

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Научно-технологический профиль
Командный кейс «Прочный эlevator»**

Актуальность

Хранение зерновых культур является одной из важнейших задач сельского хозяйства. Традиционно для хранения больших партий зерна используют эlevator. При проектировании зернохранилищ важно учитывать физические особенности сыпучих материалов, поскольку ошибки в расчётах прочностных характеристик, или несоблюдение правил эксплуатации могут привести к трагическим разрушениям. Например, ввиду вышесказанного, для ряда задач, связанных с сыпучими материалами, необходим поиск новых способов решения.

При проектировании таких хранилищ важно провести исследования: определить общее давление на дно цилиндра-элеватора в зависимости от полной массы сыпучего материала, помещённого в объём элеватора (построить модель).

Рекомендации при построении модели

В упрощённой форме эlevator можно представить в виде большого цилиндра, вмещающего от 15 до 150 тонн зерна. Физико-технические и прочностные характеристики элеватора некорректно моделировать и рассчитывать, используя гидродинамические модели. Сыпучие материалы, к которым можно отнести зерновые культуры, песок и т. д., во многом проявляют свойства жидкостей, однако таковыми не являются.

Постройте и проанализируйте модель. Как распределяется вес каждой крупинки в объёме элеватора? Какие параметры наиболее существенно могут влиять на надёжность зернохранилища? Предложите идеи, аргументируйте их схемами, расчётами и т. п. В зависимости от полученных результатов

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Научно-технологический профиль
Командный кейс «Прочный элеватор»**

предложите несколько вариантов, позволяющих повысить прочность зернохранилищ.

Этапы работы над кейсом:

- Провести литературный анализ по темам: физика сыпучих материалов; основы сопротивления материалов.
- Предложить схему экспериментального стенда, моделирующего элеватор.
- Построить экспериментальный стенд, способный имитировать физические процессы, протекающие в объёме элеватора. *Замечание: для корректной интерполяции полученных результатов рекомендуемая масса сыпучих материалов должна быть больше 2 кг.*
- Построить график зависимости общего давления на дно элеватора от полной массы сыпучего материала, помещённого в объём элеватора.
- Измерения провести, включая, но не ограничиваясь, для:
 1. песка;
 2. риса;
 3. гречневой крупы;
 4. пшена;
 5. гороха
- Оценить погрешности измерений.
- Качественно описать полученные результаты.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Научно-технологический профиль
Командный кейс «Прочный элеватор»**

- Теоретически объяснить полученные результаты.

- Предложить несколько вариантов решений, позволяющих повысить прочность зернохранилищ. Решения представить в виде чертежа, схемы. Обосновать предложенные варианты в рамках математической модели.

Примерный перечень средств и инструментов для выполнения задания:

- Сыпучий материал: песок, рис, гречневая крупа, пшено, горох

- Кухонные весы

- Картон

- Деревянные рейки для создания измерительной конструкции

- Инструменты для создания экспериментального стенда, например струбцины, саморезы, винты, пила и т. д.

- Мерный стаканчик

- Персональный компьютер с программным обеспечением для построения графиков (например, Excel, Origin, Matplotlib, Matlab, Mathematica, etc.).

Требования к представлению решения кейса:

Подаваемая от команды работа на очный финал представляет собой описание проведенного эксперимента, поставленных в его ходе задач и полученных результатов и их анализа в формате .pdf. Объём основного текста не более 14 страниц, включая рисунки, без учёта приложения.

Принимается только машинописный вариант текста. Рекомендуется пользоваться шрифтами Calibri или Times New Roman 12-го кегля, с

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Научно-технологический профиль
Командный кейс «Прочный элеватор»**

интервалом 1,5. Рекомендуемые отступы – от левого края 3 см; правый, верхний и нижний – 2 см. Выравнивание текста – по ширине.

Титульный лист содержит следующие атрибуты: название решаемой задачи, сведения об авторах (фамилия, имя, отчество, учебное заведение, класс), название олимпиады.

Структура и содержание работы

Работа должна содержать следующие разделы:

- Методика
- Результаты
- Обсуждение
- Заключение
- Список литературы

Раздел «Методика» включает в себя определение целей и задач, поставленных перед исполнителем работы, характеристику методов решения проблемы, сравнение известных автору старых и предлагаемых методов решения, обоснование выбранного варианта решения (эффективность, точность, простота, наглядность, практическая значимость и т. д.).

Раздел «Результаты» содержит полученные в ходе работы результаты. Объемные таблицы и графики можно вынести в приложение.

Раздел «Обсуждение» содержит обработку полученных результатов, их обсуждение в контексте известных теорий.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Научно-технологический профиль
Командный кейс «Прочный элеватор»**

В заключении кратко и чётко формулируются выводы и результаты, полученные авторами.

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.