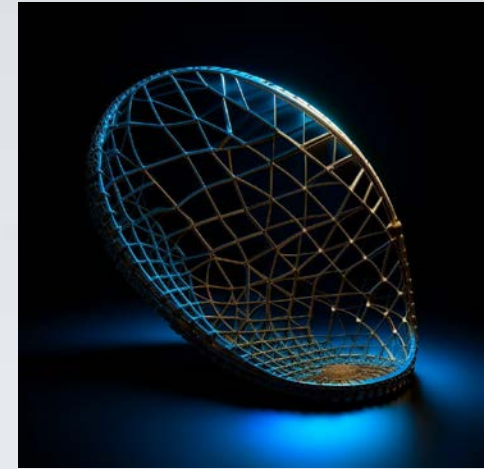
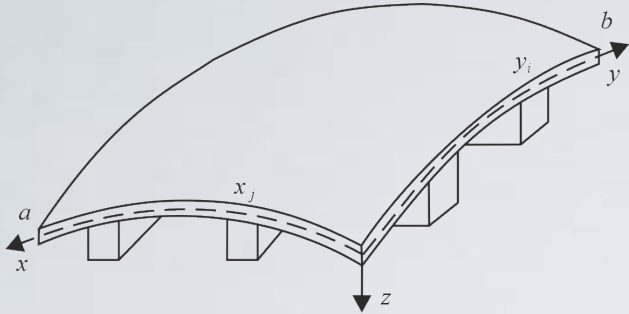


Анализ возможностей **искусственного интеллекта** на базе языковой модели в исследовании тонкостенных **оболочечных конструкций**



Згода Юрий Николаевич  
аспирант кафедры ИСТ

# Введение



## Оболочки – тонкостенные оболочечные конструкции

- Различные геометрические формы.
- Высокая прочность и жесткость.
- Распространенность во множестве отраслей
- Множество актуальных направлений исследований

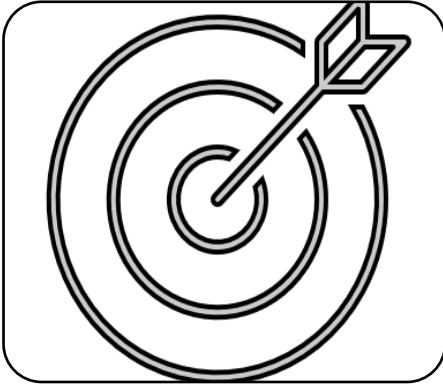
## ИИ

- Активное развитие различных языковых моделей и базирующихся на них чат-ботов
- Одно из наиболее распространенных решений: ChatGPT

## Проблематика

- Граница возможностей ChatGPT.
- Применимость ChatGPT в научных исследованиях вообще и в контексте оболочечных конструкций в частности.

# Цели и задачи



**Цель** – многофакторный анализ возможностей современного ИИ на базе языковых моделей в контексте научных исследований в области оболочек



## Задачи

- Формирование критериев оценки эффективности ChatGPT в контексте научных исследований
- Анализ результатов в соответствии с предложенными критериями
- Формирование рекомендаций по применению при проведении научных исследований

# Критерии



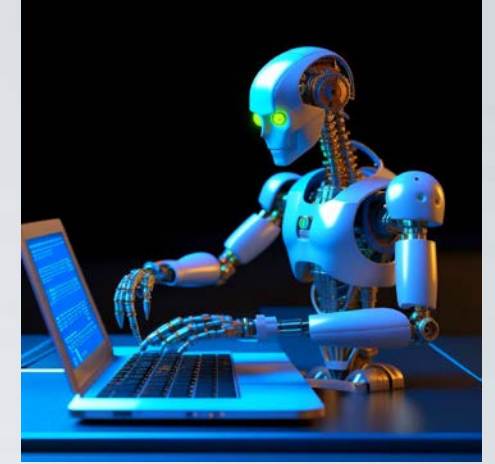
## Эффективность при поиске информации

- Способность корректно интерпретировать запросы
- Информативность результатов
- Соответствие предоставляемой информации действительности



## Навыки решения «творческих» задач

- Генерация результатов по запросам, которые невозможно полностью сформировать опираясь на энциклопедические знания
- Примеры:
  - Предложить дизайн пользовательского интерфейса
  - Провести сравнение различных методов моделирования



