

Лабораторная работа 1

Определение среднего размера зерна

Томск – 2013

Рекомендуемая литература

- 1. Чернявский К.С. Стереология в металловедении. – М.: Металлургия, 1977.- 208 с.
- 2. Гольдштейн М.И., Фарбер Б.М. Дисперсионное упрочнение стали. - М.: Металлургия, 1979. -208 с.
- 3. ГОСТ 21073.1-75
- 4. ГОСТ 21073.2-75
- 5. ГОСТ 21073.3-75
- 6. ГОСТ 21073.4-75

Цель работы

Ознакомление с методами определения среднего размера зерна.

Определение среднего размера зерна различными методами.

Задачи работы

1. Ознакомиться с методами определения среднего размера зерна;
2. Определить средний размер зерна различными методами.

Вид отчетности:

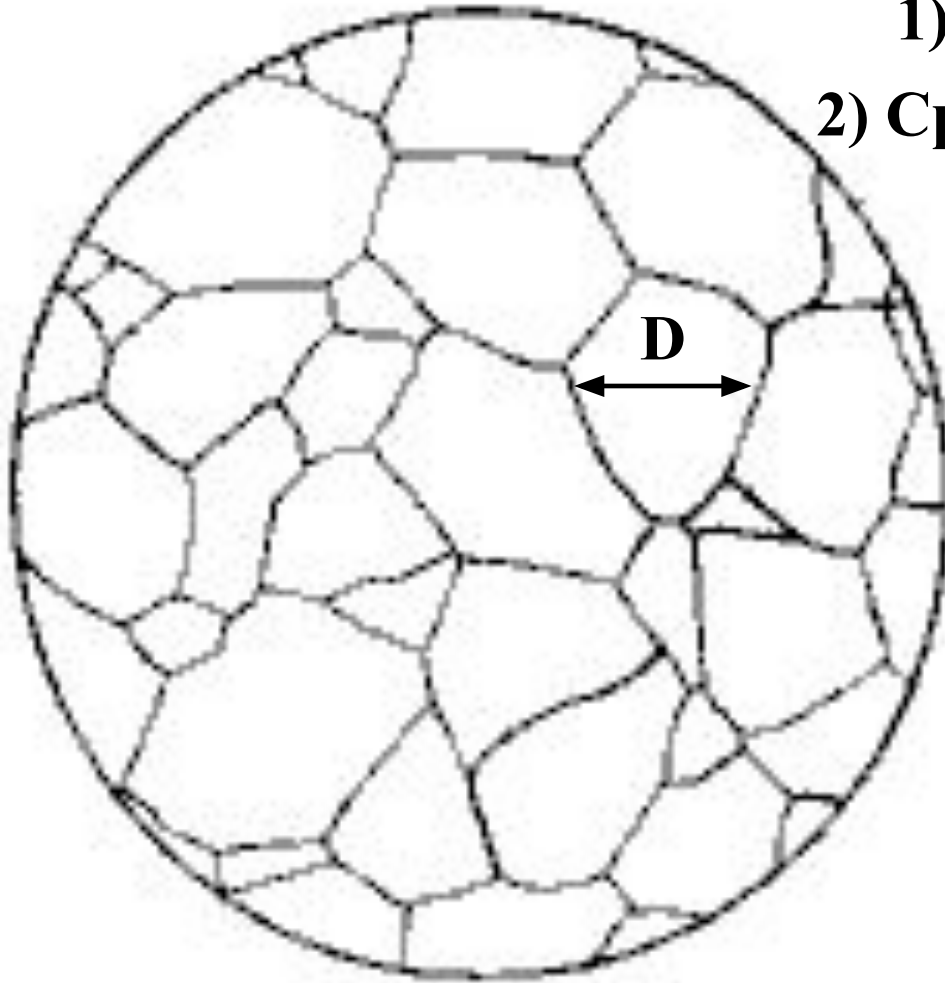
Сдать реферат и отчет на тему:

Определение среднего размера зерна

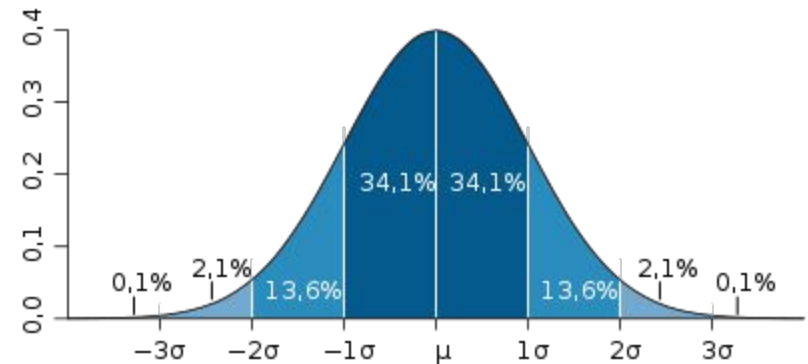
Поликристаллические материалы

Количественные характеристики

- 1) $\langle D \rangle$ – средний размер зерна
- 2) Среднеквадратичное отклонение



$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}.$$



- 3) Максимальный и минимальный размер зерен

Зернограничное упрочнение металлов и сплавов

Зависимость предела текучести σ_T материала от размера зерна D описывается хорошо известным уравнением Холла — Петча:

$$\sigma_T = \sigma_i + k_y D^{-1/2}$$

Напряжение σ_i можно представить себе как предел текучести монокристалла данного материала (отсутствие сопротивления со стороны границ зерен), так как при $d = \infty$ $\sigma_T = \sigma_i$. Следовательно, собственно **зернограничное упрочнение**, т.е. повышение прочности за счет границ зерен в материале, являющихся барьерами распространения течения, будет характеризоваться величиной

$$\sigma_z = k_y D^{-1/2}$$

Коэффициент k_y характеризует материал, и его значения равны тангенсу угла наклона прямых на графике, описывающем зависимость σ_T от $D^{-1/2}$. Теоретически значения k_y могут быть оценены в зависимости от принятой дислокационной модели влияния границ зерен на предел текучести.

К примеру, для углеродистых и низколегированных сталей значения коэффициента k_y в уравнении Холла - Петча практически одинаковы и могут быть приняты в пределах 1,8—2,3 кгс/мм^{3/2}.

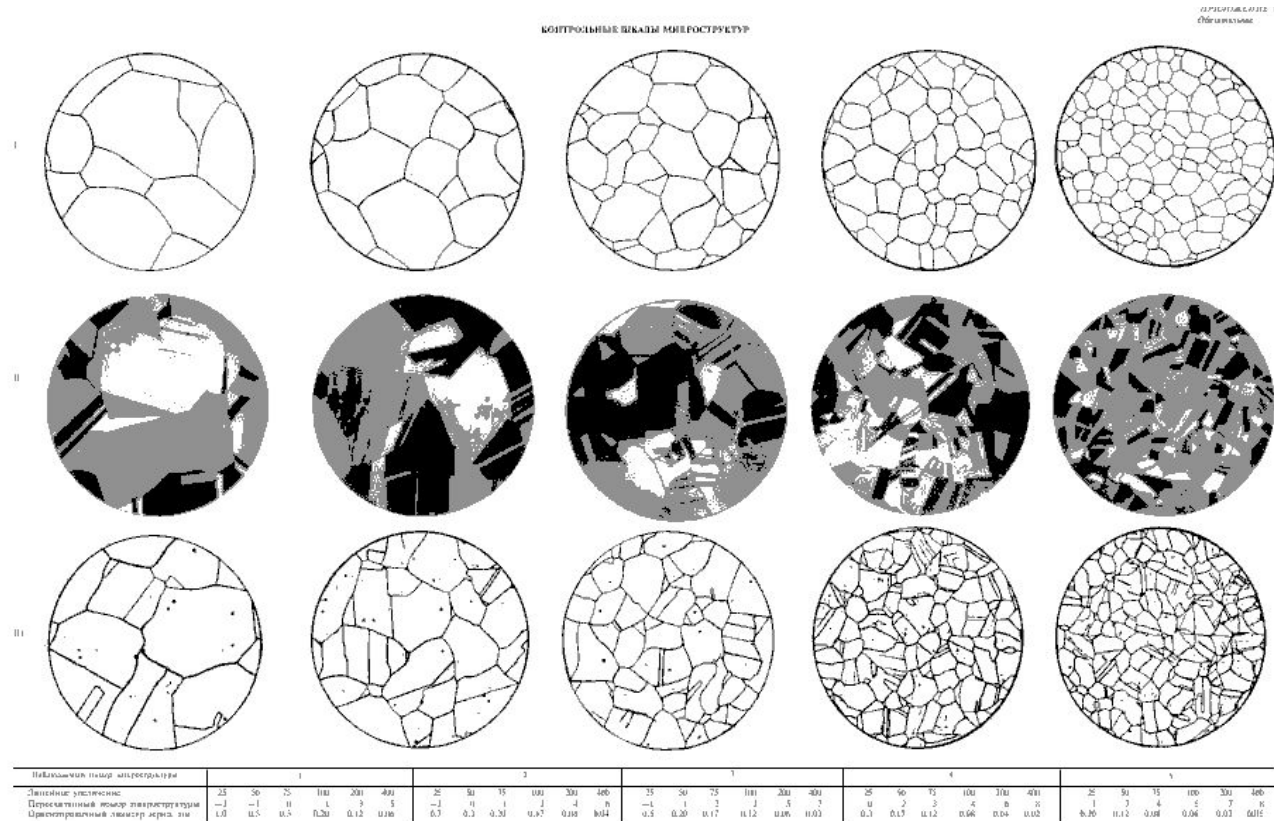
ГОСТы, регламентирующие методики определения средней величины зерна

- 1) Метод сравнения с контрольной шкалой (ГОСТ 21073.1-75);
- 2) Метод подсчета зерен (ГОСТ 21073.2-75);
- 3) Метод подсчета пересечений зерен (ГОСТ 21073.3-75);
- 4) Планиметрический метод (ГОСТ 21073.4-75).

