

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Технологический сектор
Практика «Технология материалов»
Командный кейс №1 «Создание биорезорбируемого пористого материала для
регенерации кости и замещения костных дефектов челюсти»**

Актуальность

В последнее время в области биомедицинской инженерии активно ведутся исследования возможности создания инновационных материалов для регенерации костной ткани. В челюстно-лицевой хирургии часто возникают случаи необходимости восстановления утраченной или поврежденной костной ткани из-за травм (например, переломы челюсти), онкологических заболеваний, инфекций и врожденных аномалий. Традиционные методы лечения, такие как использование металлических имплантатов или ауто- и ксенотрансплантатов, имеют свои ограничения, включая риск отторжения, инфекции и необходимость повторных операций. В таком случае использование биорезорбируемых материалов (материалов, которые постепенно рассасываются в организме, не оставляя после себя инородных тел) представляет собой более перспективный подход.

В области регенеративной медицины и костной инженерии в основном используются два типа биорезорбируемых материалов: металлические и полимерные. Данная работа посвящена разработке пористого биоматериала из биорезорбируемого полимера, способного регенерировать костные дефекты в челюстно-лицевой области и замещать их. Биорезорбируемые полимерные материалы могут быть использованы для создания имплантатов, которые заменяют утраченные участки костей, обеспечивая необходимую механическую поддержку в процессе заживления. Пористая структура полимерных материалов способствует интеграции с окружающими тканями и создает оптимальные условия для роста клеток. Это позволяет организму самостоятельно восстановить свою структуру, что особенно важно в области челюстно-лицевой хирургии, где эстетические и функциональные результаты имеют первостепенное значение. Цель работы – создание материала, имитирующего структуру костной ткани с оптимальными свойствами для стимулирования регенерации костной ткани.

Ваша задача состоит в том, чтобы разработать материал для замещения дефектов челюсти и регенерации кости, который будет обладать следующими свойствами:

- биосовместимость: материал должен быть совместим с тканями организма и не вызывать иммунной реакции;
- биоразлагаемость: материал должен разлагаться в организме с течением времени, обеспечивая постепенную замену дефектной кости новой;
- механическая прочность: материал должен быть достаточно прочным, чтобы выдерживать нагрузки, возникающие в процессе заживления;
- пористость: пористая структура материала должна обеспечить проникновение клеток и питательных веществ, необходимых для регенерации костной ткани.

Для этого вам предстоит ознакомиться с наиболее часто используемыми биорезорбируемыми полимерами в костной инженерии и выбрать один из полимеров, обосновав свой выбор; ознакомиться со способами создания пористости в изделиях из

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Технологический сектор

Практика «Технология материалов»

Командный кейс №1 «Создание биорезорбируемого пористого материала для регенерации кости и замещения костных дефектов челюсти»

таких материалов; подобрать необходимый размер пор и пористость материала, а также предложить план изготовления и контроля образцов из выбранного полимера с требуемой пористостью методом литья из растворителя и выщелачивания частиц. После успешной подготовки плана необходимо будет провести изготовление образцов пористого материала и провести контроль параметров пористости с помощью гидростатического взвешивания и оптической микроскопии.

Результаты работы будут иметь практическую ценность для создания новых материалов для регенеративной медицины, способных эффективно решать проблемы лечения костных дефектов.

Этапы работы над кейсом

- Обзор литературы по полимерам для костной инженерии для выявления наиболее часто используемых полимеров (минимум двух) и проведение сравнительного анализа этих полимеров. Обзор литературы по структуре костей челюсти, выбор одного полимера и обоснование выбора.
- Описание сущности метода литья из растворителя с дальнейшим выщелачиванием частиц для создания пористой структуры полимерных материалов. Обзор литературы по используемым порогенам (частицам для выщелачивания) для создания пористости в полимерных материалах, выбор порогена. Обзор литературы по структуре костей челюсти, выбор размера пор и объемной пористости биорезорбируемого полимерного материала для замещения костного дефекта и регенерации кости.
- Подготовка плана эксперимента по изготовлению образцов из биорезорбируемого материала с пористой структурой методом литья из растворителя и выщелачивания частиц. Подготовка плана контроля пористости образцов. Выбор реагентов, расчет необходимого количества реагентов и концентраций.
- Реализация эксперимента и изготовление образцов. Контроль образцов и обсчет экспериментальных данных* (произвести расчет пористости по полученным экспериментальным данным показания весов при гидростатическом взвешивании, а также размера пор по фотографии с оптической микроскопии с помощью программ обработки изображений, например, ImageJ).