## Навыки программирования

- Синтаксическая корректность генерируемого программного кода
- Соответствие сгенерированной программы поставленной задаче
- Возможность комментирования конкретных элементов программы

# Первый запрос

1. Определение темы и цели исследования.
2. Обзор литературы.
3. Составление исследовательского плана.
4. Получение доступа к вычислительным ресурсам.
5. Сбор данных и создание моделей.
6. Выполнение вычислительных экспериментов.
7. Анализ и интерпретация данных.
8. Написание научной статьи.
9. Проведение защиты и публикация результатов.
10. Постоянное обновление и развитие
11. Не забывайте консультироваться с вашими научными руководителями и коллегами по пути к успешному завершению вашего исследования.

## Выводы:

1. Большая часть пунктов соответствует действительности.
2. Некоторые пункты неправильно сформулированы (возможно, проблема перевода на русский язык).
3. Некоторые пункты являются оригинальными и не входят в стандартную схему научного исследования.

Оценка: 4/5.



Я хотел бы провести научное исследование в области высокопроизводительного компьютерного моделирования оболочечных конструкций.

Какие шаги я должен выполнить для этого?



Для проведения научного исследования в области высокопроизводительного компьютерного моделирования оболочечных конструкций, вам следует выполнить следующие шаги:

1. Определение темы и цели исследования: Разработайте четкую формулировку вашей исследовательской задачи и определите, какие результаты вы хотите достичь.
2. Обзор литературы: Изучите существующие научные статьи, книги и работы, связанные с вашей темой. Это поможет вам понять текущее состояние области и определить области, требующие дополнительного исследования.
3. Составление исследовательского плана: Создайте подробный план, описывающий этапы и методологию вашего исследования. Укажите, какие инструменты и программное обеспечение вы планируете использовать для компьютерного моделирования.
4. Получение доступа к вычислительным ресурсам: Удостоверьтесь, что у вас есть доступ к достаточному вычислительному оборудованию и программному обеспечению для проведения моделирования. Это может включать в себя суперкомпьютеры, кластеры или облачные ресурсы.
5. Сбор данных и создание моделей: Соберите необходимые данные и разработайте математические модели для ваших оболочечных конструкций.
6. Выполнение вычислительных экспериментов: Запустите моделирование и проведите вычислительные эксперименты, собирая результаты.
7. Анализ и интерпретация данных: Оцените полученные результаты, проведите статистический анализ, исследуйте связи между переменными и сделайте выводы.
8. Написание научной статьи: Напишите статью, в которой представите ваши исследовательские результаты и выводы. Подготовьтесь к ее публикации в научном журнале.
9. Проведение защиты и публикация результатов: Защитите свою диссертацию или исследовательский проект и опубликуйте результаты исследования, чтобы делиться ими с научным сообществом.
10. Постоянное обновление и развитие: Исследования в области высокопроизводительного моделирования постоянно развиваются, поэтому важно следить за новыми тенденциями и улучшать свои навыки.

Не забывайте консультироваться с вашими научными руководителями и коллегами по пути к успешному завершению вашего исследования.

# Выбор темы исследования

1. Оптимизация дизайна оболочек
2. Анализ поведения при различных нагрузках
3. Моделирование композитных материалов
4. Функциональные оболочки: пьезоэлектрические, магнитные или термоэлектрические свойства для применения в сенсорах, актуаторах и других технических системах.

## **5. Методы моделирования и вычислительные методы** (тематика текущего исследования)

6. Многомасштабное моделирование?
7. Биоинспирированные оболочки
8. Устойчивость и долговечность – вытекает из предыдущих пунктов

### **Выводы:**

1. В целом, результаты соответствуют литературному обзору современных исследований в области оболочек.
  2. Некоторые термины были «придуманы» ботом.
- Оценка: 4/5.



Расскажи подробнее о возможных темах исследования.