Метод сравнения с контрольной шкалой (ГОСТ 21073.1-75)

Метод применяется для массового определения величины зерна в условиях производства.

Определение величины зерна производят сравнением изображения структуры материала с микроструктурами шаблона.



Метод подсчета зерен (ГОСТ 21073.2-75)

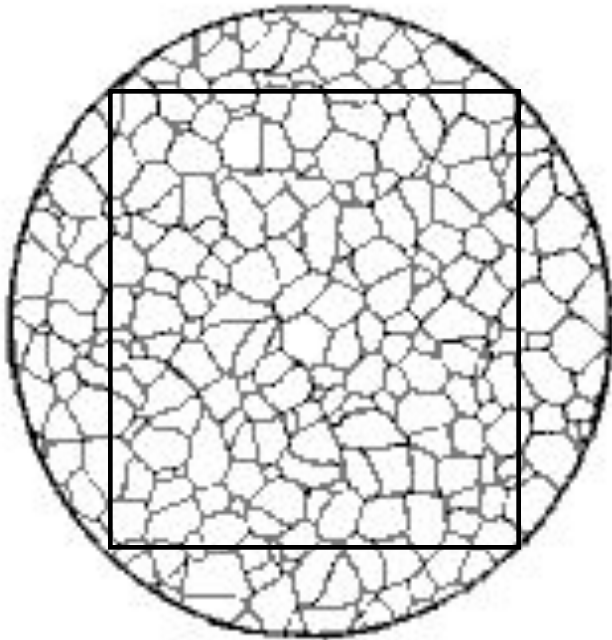
Метод применяется для количественных характеристик величины зерна при исследовательских или опытных работах.

Проведение испытаний

- 1) На изображении структуры шлифа выбирают место с хорошо выявленными границами зерен.
- 2) Наносят контур контрольной площади подсчета зерен в виде круга или прямоугольника.
- 3) Величину зерна определяют подсчетом числа зерен n_1 , целиком находящихся внутри контура контрольной площади подсчета, и n_2 , рассекаемых контуром контрольной площади подсчета, исключая зерна, находящиеся на углах контура контрольной площади подсчета

За результат испытаний принимают следующие величины:

- 1) среднее число зерен m , находящихся на 1 мм^2 площади шлифа S_k ;
- 2) среднюю площадь сечения зерна a , мм^2 .
- 3) Расчет производят по формулам:
 - при контрольной площади подсчета в виде квадрата или прямоугольника:



$$m = \frac{1}{S_k} (n_1 + 0,5n_2 + 3)$$

$$a = \frac{1}{m}$$

Метод подсчета пересечений зерен (ГОСТ 21073.3-75)

Метод применяется для количественных характеристик величины зерна при исследовательских или опытных работах.

Определение величины зерна производят при таком увеличении, чтобы в поле зрения находилось целиком 80...200 зерен.

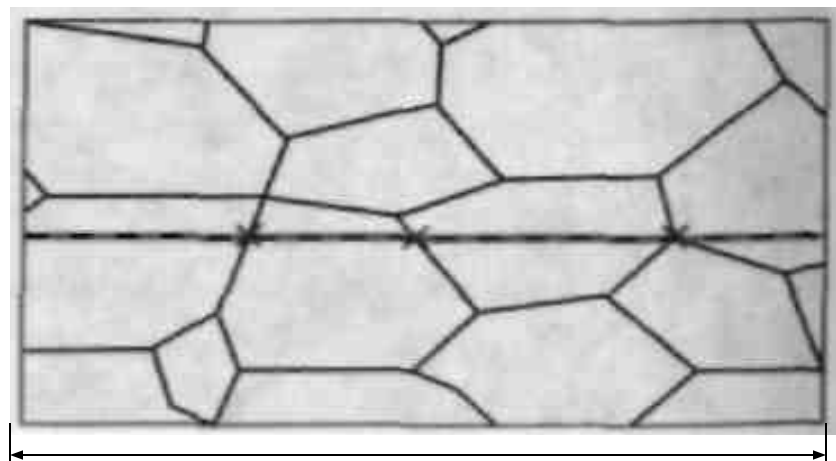
Для измерений применяют секущие линии в виде двух непараллельных прямых или окружности. Прямая секущая должна пересечь не менее 10 зерен; окружность – не менее 20 зерен.

Определение величины зерна производят подсчетом границ зерен **N**, пересеченных секущими длиной **L**.

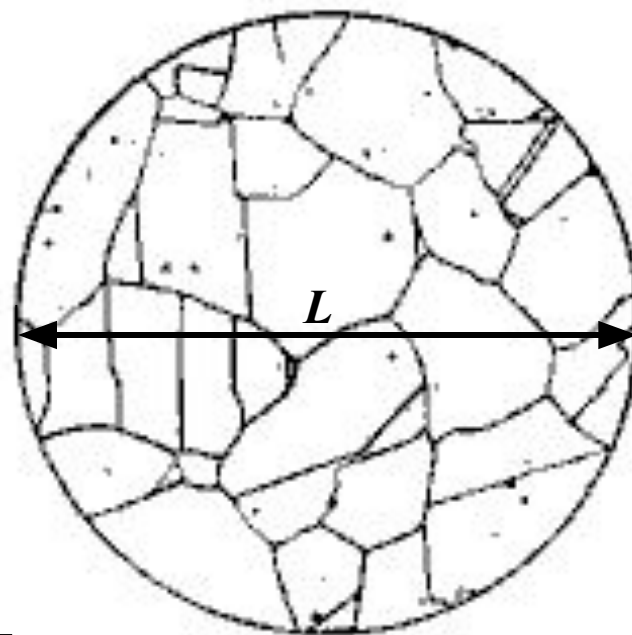
Расчет средней величины зерна **D** производят по формуле:

$$\mathbf{D = L / N.}$$

Метод подсчета пересечений зерен (ГОСТ 21073.3-75)



L



$$D = L / N$$

Планиметрический метод (ГОСТ 21073.4-75)

Метод применяется в случае, требующем повышенной точности измерений.

Определение величины зерна производят при таком увеличении, чтобы в поле зрения находилось целиком 80...200 зерен.

Определение величины зерна проводят планиметрированием площади S , составленной из целых зерен, и подсчета числа этих зерен n .

За результат испытаний принимают следующие величины:

- 1) среднюю площадь сечения зерна a , мм²;
- 2) среднее число зерен m , находящихся на 1 мм² площади шлифа;

Планиметрический метод (ГОСТ 21073.4-75)

Расчет производят по формулам:

$$a = \frac{S}{n} \qquad m = \frac{1}{a}$$

Средний диаметр зерна определяют по формуле:

$$D = \sqrt{a}$$

Планиметрирование площади S , составленной из целых зерен, осуществляют специальными приборами либо вручную, применяя линейный, сеточный или весовой методы.

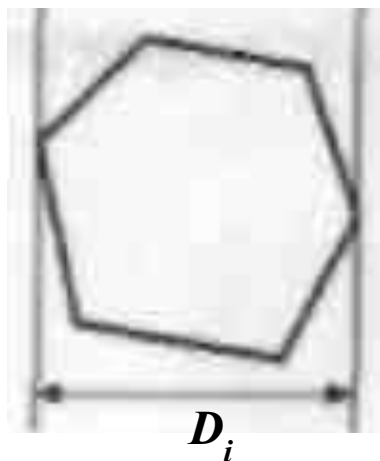
Контрольные вопросы

1. Физическая суть зернограницного упрочнения металлов и сплавов.
2. В чем заключается метод сравнения с контрольной шкалой.
3. Дать понятие методу подсчета зерен.
4. Пояснить суть метода подсчета пересечений зерен.
5. Пояснить суть планиметрического метод определения размера зерен.
6. Планиметрирование площади S линейным методом.
7. Планиметрирование площади S сеточным методом.
8. Планиметрирование площади S весовым методом.