*для выполнения этапа требуется работа в лаборатории

- Формулирование выводов и предложений (сравнить измеренные параметры пористости полученных образцов с теоретическими значениями; описать причину расхождения экспериментальных данных с теоретическими (при наличии расхождения); предложить пути устранения данного расхождения).

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Технологический сектор
Практика «Технология материалов»
Командный кейс №1 «Создание биорезорбируемого пористого материала для
регенерации кости и замещения костных дефектов челюсти»**

Примерный перечень средств и инструментов для выполнения задания

- Набор лабораторной посуды (химические стаканы, чашки Петри) и вспомогательных средств для работы в лаборатории (магнитный якорь, сито);
- химический вытяжной шкаф;
- средства индивидуальной защиты (халат, перчатки);
- набор реагентов (полимер, порожен и растворителей);
- магнитная мешалка;
- лабораторные весы;
- оптический микроскоп;
- компьютер с установленными программами для анализа изображений, например, ImageJ.

Требования к представлению решения кейса

Решение кейса представляет собой обзор существующих полимерных биорезорбируемых материалов для костной инженерии, а также их сравнительный анализ и выбор наиболее подходящих для применения в челюстно-лицевой хирургии. Ознакомление с процессом изготовления образцов и методом выщелачивания частиц для создания пористой структуры. Представление плана изготовления и контроля образцов, результатов теоретического и экспериментального исследований и их анализа в формате PDF. Объем основного текста – не более 20 страниц формата А4, включая рисунки, без учета приложения. При этом 70% объема работы должно относиться к экспериментальным результатам.

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 №1 «Создание биорезорбируемого пористого материала для
регенерации кости и замещения костных дефектов челюсти»**

Структура и содержание работы

Работа должна содержать следующие разделы:

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

1. Раздел «Обзор литературы» включает в себя:

- 1.1 Освещение проблемы, обозначенной в задании кейса, и ее актуальности.
- 1.2 Описание существующих биорезорбируемых биосовместимых полимерных материалов, применяемых для решения проблемы, обозначенной в задании кейса, их свойств и сравнительный анализ.
- 1.3 Описание метода литья из растворителя с выщелачиванием частиц для изготовления образца пористого полимерного имплантата.
- 1.4 Описание применяемых частиц для выщелачивания (порогенов) в методе литья из растворителя и их сравнительный анализ.

2. Раздел «Цели и задачи» включает в себя:

- 2.1 Определение целей, поставленных перед исполнителем работы.
- 2.2 Определение задач, решение которых необходимо для достижения поставленной цели.

3. Раздел «Материалы и методы» включает в себя:

- 3.1 Описание полимера, предложенного для решения проблемы, обозначенной в задании кейса.
- 3.2 Обоснование выбранного полимера (биосовместимость, схожесть механических характеристик с характеристиками нативной ткани (кости), достаточное время резорбции, доступность и т.д.).
- 3.3 Приведение выбранного размера и объемного содержания пор для условий, поставленных в задании кейса.
- 3.4 Обоснование выбранных частиц для выщелачивания (доступность, возможность получения нужной фракции, простота вымывания, получаемый размер пор и т.д.).

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Технологический сектор

Практика «Технология материалов»

Командный кейс №1 «Создание биорезорбируемого пористого материала для регенерации кости и замещения костных дефектов челюсти»

3.5 План эксперимента по изготовлению образцов и контролю их пористости, приведение необходимых реагентов и оборудования для изготовления и/или контроля образцов, расчет необходимого количества реагентов.

4. Раздел «Результаты и обсуждение» включает в себя:

4.1 Полученные в ходе работы результаты (экспериментальные данные).

4.2 Обработка экспериментальных данных и обсуждение полученных результатов.

4.3 Фотографии процесса изготовления образцов и их контроля (фотографии процесса изготовления полимерных образцов, фотографии частиц отсеянной фракции, фотографии отлитых образцов, фотографии с оптического микроскопа и т.д.).

5. Раздел «Выводы» включает в себя:

5.1 Приведение основных количественных данных, полученных в результате обработки экспериментальных данных.

5.2 Основные выводы в виде кратких и четких тезисов обсуждений из раздела «Результаты и обсуждение».

6. В список литературы заносятся использованные авторами источники.