Естественно! В области высокопроизводительного компьютерного моделирования оболочечных конструкций существует множество интересных и актуальных тем исследования. Вот несколько возможных направлений:

1. **Оптимизация дизайна оболочек:** Исследование оптимальных форм и структур оболочек с использованием моделирования для достижения лучших характеристик, таких как прочность, жесткость и минимизация массы.
2. **Анализ поведения при различных нагрузках:** Изучение реакции оболочечных конструкций на различные виды нагрузок, включая механические, термические и динамические, с целью оптимизации их производительности.
3. **Материалы и композиты:** Исследование свойств и поведения композитных материалов, используемых в оболочечных конструкциях, с учетом их механических и тепловых характеристик.
4. **Функциональные оболочки:** Разработка оболочек с функциональными свойствами, такими как пьезоэлектрические, магнитные или термоэлектрические свойства для применения в сенсорах, актуаторах и других технических системах.
5. **Методы моделирования и вычислительные методы:** Разработка новых вычислительных методов и алгоритмов для более точного и эффективного моделирования оболочечных структур.
6. **Многомасштабное моделирование:** Исследование подходов, позволяющих объединить моделирование на разных масштабах для более полного понимания поведения оболочек.
7. **Биоинспирированные оболочки:** Анализ и моделирование оболочек, вдохновленных природными образцами, такими как скорлупы моллюсков или биологические оболочки, для разработки новых материалов и дизайнов.
8. **Устойчивость и долговечность:** Исследование устойчивости оболочек и прогнозирование их долговечности при различных условиях эксплуатации.

Выбор конкретной темы зависит от ваших интересов и целей исследования. Важно также учитывать актуальность и практическое применение выбранной темы в инженерной или научной области.

# Новые методы и алгоритмы

1. Метод конечных элементов.
2. Моделирование с учетом различных физических явлений (тепла, электромагнетизма и т.д.)
3. Моделирование поведения материалов
4. Адаптивные методы сетки (обычно в русскоязычной литературе говорят о **сеточных методах**).
5. Сокращение вычислительной сложности, в том числе снижение размерности или использование GPU.
6. Учет случайных факторов и несовершенств.
7. Разработка оригинальных методов оптимизации.
8. Симуляция повреждений и разрушения.
9. Моделирование взаимодействий между оболочками и другими компонентами системы.

## Выводы:

1. Неточное понимание «метода». В контексте вопроса имелись ввиду численные методы, вместо этого ИИ вернулся к теме исследования.
  2. Некоторые термины были неправильно переведены.
  3. Некоторые варианты некорректно сформулированы.
- Оценка: 3/5.



Разработка новых методов и алгоритмов: какие возможны варианты?



Разработка новых методов и алгоритмов для моделирования оболочечных конструкций является важной областью исследования. Вот несколько возможных вариантов и направлений в этой области:

1. **Методы конечных элементов (МКЭ) с высокой точностью:** Разработка усовершенствованных методов МКЭ, которые обеспечивают более точные результаты для оболочечных структур, включая учет нелинейных деформаций и больших деформаций.
2. **Мультифизическое моделирование:** Создание алгоритмов, позволяющих интегрировать разные физические явления, такие как механика, термодинамика и электромагнетизм, в моделях оболочечных конструкций.
3. **Моделирование поведения материалов:** Разработка методов для более точного моделирования поведения композитных и анизотропных материалов, которые часто используются в оболочках.
4. **Адаптивные методы сетки:** Создание алгоритмов, которые могут автоматически адаптировать сетку для более эффективного и точного моделирования при больших деформациях или неоднородных нагрузках.
5. **Исследование методов сокращения вычислительной сложности:** Разработка методов для ускорения вычислений в высокопроизводительных моделях, таких как методы снижения размерности или использование GPU.
6. **Моделирование неопределенности и стохастические методы:** Разработка алгоритмов, позволяющих учитывать случайные факторы и неопределенность в моделях оболочечных конструкций.
7. **Оптимизационные алгоритмы:** Создание методов оптимизации для нахождения оптимальных конфигураций оболочек с заданными целями и ограничениями.
8. **Симуляция повреждений и разрушения:** Разработка методов для моделирования повреждений, трещин и разрушения в оболочечных структурах с целью оценки их надежности и долговечности.
9. **Моделирование взаимодействий между оболочками и другими компонентами системы:** Разработка методов, позволяющих учитывать взаимодействие оболочек с другими элементами системы, такими как соединения или подложки.

Выбор конкретного направления зависит от ваших интересов, доступных ресурсов и актуальности проблемы. Важно также обращать внимание на потенциальные применения разработанных методов в инженерной практике.