Практическая работа

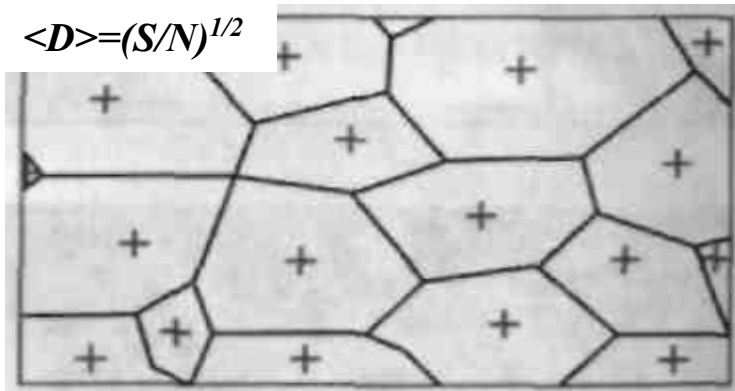
1) Двумя из трех представленных способов определить средний (\bar{D}), максимальный ($D(\max)$) и минимальный ($D(\min)$) размер зерен. Полученные значения занести в таблицу.

1

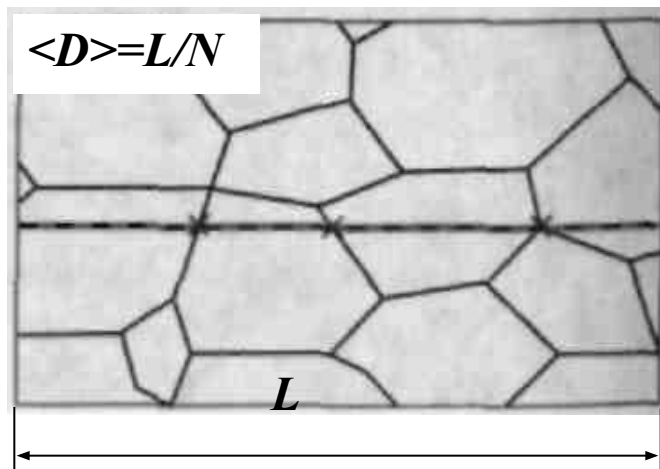


2

$$\langle D \rangle = (S/N)^{1/2}$$



$$\langle D \rangle = L/N$$



3

Практическая работа

| Способ 1 | | | | Способ 2 | | | |
|----------|----------------|------------------------|------------------------|----------|----------------|------------------------|------------------------|
| D, мкм | σ , мкм | D _{min} , мкм | D _{max} , мкм | D, мкм | σ , мкм | D _{min} , мкм | D _{max} , мкм |
| | | | | | | | |

Способ 1: – произвести не менее 100 измерений размера зерен;

Способ 2: S – площадь картинке; N – количество зерен на картинке;

Способ 3: произвести подсчет границ зерен N, пересеченных секущими длиной L; расстояние между секущими 10 мм.

2) Используя соотношение Холла-Петча вида $\sigma_z = k_y D^{-1/2}$, осуществить оценки величины σ_z для трех случаев, используя полученные значения D, D_{min} и D_{max}. Принять $k_y = 2 \text{ кгс/мм}^{3/2}$.

3) Рассчитать величины: $\sigma_z(D) / \sigma_z(D_{\min})$ и $\sigma_z(D) / \sigma_z(D_{\max})$

Представить отчет в виде:

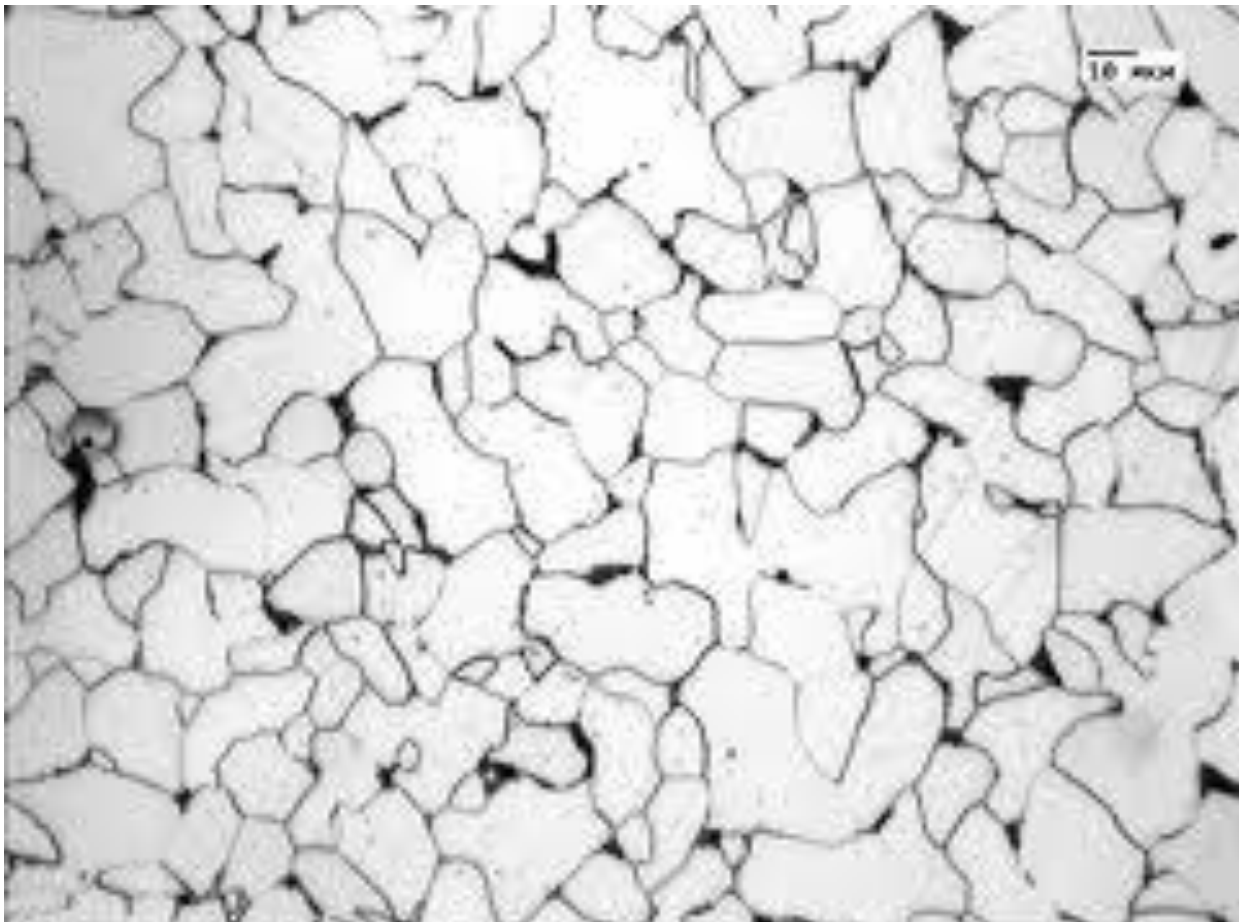
1) рисунков соответственно схеме, с указанием способа определения размера реального зерна;

2) гистограмм размера зерен;