Биосовместимость и биоразлагаемость материалов проверяется по литературным данным, т.к. данные свойства являются необходимым критерием первоначального выбора материала на первом этапе работы над кейсом.

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.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Технологический сектор
Практика «Технология материалов»
Командный кейс №2 «Композиты»**

Актуальность

Освоение Крайнего Севера и субарктической зоны Российской Федерации сталкивается с необходимостью масштабного строительства множества сложных инфраструктурных объектов, в т.ч. – и прежде всего – в зоне вечной мерзлоты. Доставка строительных материалов, как и само строительство, как правило, возможны в короткий период относительно теплой погоды, что, естественно, затрудняет возведение даже относительно простых объектов – складов, навесов, ограждений и т.п.

Возможным решением является создание на месте типовых строительных элементов (балок, панелей, колонн, опор) из эффективного композиционного материала – пайкерита. Пайкерит известен по крайней мере с 1940-х годов и представляет композит с матрицей из льда и упрочняющей фазы из древесной (опилок, щепы, стружки) или бумажной массы. Статическая и особенно ударная прочность в несколько раз выше, чем у льда, а, кроме того, пайкерит тает медленнее чистого льда. Очевидно, что создание такого композита исключительно просто, так как для него могут быть использованы бросовые материалы (остатки транспортной упаковки различных товаров, хворост и т.п.), а проблемы устойчивости свай из пайкерита в вечной мерзлоте существенно меньше, чем у металлических или бетонных плит. Сваи из пайкерита вообще могут формироваться путём заливки пульпы в пробуренные скважины и не требуют сваебойных машин.

Задача исследователей состоит в создании серии пайкеритов с различным соотношением воды и опилок, а также в разработке специальных пайкеритов с дополнительной связующей добавкой (пенька, хлопковые волокна, ветошь, бинт и т.п.). Также необходимо выбрать тип и оборудование для механических испытаний образцов пайкерита и провести такие испытания для нахождения оптимального состава обычного и/или специального пайкерита.

Для успешного выполнения задачи вам необходимо собрать из открытых источников информацию о пайкерите, его свойствах, подходах к его получению, о влиянии специальных добавок на его свойства. На основании анализа определить оптимальный способ ваших действий:

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Технологический сектор
Практика «Технология материалов»
Командный кейс №2 «Композиты»**

- каким образом добиться однородности пульпы (древесно-водяной смеси) – выбрать способы и простые устройства для смешения и формования пульпы, определить промежуточные или дополнительные операции по замораживанию пульпы;
- какие механические свойства требуются в строительных конструкциях, и как их определяют – определить виды механических испытаний;
- какие испытательные установки (машины) могут быть предложены / использованы для механических испытаний пайкерита – найти простейшие испытательные машины;
- как должны быть устроены образцы для механических испытаний – выбрать форму и размер;
- как сформировать образец – разработать форму, найти способ её производства, определить все операции по созданию формы;
- какие процессы происходят при разрушении пайкерита, как выглядит поверхность разрушения пайкерита – выбрать способ изучения поверхности разрушения;
- какие специальные добавки применяют для улучшения свойств пайкерита и почему – выбрать конкретные добавки;
- каким образом можно осуществить 3D-моделирование или построение цифровой модели при конструировании формы для образцов (например, Fusion360, Компас-3D, Blender, SolidWorks);
- как выбрать метод для быстрого и простого создания формы для образцов - с удовлетворительным качеством поверхности для лёгкого извлечения образцов.

Этапы работы над кейсом

- Анализ литературы по теме композитов, пайкерита и механических испытаний;
- Конструирование формы для образцов и её получение путем клейки, механической сборки, лепки, литья или 3D-печати;
 - Изготовление образцов;
 - Механические испытания образцов;
 - Изучение поверхности разрушения;
 - Анализ, систематизация и обсуждение результатов;
 - Написание отчёта, формулировка выводов и предложений.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Технологический сектор
Практика «Технология материалов»
Командный кейс №2 «Композиты»**

Примерный перечень средств и инструментов для выполнения задания

- Компьютер с установленными программами на выбор: Fusion360, Компас-3D, Blender, SolidWorks;
- филамент ПЛА и 3D-принтер;
- опилки древесные хвойные, стружка сосны (наполнитель в клетку для хомяков), вода деионизованная;
- миксер ручной, одноразовая посуда;
- холодильник или морозильный ларь (-18 С);
- ручной гидравлический пресс;
- прибор испытания покрытий на удар;
- увеличительное стекло;
- оптический микроскоп;
- цифровая фотокамера.