# Широта кругозора

1. Метод конечных разностей.
2. Метод конечных объемов.
3. Метод граничных элементов.
4. Метод сеточных характеристик.
5. Методы сглаживания и регуляризации? Применимо к результатам моделирования, не является методом моделирования.
6. Методы решения задач оптимизации
7. Методы решения уравнений состояния материалов? Переход от оболочек к материалам.

## Выводы:

1. Неточное понимание запроса.
  2. Проблемы с переводом.
- Оценка: 3.5/5.



Какие численные методы помимо МКЭ применимы в рамках данной задачи?



В рамках исследования оболочечных конструкций помимо методов конечных элементов (МКЭ) существует ряд других численных методов, которые могут быть применимы в зависимости от конкретных характеристик задачи. Вот некоторые из них:

1. **Метод конечных разностей (МКР):** Этот метод разделяет область на сетку узлов и аппроксимирует дифференциальные уравнения разностными уравнениями. МКР часто используется для решения задачи о распределении тепла и массопереносе.
2. **Метод конечных объемов (МКО):** МКО также основан на разбиении области на ячейки, но уравнения баланса массы и энергии решаются на основе интегралов вдоль границ ячеек. Этот метод хорошо подходит для моделирования транспортных процессов.
3. **Метод граничных элементов (МГЭ):** В МГЭ уравнения решаются на границе области, а не внутри нее. Этот метод часто применяется для акустического и электростатического моделирования.
4. **Метод сеточных характеристик (МСХ):** Этот метод используется для численного решения гиперболических уравнений и хорошо подходит для моделирования динамических процессов, таких как волновые явления.
5. **Методы сглаживания и регуляризации:** Эти методы могут быть применены для сглаживания резких перепадов в решении или уменьшения численной осцилляции.
6. **Методы решения задач оптимизации:** В контексте оптимизации дизайна оболочек, такие как генетические алгоритмы, алгоритмы роя частиц и методы симуляции отжига могут быть использованы для нахождения оптимальных конфигураций.
7. **Методы решения уравнений состояния материалов:** Для более точного моделирования поведения материалов, такие как уравнения состояния, могут быть использованы численные методы.

Выбор конкретного численного метода зависит от характера вашей задачи, доступных ресурсов и вашего опыта в его применении. Часто исследователи комбинируют различные методы для более полного понимания и моделирования поведения оболочек.



# Широта кругозора (продолжение)



Конечно, вот несколько менее распространенных, но перспективных методов моделирования оболочек:

1. **Метод сеточных баллонов (Meshless Methods):** Эти методы, такие как метод сеточных баллонов (SPH), позволяют моделировать оболочечные структуры без использования фиксированных сеток. Они хорошо подходят для задач с большими деформациями и сложными геометриями.
2. **Методы симуляции многих частиц (SPH, DEM):** Методы симуляции многих частиц (SPH) и методы дискретных элементов (DEM) позволяют моделировать поведение материалов на уровне индивидуальных частиц или элементов, что полезно для изучения разрушения и деформаций в оболочках.
3. **Методы гомотопического моделирования (Homotopy Methods):** Эти методы используют гомотопические уравнения для решения сложных нелинейных задач. Они могут быть полезны при исследовании структур с нелинейным поведением.
4. **Методы многомасштабного моделирования (Multiscale Modeling):** Многомасштабные методы позволяют сочетать моделирование на разных масштабах, что особенно важно при анализе оболочек с множеством уровней детализации.
5. **Агентные модели (Agent-Based Models):** Эти модели представляют структуру как агентов, взаимодействующих друг с другом на основе заданных правил. Они могут использоваться для изучения динамического поведения оболочек, таких как складывание и раскладывание.
6. **Искусственные нейронные сети и машинное обучение:** Применение нейронных сетей и алгоритмов машинного обучения для анализа и моделирования поведения оболочек становится все более актуальным, особенно для задач оптимизации и управления.
7. **Квантовые методы:** В некоторых случаях, особенно при исследовании наноматериалов и наноструктурных оболочек, методы квантовой механики могут быть использованы для более точного моделирования внутренней структуры и свойств материалов.

Выбор метода зависит от специфики вашей задачи и доступных ресурсов. Многие из этих методов находят применение в академических и промышленных исследованиях, и их дальнейшее развитие может привести к новым инновациям в области моделирования оболочек.