3) таблицы полученных результатов

Практическая работа

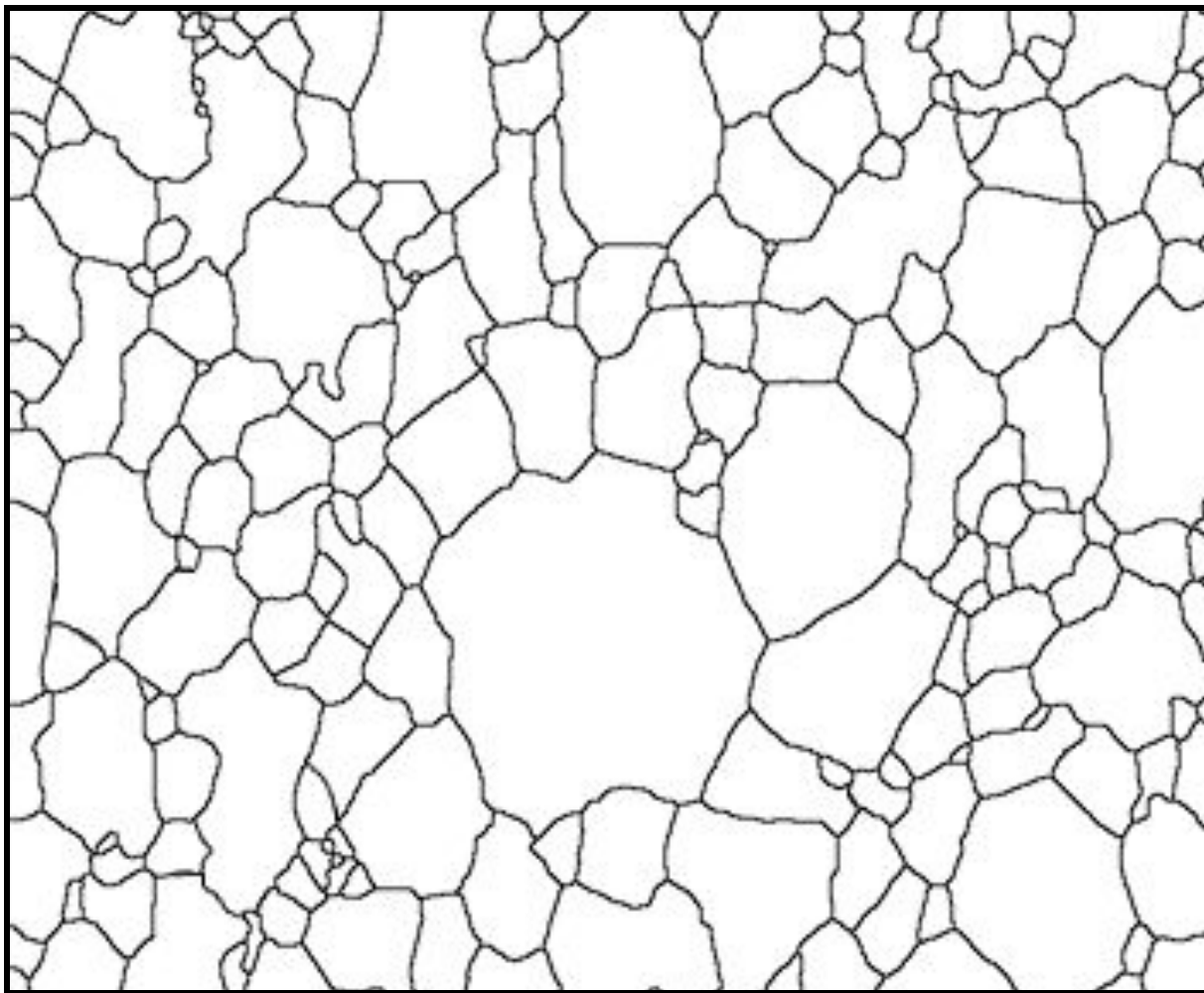
Вариант 1



10 мкм

Практическая работа

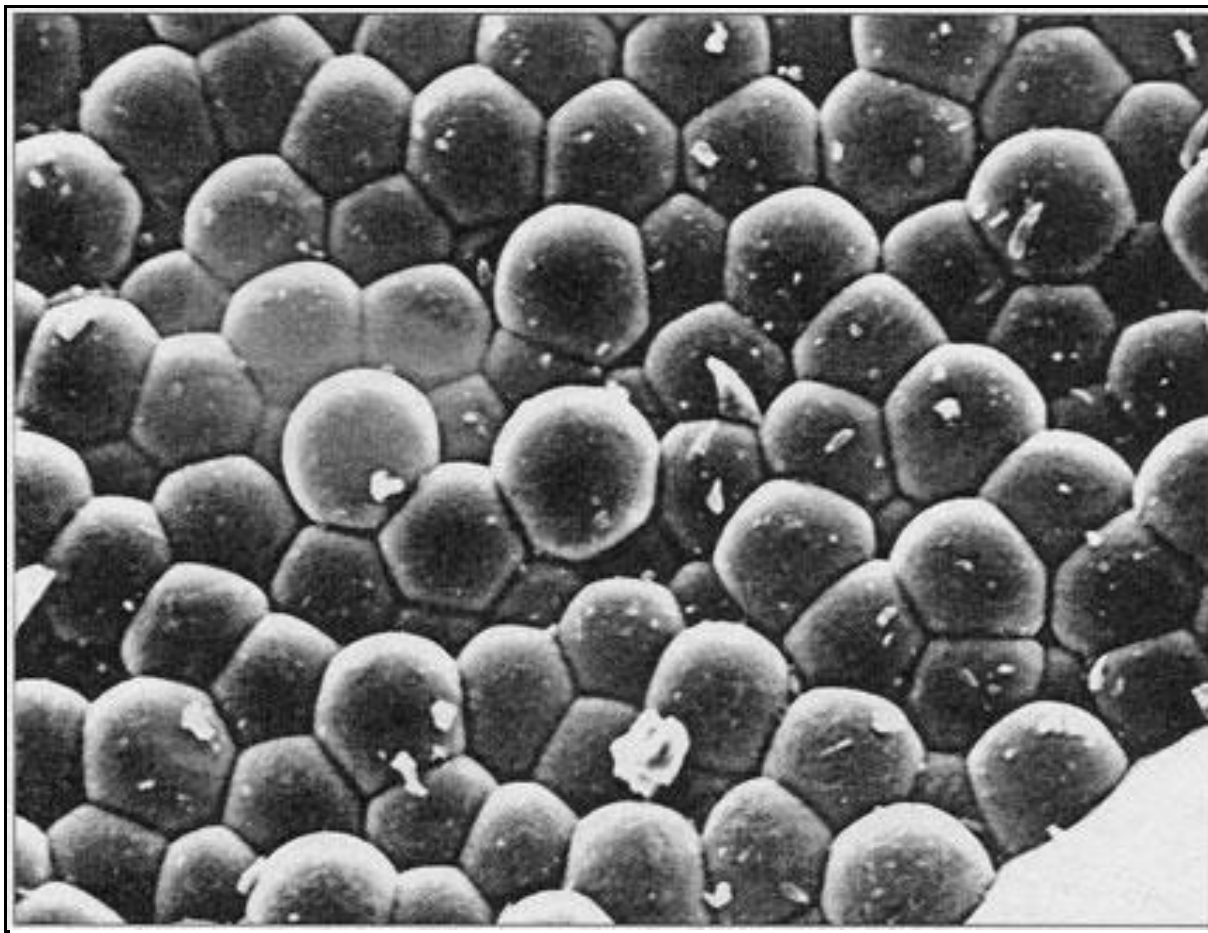
Вариант 2



10 мкм

Практическая работа