Требования к представлению решения кейса

Командное решение кейса представляет собой описание методики исследования, результатов экспериментального исследований 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 №2 «Композиты»**

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:

- Освещение проблемы, обозначенной в задании кейса, и ее актуальности.
- Описание существующих примеров применения пайкеритов, уровня механических свойств, сравнительный анализ различных пайкеритов.
- Описание методов механических испытаний, типа образцов и способов изготовления образцов пайкеритов для испытаний.
- Описание применяемых модификаторов пайкеритов и их сравнительный анализ.

Раздел **«Цели и задачи»** включает в себя определение целей и задач, поставленных перед исполнителем работы.

Раздел **«Материалы и методы»** включает в себя характеристику методов решения проблемы, сравнение известных автору существующих и предлагаемых методов решения, обоснование выбранного варианта решения (эффективность, точность, простота, наглядность, практическая значимость и т. д.).

- Описание пайкеритов, создаваемых для решения задач кейса.
- Обоснование выбранных объемных долей и типа древесного наполнителя (вид древесины, форма частиц, размер частиц, разнообразие фракций, доступность и т.д.).
- Обоснование выбранных объемных долей и типов модификаторов и специальных наполнителей (органические клеи, неорганические электролиты, сетки, ткани), расчет необходимого количества модификаторов.
- Обоснование выбранного способа соединения воды и наполнителей (предварительное набухание, перемешивание, выкладка, финальная заливка).
- План эксперимента по изготовлению образцов и контролю их внешнего вида, механических свойств, вида излома.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Технологический сектор
Практика «Технология материалов»
Командный кейс №2 «Композиты»**

Раздел **«Результаты и обсуждение»** содержит полученные в ходе работы результаты (значение усилий и степени деформации при механических испытаниях, фотографии и описание характера поверхности разрушения, влияние добавок на эти параметры), их обработку и обсуждение в контексте известных теорий. Фотографии образцов до и после испытаний. Объемные таблицы и графики (в т.ч. чертеж или цифровая модель формы для образцов) можно вынести в приложение.

В разделе **«Выводы»** кратко и четко формулируются выводы и основные полезные практические результаты, полученные авторами, а именно:

вывод о существенном росте механических свойств (от ... до ...) в сравнении с чистым льдом,

вывод о наличии оптимального значения объемной доли древесного наполнителя (указать значение оптимальной объемной доли),

выводы о влиянии и направлении влияния (повышает или понижает) типа древесного наполнителя и модификаторов на механические свойства,

вывод об изменении характера разрушения пайкерита в сравнении с чистым льдом.

В список литературы заносятся использованные авторами источники.

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

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Технологический сектор
Практика «Технология материалов»
Командный кейс №3 «Синтез гидрогелей на основе природных материалов»**

Актуальность

Гидрогелированные материалы достаточно давно нашли свое применение в различных областях науки и технологий. За счет своей способности удерживать воду подобные материалы используются в сельском хозяйстве, например, для выращивания саженцев и микрозелени; в биомедицине – для производства контактных линз при коррекции зрения; в производстве раневых покрытий и различных тканеинженерных конструкциях; в нейрохирургии; при различных сердечно-сосудистых патологиях и для целенаправленной доставки фармакологических препаратов.

Исследования по разработке новых гидрогелированных материалов, обладающих улучшенной структурой и определенными функциональными свойствами, ведутся учеными по всему миру. Основными параметрами, предъявляемыми к гидрогелированным материалам, являются биodeградируемость (изменение физических и химических свойств под воздействием биологической среды) и биосовместимость (способность материала выполнять свои функции и не вызывать существенных негативных реакций в организме). Для синтеза гидрогелей используются физические и химические методы сшивания, с помощью которых и задаются определенные свойства гидрогелированных материалов.

К природным материалам для изготовления гидрогелей относят коллаген, эластин, желатин, хитозан, декстран, крахмал, целлюлозу, альгинат, гиалуроновую кислоту, фиброин шелка, гликозаминогликаны.