Какие численные методы помимо МКЭ применимы в рамках данной задачи?

Искусственный интеллект и методы продолжения в рамках текущего исследования оказались крайне эффективными.

# Метод Ритца



Метод Ритца (или метод Галеркина-Ритца) может быть применен к задачам моделирования оболочечных конструкций, особенно при анализе их статического или динамического поведения. Этот метод использует вариационные принципы для приближенного решения уравнений, описывающих оболочки. Вот некоторые его преимущества и недостатки:

Преимущества метода Ритца:

1. **Гибкость в выборе базисных функций:** Метод Ритца позволяет выбирать различные базисные функции в зависимости от характера задачи. Это позволяет более точно аппроксимировать решение.
2. **Адаптивность к геометрии:** Метод Ритца может быть адаптирован к сложной геометрии оболочек, так как он не требует фиксированной сетки.
3. **Решение нелинейных задач:** Он может быть расширен для решения нелинейных задач, таких как большие деформации или контакты.
4. **Эффективность:** В некоторых случаях метод Ритца может потребовать меньшего количества вычислительных ресурсов по сравнению с более традиционными методами конечных элементов, особенно при анализе слабозадачных структур.

Недостатки метода Ритца:

1. **Точность зависит от выбора базисных функций:** Точность метода Ритца сильно зависит от выбора базисных функций, и неверный выбор может привести к неточным результатам.
2. **Не всегда применим для сложных граничных условий:** Решение задач с сложными граничными условиями или большим числом неизвестных может быть сложной задачей при использовании метода Ритца.
3. **Подходит не для всех типов задач:** Метод Ритца может быть менее подходящим для некоторых типов задач, таких как динамические или динамические-неустойчивые системы.
4. **Сходимость:** Скорость сходимости метода Ритца может быть медленной для некоторых задач, и может потребоваться большое количество базисных функций для достижения желаемой точности.

Таким образом, метод Ритца может быть полезным инструментом для моделирования оболочечных конструкций, но его применимость и эффективность зависят от конкретной задачи и тщательного выбора базисных функций.



Применим ли к данной задаче метод Ритца? Какие он имеет преимущества и недостатки?

## Выводы:

1. В целом, ответ достаточно точен.
2. Некоторые пункты выглядят надуманными.
3. Формирование аналогичного отчета путем литературного анализа потребовало нескольких часов исследования литературы.

Оценка: 4/5.

# Широта кругозора (продолжение)



Конкретные научные работы, подтверждающие преимущества метода Ритца по сравнению с методом конечных элементов (МКЭ), могут быть найдены в литературе. Однако учтите, что множество работ будет фокусироваться на конкретных приложениях и контекстах, и преимущества метода могут варьироваться. Вот некоторые исследования и обзоры, которые могут быть полезными:

1. **"The Ritz method: A review"** (Bhowmik, S., 2013): Эта статья представляет обзор метода Ритца, описывает его математические основы и преимущества в различных инженерных и научных приложениях.
2. **"Meshless methods: A review and computer implementation aspects"** (Atluri, S. N., 2002): В данной работе оцениваются преимущества методов без сетки, включая метод Ритца, в сравнении с МКЭ, и рассматриваются аспекты их реализации.
3. **"A survey of finite element and finite volume methods for the numerical simulation of incompressible flows"** (Moukalled, F., et al., 2006): Эта статья обзорно рассматривает различные численные методы для моделирования несжимаемых потоков, включая МКЭ и метод Ритца, и анализирует их преимущества и недостатки.
4. **"Comparison of meshless methods for heat conduction analysis"** (Armandeep, S., et al., 2017): В данной работе проводится сравнение методов МКЭ и методов без сетки, включая метод Ритца, для анализа теплопроводности, и оцениваются их относительные преимущества.
5. **"Application of the finite element and finite difference methods to the analysis of laminated composite and sandwich plates"** (Ramesh Babu, R., et al., 2013): В этой статье проводится сравнение методов МКЭ и методов Ритца при анализе многослойных композитных и сэндвич-панелей.

Эти работы предоставляют обзоры и сравнения методов моделирования, но для более конкретных исследований и подтверждения тезисов вам, возможно, придется провести более глубокий поиск в литературе, специфической для вашей области исследования и конкретной задачи.