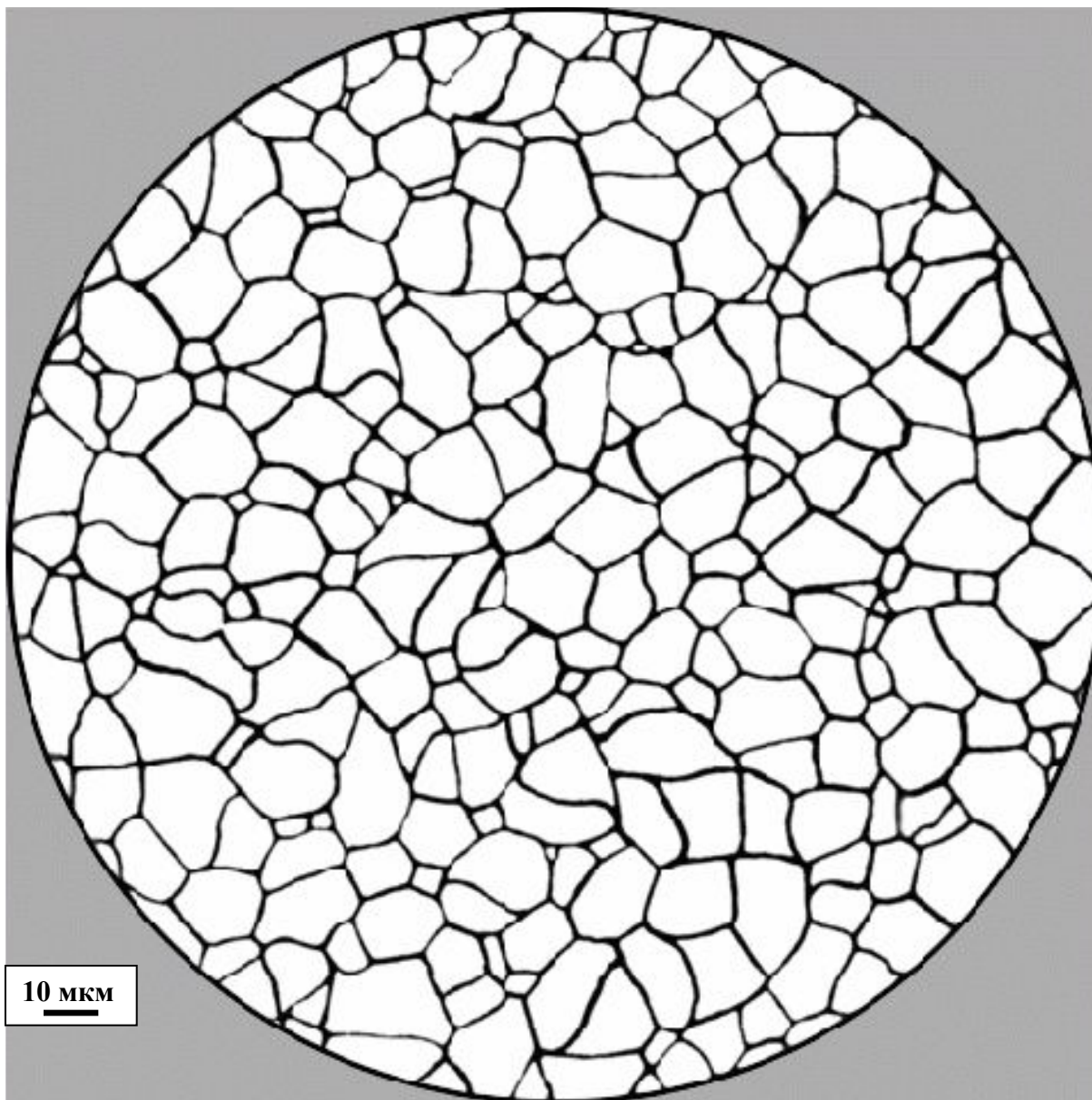
Вариант 3



10 мкм

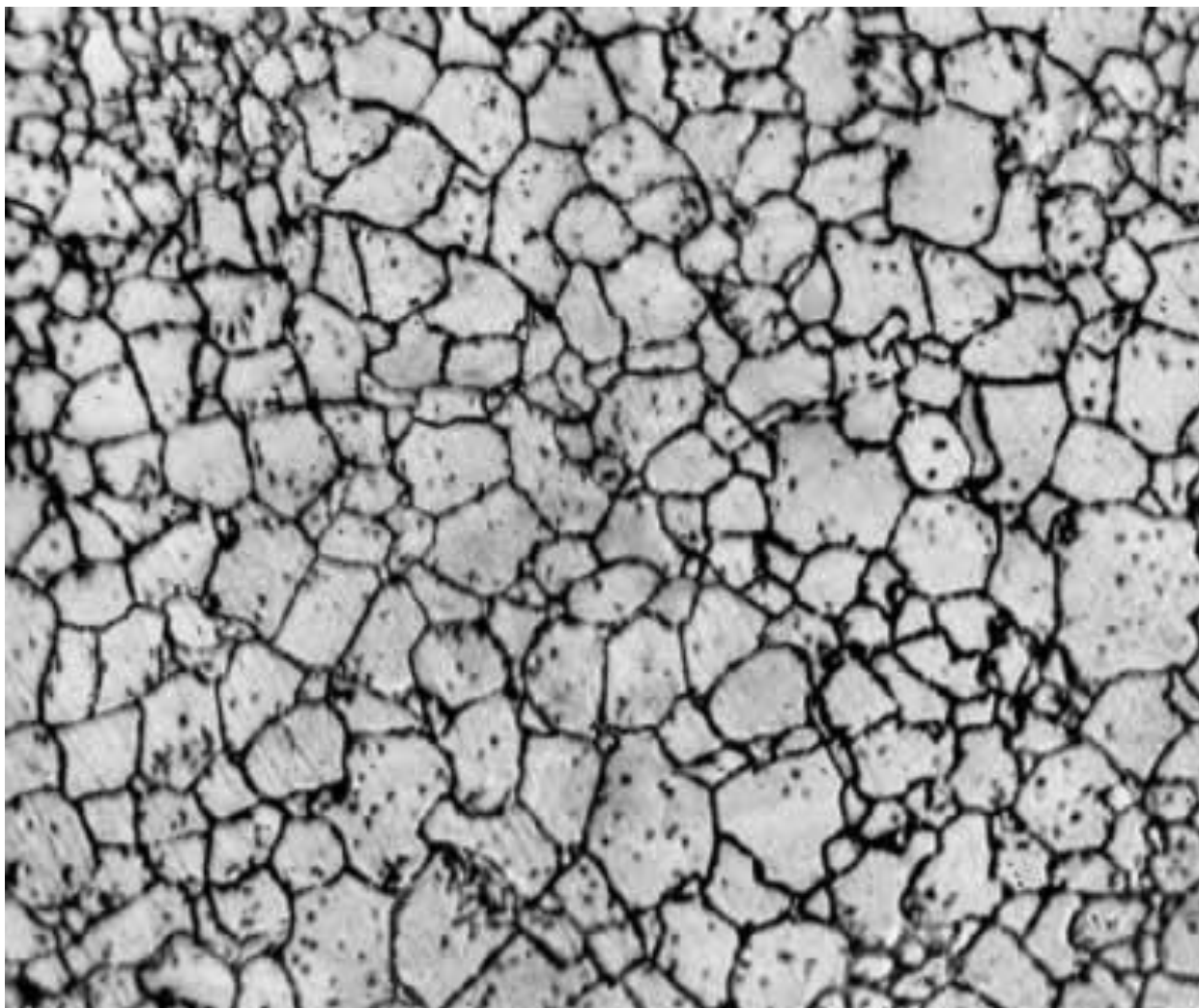
Практическая работа

Вариант 4



Практическая работа

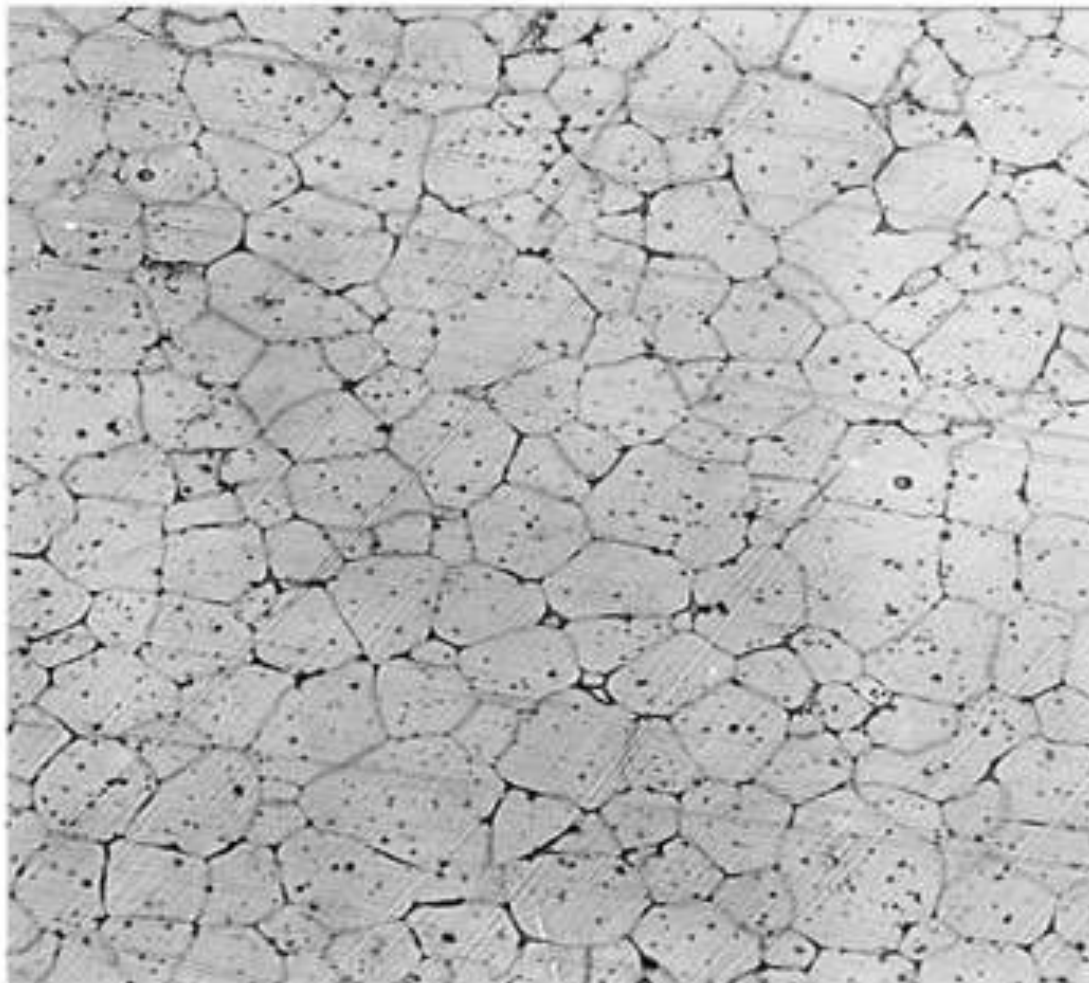
Вариант 5



