

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Технологический сектор  
Практика «Технология материалов»  
Командный кейс №4 «Эксфолиация 2D - материала»**

---

### **Актуальность**

Открытие графена и его удивительных свойств породило новый класс материалов, известных как 2D-материалы. Мотивированные успехом графена, альтернативные слоистые и неслоистые 2D-материалы стали объектом интенсивных исследований из-за их уникальных физических и химических свойств. Происхождение этих свойств приписывается эффекту наноразмерности в одной из плоскостей, что совершенно нетривиальным образом меняет электронные, магнитные, оптические и механические свойства. Данный уникальный класс материалов находит в настоящее время широкое применение в электронных, оптоэлектронных и спинтронных устройствах, датчиках и приборах. Приведем цитату ученых современности: «двумерные материалы – золотая лихорадка современного материаловедения».

Отличительной особенностью технологических процессов получения материала из-за первичной слоистости структуры является этап эксфолиации. Эксфолиация (англ. exfoliation) — процесс расслоения на единичные плоскости (чешуйки) объемного материала со слоистой структурой.

Цель работы состоит в том, чтобы разработать технологический маршрут получения 2D - материала из объемного образца. Для этого необходимо решить основные, ключевые задачи работы, такие как выбор объемного материала и вид, применяемой эксфолиации (способы эксфолиации весьма обширны, возможно вам придется попробовать несколько).

Успешным результатом выполнения работы является разделение объемного материала на отдельные чешуйки, представляющие собой плоские структуры. Далее в работе требуется объяснить результат, указав:

1. движущую силу процесса эксфолиации;
2. физические явления, протекающие в процессе эксфолиации;
3. химические реакции, протекающие в процессе эксфолиации;
4. выявленные в ходе эксперимента практические зависимости для процесса (например влияние частоты ультразвука, концентрации ПАВ, размера исходного материала, силы химической связи в образце) на конечный результат.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Технологический сектор  
Практика «Технология материалов»  
Командный кейс №4 «Эксфолиация 2D - материала»**

---

**Этапы работы над кейсом**

- Анализ литературы по теме «2D-материалы»;
- изучение литературы по способам эксфолиации;
- подбор объёмных слоистых материалов;
- эксфолиация слоистого материала;
- научное объяснение результатов получения отдельных чешуек;
- оценка практического применения результата;
- формулировка выводов;
- оформление работы.

**Примерный перечень средств и инструментов для выполнения задания**

- Слоистый объёмный материал (подбор в рамках решения кейса);
- клейкая лента, ПАВ;
- УЗ-ванна;
- электрическая плитка;
- программное обеспечение – текстовый и графический редактор.

**Требования к представлению решения кейса**

Командное решение кейса представляет собой описание методики исследования, результатов эксперимента и их анализа в формате PDF. Объем основного текста не более 30 страниц формата А4, включая рисунки, без учета приложения.

Принимается только машинописный вариант текста. Рекомендуется использование шрифтов Calibri или Times New Roman 12-го кегля с интервалом 1,5. Рекомендуемые отступы от левого края 3 см; правый, верхний и нижний – 2 см. Выравнивание текста по ширине.

Титульный лист должен содержать следующие атрибуты: название кейса, сведения об авторах (фамилия, имя, отчество, образовательная организация, класс), название профиля олимпиады.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Технологический сектор  
Практика «Технология материалов»  
Командный кейс №4 «Эксфолиация 2D - материала»**

---

### **Структура и содержание работы**

Работа должна содержать следующие разделы:

- обзор литературы;
- цель и задачи;
- материалы и методы;
- результаты и обсуждение;
- выводы;
- список литературы.

**Раздел «Обзор литературы» включает в себя:**

- 1 Анализ литературных данных по 2D-материалам.
2. Результаты изучения способов получения 2D-материала.
3. Методы эксфолиации.

**Раздел «Цели и задачи» включает в себя** цель кейса и самостоятельно сформулированные задачи.

**Раздел «Материалы и методы» включает в себя:**

1. Перечень используемых приборов и материалов;
2. Характеристику выбранного материала с 2D-структурой;
3. Описание методики эксфолиации материала;
4. Обоснование выбранного варианта решения (эффективность, точность, простота, наглядность, практическая значимость и т. д.).

**Раздел «Результаты и обсуждение»** содержит полученные в ходе работы результаты, их обработку и обсуждение в контексте известных теорий. Объемные таблицы и графики можно вынести в приложение. Рекомендуется следующая структура:

1. Полученные в ходе работы результаты (экспериментальные данные).
2. Обработка экспериментальных данных.
3. Обсуждение(объяснение) полученных результатов.

**В разделе «Оценка практического применения результата»** приводятся рекомендации по практическому использованию полученных частиц материала в реальных секторах экономики (зачем получать такой материал?)

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Технологический сектор  
Практика «Технология материалов»  
Командный кейс №4 «Эксфолиация 2D - материала»**

---

**В разделе «Выводы»** кратко и четко формулируются выводы и результаты, полученные авторами на этапе 3 с указанием:

1. Движущей силы процесса эксфолиации.
2. Физических явлений, протекающих в процессе эксфолиации.
3. Химических реакций, протекающих в процессе эксфолиации.
4. Приведены заключения по влиянию параметров эксперимента (например частота ультразвука, концентрация ПАВ, размер исходного материала, сила химической связи в образце) на эффективность разделения материала.

**В список литературы** заносятся использованные авторами источники.

Кроме того, работа может содержать приложения с иллюстративным материалом (рисунки, схемы, таблицы, фотографии и т. п.). На каждое приложение должна быть дана ссылка в тексте работы. При этом 70 процентов объема работы должно относиться к экспериментальным результатам.