Перед вами стоит задача получения гидрогеля на основе природного материала. Для этого вам необходимо выбрать один из природных материалов, на основе которого будет синтезирован гидрогель, подобрать методику синтеза на основе анализа литературных данных и провести необходимые количественные расчеты. Гидрогель должен быть нетоксичным, биосовместимым и хорошо адсорбировать воду (вследствие чего должен набухать). Продукт необходимо получить в сухом виде. В зависимости от специфики назначения предложить свои параметры контроля качества гидрогеля и методики их оценивания.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Технологический сектор
Практика «Технология материалов»
Командный кейс №3 «Синтез гидрогелей на основе природных материалов»**

Этапы работы над кейсом

- проанализировать литературы по теме получения гидрогелей на основе природных материалов;
- выбрать природный материал, из которого будет изготовлен гидрогель;
- подобрать методику синтеза, вспомогательные материалы и лабораторную посуду, а также провести необходимые количественные расчеты;
- изготовить экспериментальные образцы гидрогеля;
- исследовать физико-механические (например, исследование структуры на однородность, пористость и другие показатели; испытания на растяжение/сжатие, изучение адсорбции воды), биологические (например, фито- или цитотоксичность (оценить рост колоний различных организмов на гидрогеле или же эффективность всхожести семян различных культур)) и химические (например, взаимодействие с различными средами, разлагаемость или растворимость в них) свойства полученного гидрогеля, исходя из доступного лабораторного оснащения (на выбор), и подтвердить, что полученный гидрогель является нетоксичным, биосовместимым и эффективным адсорбентом воды;
- сформулировать выводы и рекомендации по применению полученного гидрогеля.

Примерный перечень средств и инструментов для выполнения задания

- природный материал для синтеза гидрогеля;
- термостат или водяная баня;
- химические реактивы (в зависимости от выбранного материала и методики);
- верхнеприводная мешалка (или другая автоматическая система перемешивания);
- лабораторные термометры;
- лабораторная посуда;
- лабораторные весы;

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Технологический сектор
Практика «Технология материалов»
Командный кейс №3 «Синтез гидрогелей на основе природных материалов»**

- учебно-лабораторное оборудование для исследования на растяжение/сжатие (при наличии);
- песчаная баня или нагревательная платформа;
- микроскоп;
- Чашки Петри;
- штамм бактерии *Azotobacter chroococcum* (биологический стимулятор роста), *Azotobacter vinelandii* (АЗОЛЕН) или свой вариант для биологических исследований;
- семена растений (для оценки фитотоксичности);
- грунт и ёмкости для проращивания;
- химические реагенты для исследования химических свойств материала.

Требования к представлению решения кейса

Командное решение кейса представляет собой описание методики исследования, результатов экспериментального исследований 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 №3 «Синтез гидрогелей на основе природных материалов»**

Структура и содержание работы

Работа должна содержать следующие разделы:

- Обзор литературы;
- Цель и задачи;
- Материалы и методы;
- Результаты и обсуждение;
- Выводы;
- Список литературы.

1. Раздел «Обзор литературы» включает в себя:

- 1.1 Описание проблемы, обозначенной в задании кейса и ее актуальности.
- 1.2 Описание существующих гидрогелевых материалов, а также описание материалов, из которых их получают.
- 1.3 Описание существующих методик получения гидрогелевых материалов.
- 1.4 Сравнение функциональных свойств гидрогелевых материалов на различной основе.

2. Раздел «Цели и задачи» включает в себя:

- 2.1 Определение цели, поставленной перед исполнителем работы.
- 2.2 Определение задач, необходимых для достижения поставленных цели.

3. Раздел «Материалы и методы» включает в себя:

- 3.1 Характеристику существующих методов синтеза.
- 3.2 Сравнение известных автору существующих и предлагаемых методов решения.
- 3.3 Обоснование выбранного варианта решения (эффективность, точность, простота, наглядность, практическая значимость и т.д.) и возможная модернизация выбранного метода.
- 3.4 Указание параметров, инструментария и методов исследования полученных экспериментальных образцов гидрогеля.

4. Раздел «Результаты и обсуждение» содержит:

- 4.1 Полученные в ходе работы результаты.
- 4.2 Их обработку и обсуждение в контексте известных данных.
- 4.3 Фотографии процесса изготовления образцов гидрогелевых материалов и их испытаний. Объемные таблицы и графики можно вынести в приложение.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Технологический сектор
Практика «Технология материалов»
Командный кейс №3 «Синтез гидрогелей на основе природных материалов»**

5. В разделе «Выводы» кратко и четко формулируются выводы и результаты, полученные в ходе проведения эксперимента: какие материалы были получены и как проявили себя в различных испытаниях.

6. В список литературы заносятся использованные авторами источники.

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

**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.