10 мкм

Практическая работа

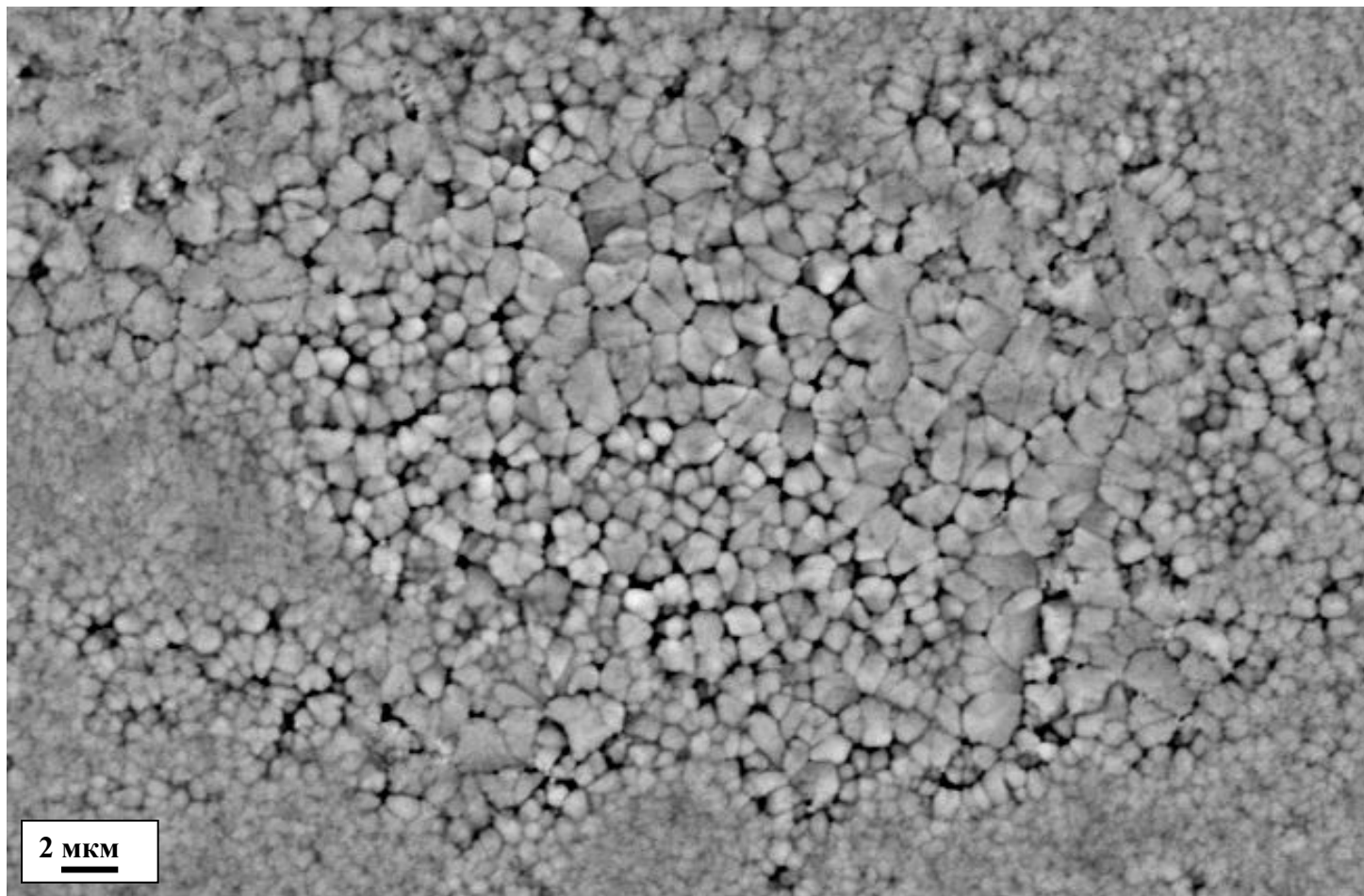
Вариант 6



10 мкм

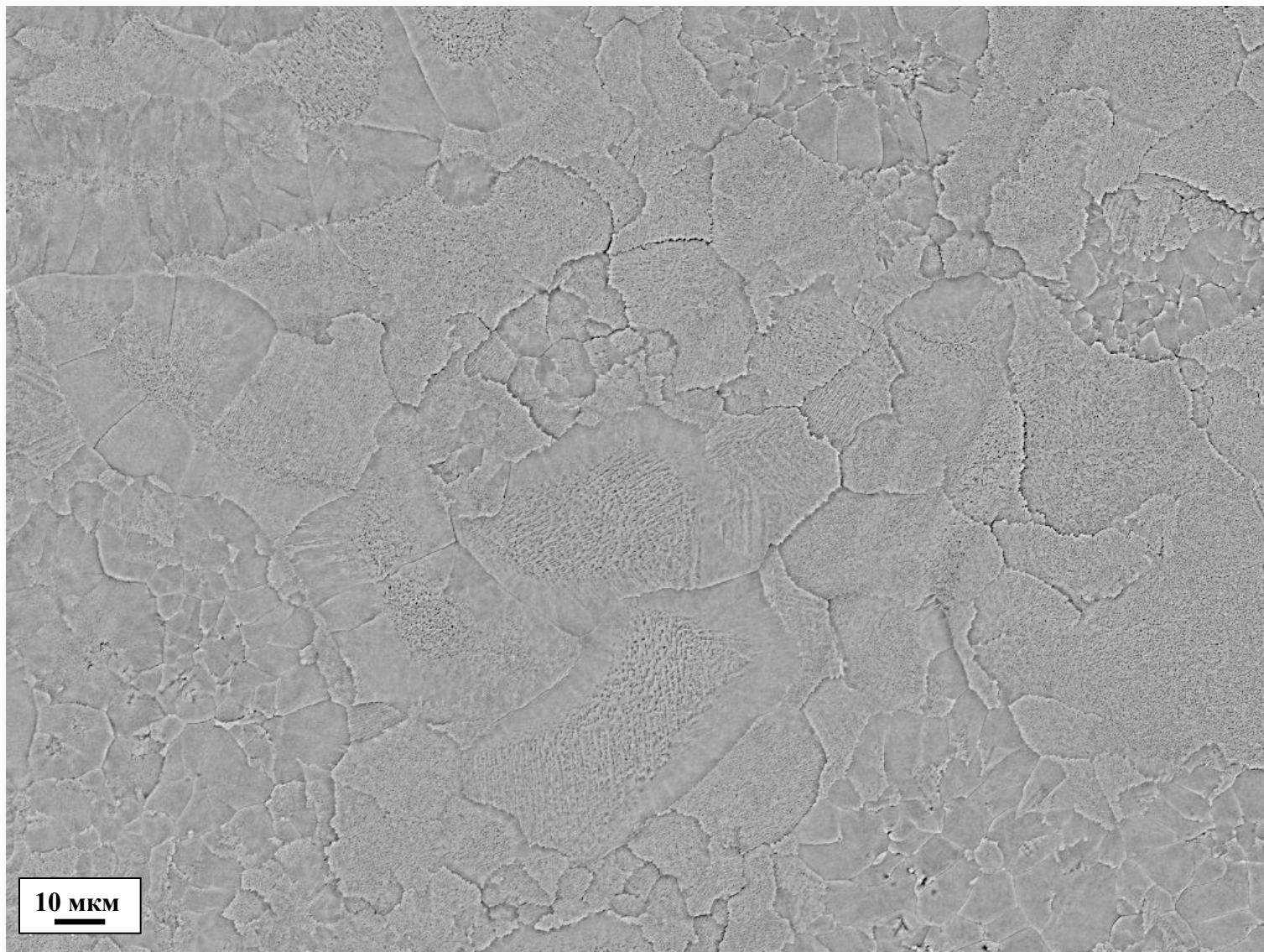
Практическая работа

Вариант 7



Практическая работа

Вариант 8



