? ?????? ??????????  
(?????????,????????,????????????,????????)(????2)????????????????????????????  
????????????????????????????????????????,????????????????????????????????????-  
????????????????????????????????????????????????,????????????????????????????  
????? ???????????????.

???????? 2.

????????????? ??????? ??????? ??

| ????????         | ????????????? ????????? |       |       |       |
|------------------|-------------------------|-------|-------|-------|
|                  | ?                       | O     | P     | Ca    |
| ???????????????? | 16.94                   | 37.80 | 17.34 | 27.92 |
| ???????????????? | 36.75                   | 38.14 | 6.61  | 18.51 |

????????????????? ?????????????????????????? ?????????????????? ?????????????  
????????????????????????????????????????????????,????????????????????-????????????????????  
????????????????????????????????????????????????????????????????????????????????  
????????????????????? ?????? ? ????????? 2780—2925 ??<sup>-1</sup> (??? 6 ?) ? ?????????????????  
????????????? ?????????????? ?? ??????.



??

??????? 6. ?????? ?????????????? ?????????????? ?????-????????????? ??:  
? — ?? ??????????, ? — ?????? ?????????????? ?????? ??????  $1,2 \cdot 10^{16}$  ???/??<sup>2</sup>

????????????????????????????????????????????????????????????????????????????????????  
 ?????????????????????????????????????????????????????????????, ?????????????????????  
 ???[1, ? .107; 3, ? .55] ?????????????????????????????????????????????????????????????, ???????  
 ?????????, ?????????? ?? ?????????? ?????????? ???????-????????????????? ?????????  
 ?????????????????????????—????????????????????????????????????????????????????????  
 ??????????, ?????????????????????????????????????????????, ?????????????????????????????  
 ?? ???? ?????????? ? ?????????????? ?????????????????? ????????? ???? ??, ??  
 ?????????? ?????????? ??????, ?????????????????????? ?????? ?????  
 (?=110???,  $Q=1,2 \cdot 10^{16}$  ???/??<sup>2</sup>), ?????????????????????????????????????????, ?????????  
 ?????????????????????????????????????????????????????????????????????????????????  
 ??????.

?????????????? ????????????

?????????????? ?????????????? ?????? ?????????????? ? ?????????????? ??????  
 ?????????????? ?????-????????? ?????????????????? ?????????????????????? ??????????,  
 ?????????????????????????????????????????????????????????????????????????????????, ?????????  
 ?????????? ??? ?????????????????? ?????????????????? ??????????????, ?????????????  
 ?????????????? ?????????????????? ?????????????? ? ?????????????????? ??????????????????

?????????, ?????????????? ?????????? ??????-????????????? ???????? ?  
????????? ? ???????? ???????????????????.

### ?????? ???????????:

1. ?????????? ?.?., ?????????????? ?.?., ?????????????? ?.?. ?????? ?????-?????????  
????????????????????????????????????????????????????????????????????????????????????????/ ?  
?.?. ??????????, ??. ??????????, ??. ?????????? // ?????????? ????????  
????????????????? ??????????: ???????? ??????. ??????. ??????. ??????. ???  
????????? ??????, ?????????? ? ??????????????. ??? ? «????????????????»,  
????????????????? ?????????????? ????????, 2011 — ? 105—113.
2. ?????????? ?.?., ?????????? ?.?., ?????????? ?.?., ?????????? ?.?. ?? —  
????????????????????? ?????????????? ?????????????? ?????? ??? ?1-00  
????????????????? ?????????????? ?????? ????? / ??. ??????????, ??. ?????????,  
?.?. ?????????, ??. ?????????, // ?????????????????? ??????????????, ?????????????? ?  
????????????????? ?????????: ?? ??????. ?? ?????????, 2011. — ? 201—202.
3. ?????????? ?.?., ?????????? ?.?., ?????????? ?.?., ?????????? ?.?. ??????????  
????????? ?????? ?????????????? ?????????? ?????????? ???????? ??? ?????????  
????????????????? ?????????? ?????????????? // ???????? ??????????????  
????????????????????? ?????????????? ??????????????. 2011. ? 1 (53). ??? 2. —  
?. 56—61.