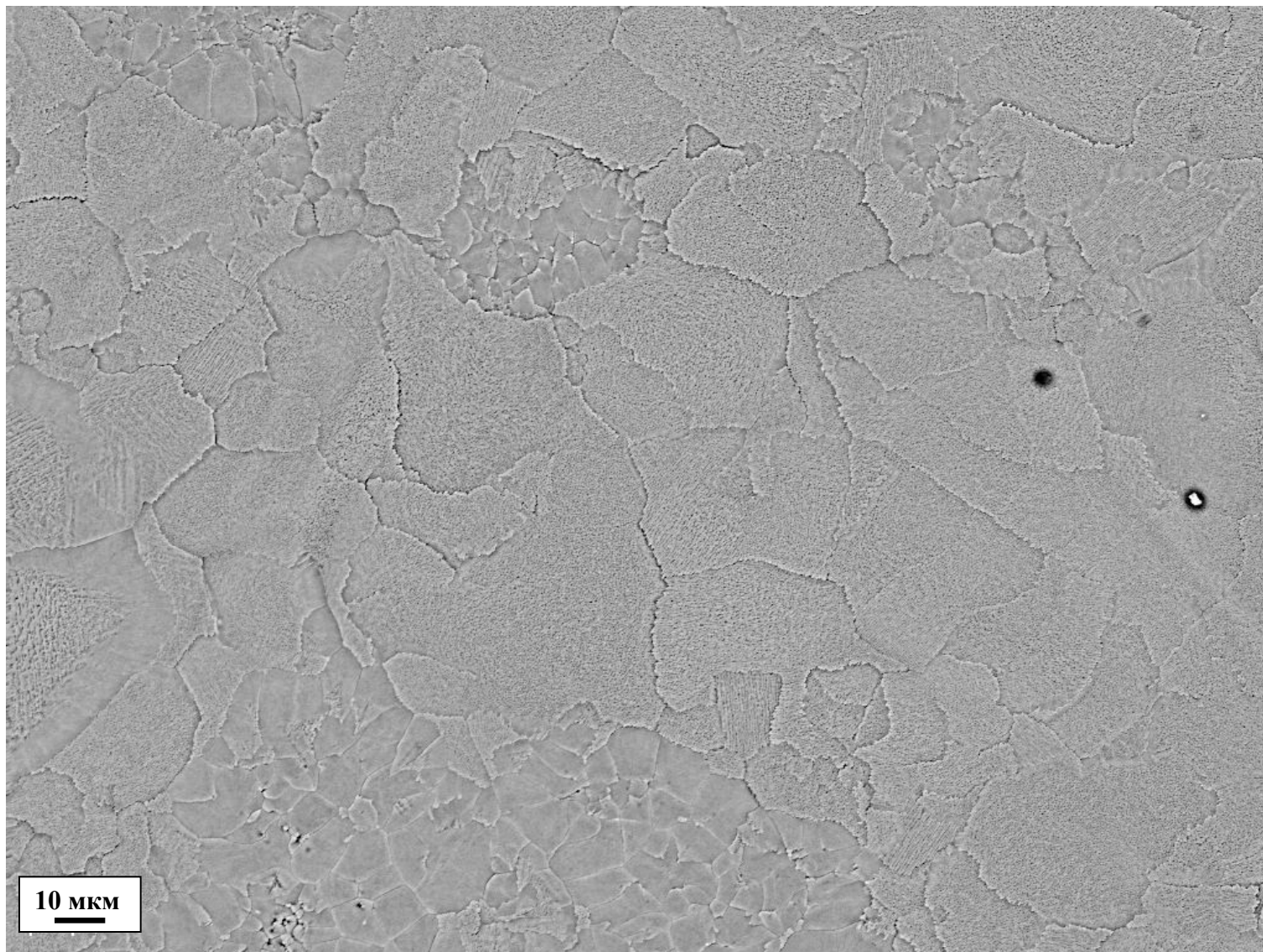
Практическая работа

Вариант 9



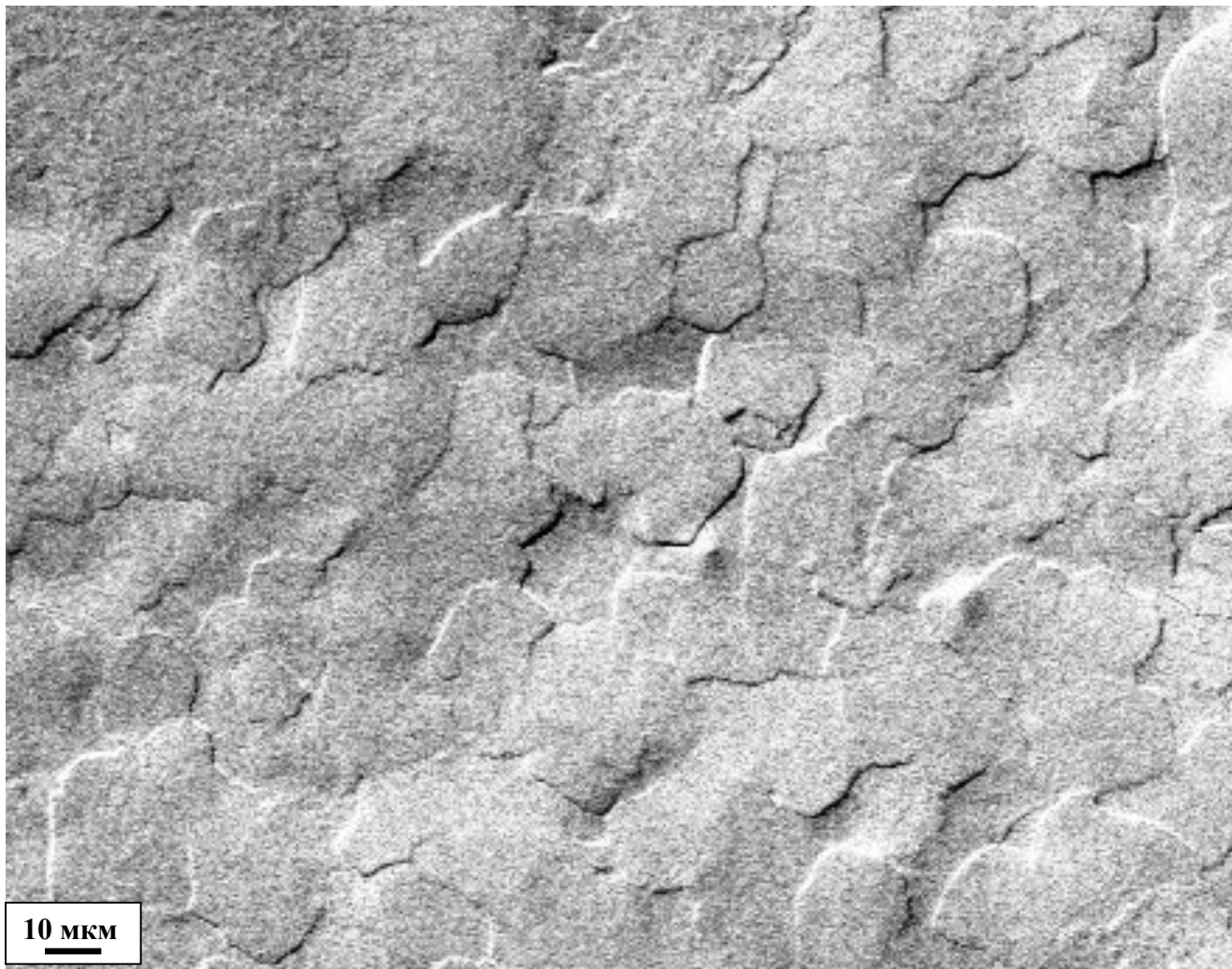
Практическая работа

Вариант 10



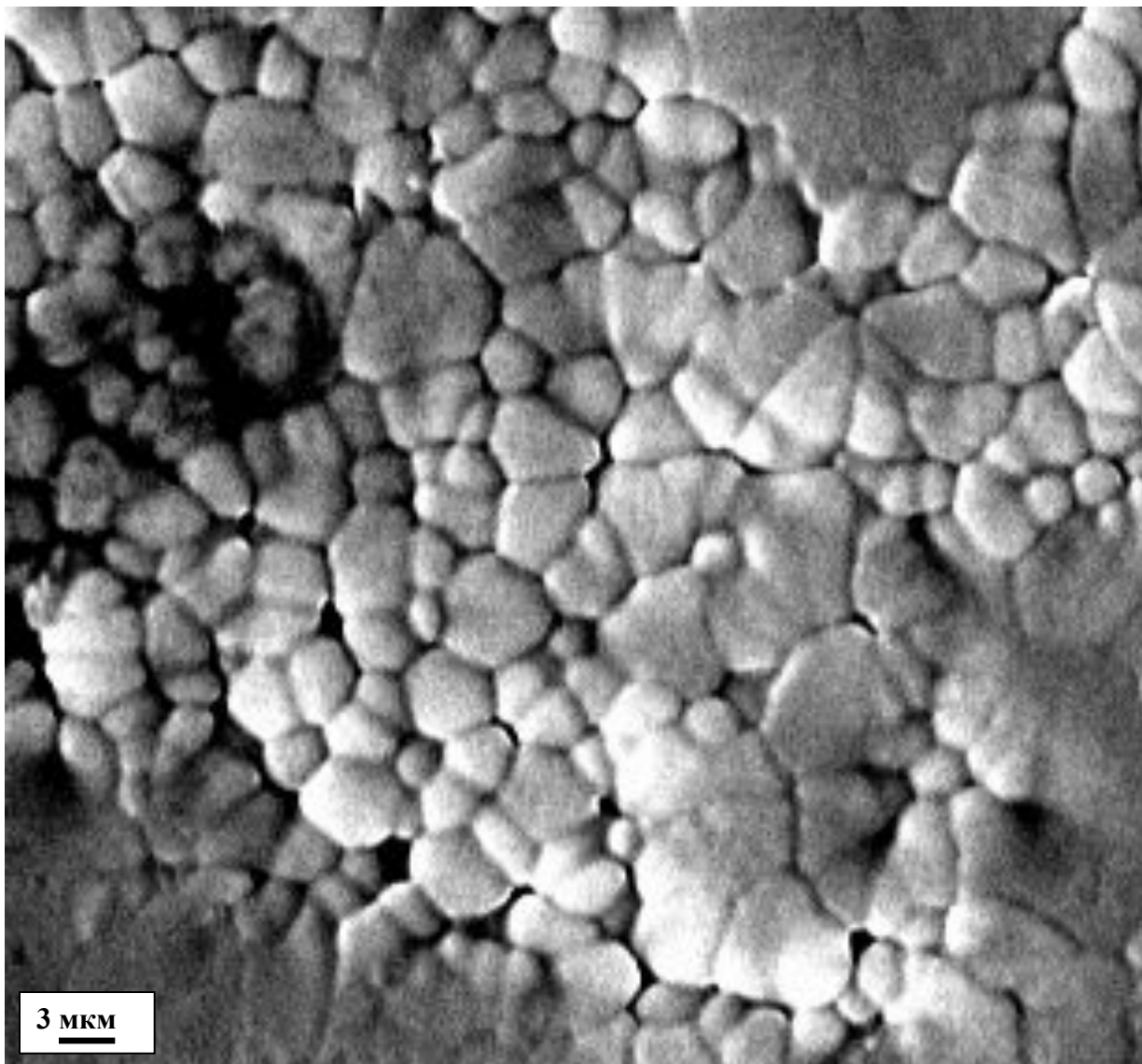
Практическая работа

Вариант 11



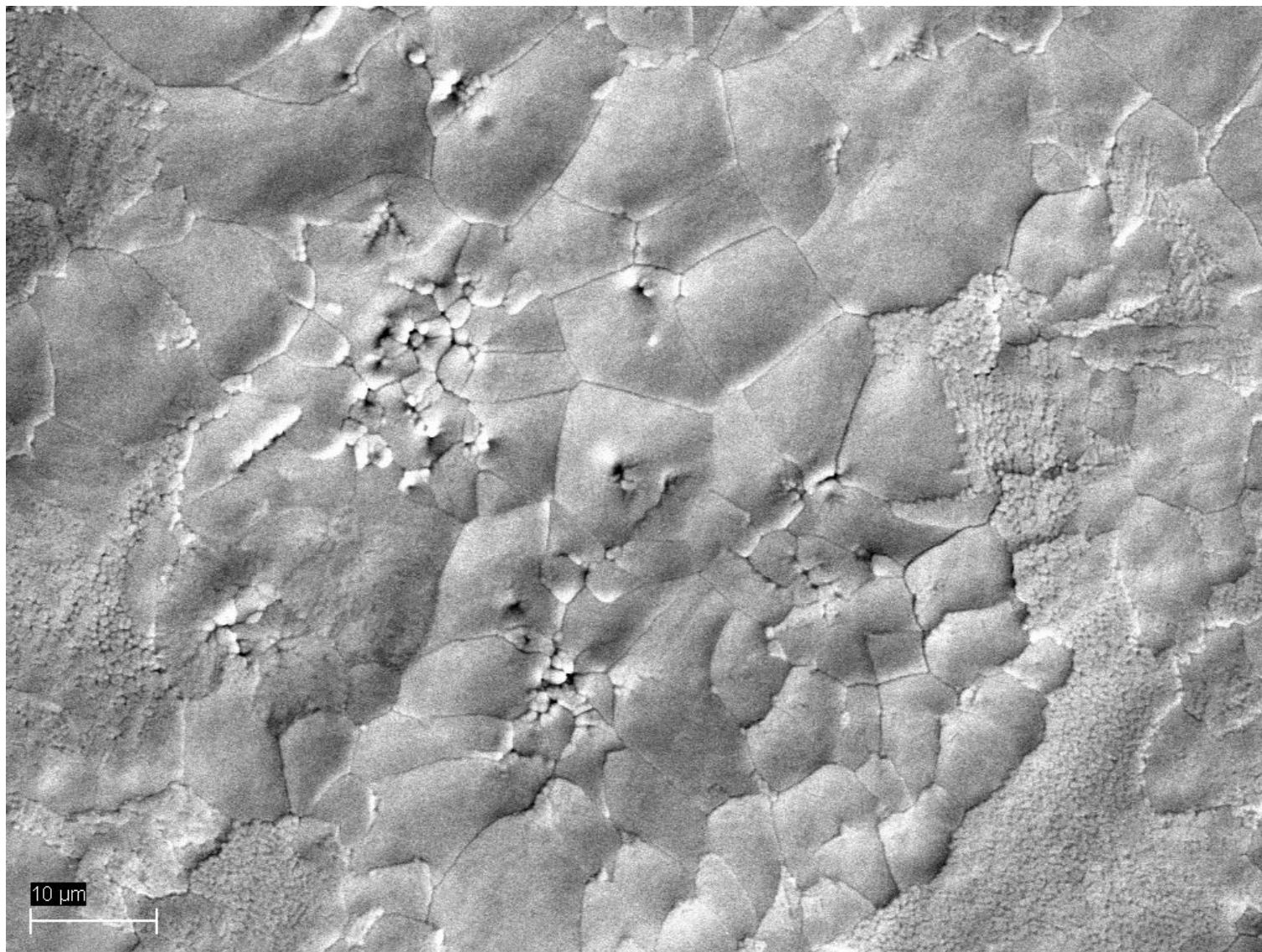
Практическая работа

Вариант 12



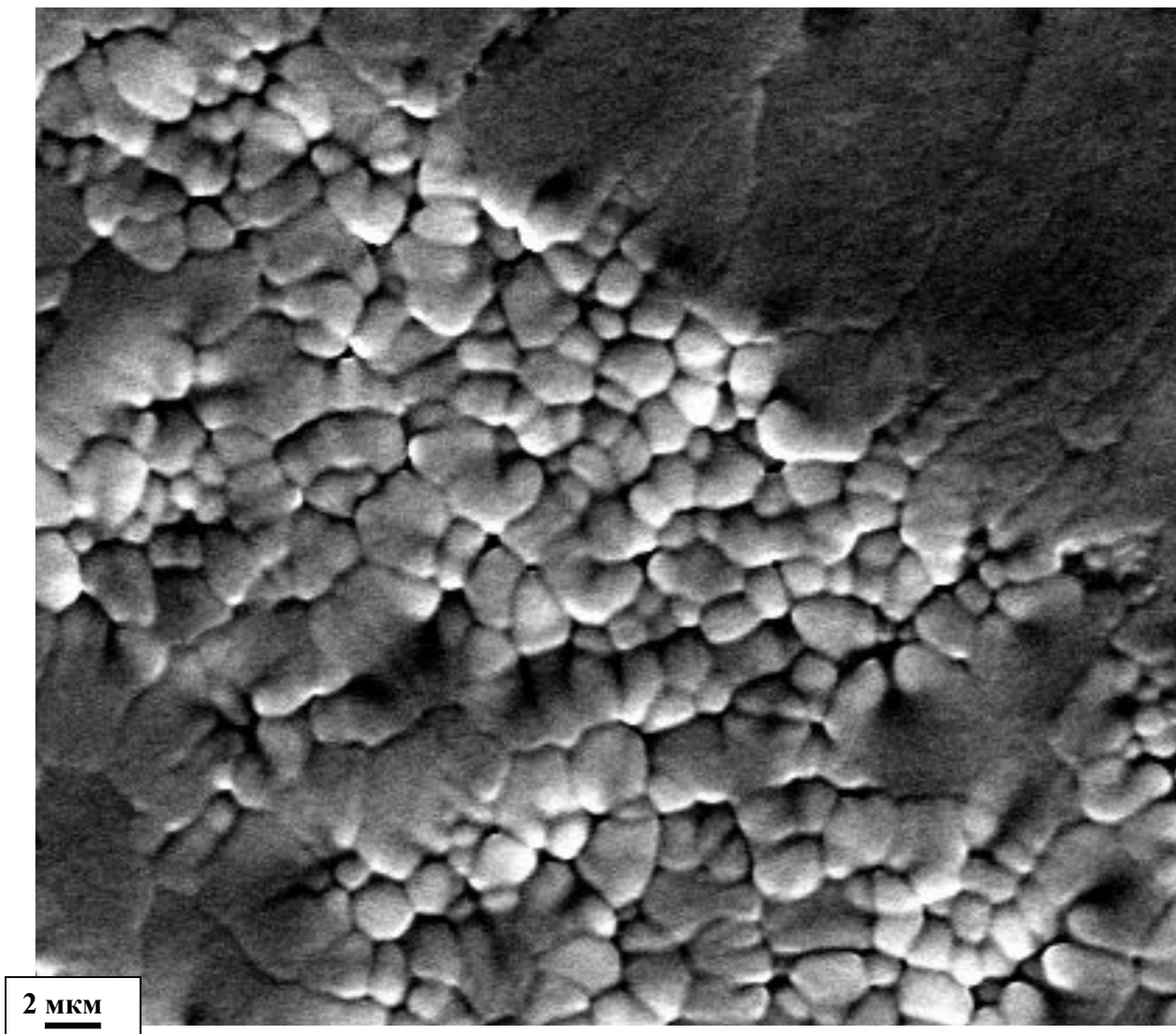
Практическая работа

Вариант 13



Практическая работа

Вариант 14



Практическая работа

Вариант 15