Конечно, предоставлю вам информацию о некоторых статьях, связанных с методом Ритца и его преимуществами, которые были опубликованы до 2021 года. Пожалуйста, обратите внимание, что доступность статей может зависеть от вашего институционального доступа или подписки на журналы. Вот несколько статей:

1. **"Ritz method and its application for static and dynamic analysis of structures"** (Hassan, A., et al., 2020):
  - DOI: [10.1016/j.ijmecs.2020.105409](https://doi.org/10.1016/j.ijmecs.2020.105409)
  - Эта статья исследует применение метода Ритца для статического и динамического анализа структур.
2. **"Comparison of Ritz method and finite element method for vibration analysis of composite plates"** (Kokate, S. S., et al., 2019):
  - DOI: [10.1007/s40430-019-1706-7](https://doi.org/10.1007/s40430-019-1706-7)
  - В этой статье проводится сравнение метода Ритца и метода конечных элементов для анализа вибраций композитных пластин.
3. **"Numerical analysis of waveguides using the Ritz method"** (Pestana, P. E. M., et al., 2018):
  - DOI: [10.1002/nme.5796](https://doi.org/10.1002/nme.5796)
  - Статья о применении метода Ритца для численного анализа волноводов.
4. **"Analysis of plates by Ritz method with least square Polynomial using FFT"** (Jena, D., et al., 2017):
  - DOI: [10.1016/j.matpr.2017.03.332](https://doi.org/10.1016/j.matpr.2017.03.332)
  - Эта работа исследует анализ пластин с использованием метода Ритца и полиномов метода наименьших квадратов с применением быстрого преобразования Фурье (FFT).

Пожалуйста, используйте указанные DOI, чтобы получить доступ к полным текстам статей или обратитесь к вашей университетской библиотеке или доступным онлайн-ресурсам для получения этих статей.



Приведи научные работы, в которых подтверждается эти тезисы



Приношу извинения за недоразумение. Если указанные статьи не существуют, это может быть связано с тем, что я не могу предоставить актуальные и конкретные ссылки на статьи. Вместо этого, я могу предложить вам следующие рекомендации:

1. **Используйте академические поисковики:** Попробуйте использовать академические поисковые движки, такие как Google Scholar, для поиска научных статей о методе Ритца и его преимуществах. Вводите ключевые слова и фразы, связанные с вашей конкретной областью исследования.
2. **Обратитесь к университетской библиотеке:** Если у вас есть доступ к университетской библиотеке, консультанты могут помочь вам найти актуальные исследования и предоставить доступ к статьям через подписки на журналы.
3. **Свяжитесь с исследователями:** Если вы знаете экспертов в вашей области исследования, свяжитесь с ними и запросите рекомендации по статьям или исследованиям, связанным с методом Ритца.
4. **Используйте другие базы данных:** Кроме Google Scholar, попробуйте другие академические базы данных и ресурсы, такие как IEEE Xplore, ScienceDirect, ACM Digital Library и другие.

Пожалуйста, учтите, что научная литература постоянно обновляется, и статьи могут быть доступны через академические ресурсы и библиотеки.

Большая часть работ из ответа **не существует!** Они придуманы ИИ и в научных базах отсутствуют.

Вывод: все данные от ИИ подобного рода нужно проверять самостоятельно.

# Программирование

```
1 import numpy as np
2
3 # Задаем параметры модели
4 Lx = 5.0 # Длина оболочки по X
5 Ly = 2.0 # Длина оболочки по Y
6 Nx = 10 # Количество узлов по X
7 Ny = 5 # Количество узлов по Y
8 E = 2.0e7 # Модуль Юнга материала
9 t = 0.1 # Толщина оболочки
10
11 # Создаем сетку узлов
12 x_nodes = np.linspace(0, Lx, Nx)
13 y_nodes = np.linspace(0, Ly, Ny)
14
15 # Создаем матрицу с базисными функциями
16 def basis_functions(x, y, i, j):
17     return np.sin(i * np.pi * x / Lx) * np.sin(j * np.pi * y / Ly)
18
19 # Создаем систему уравнений и решаем ее
20 K = np.zeros((Nx*Ny, Nx*Ny)) # Матрица жесткости
21 F = np.zeros(Nx*Ny) # Вектор нагрузки
```



Приведи программную реализацию на Python для расчёта оболочки по методу Ритца

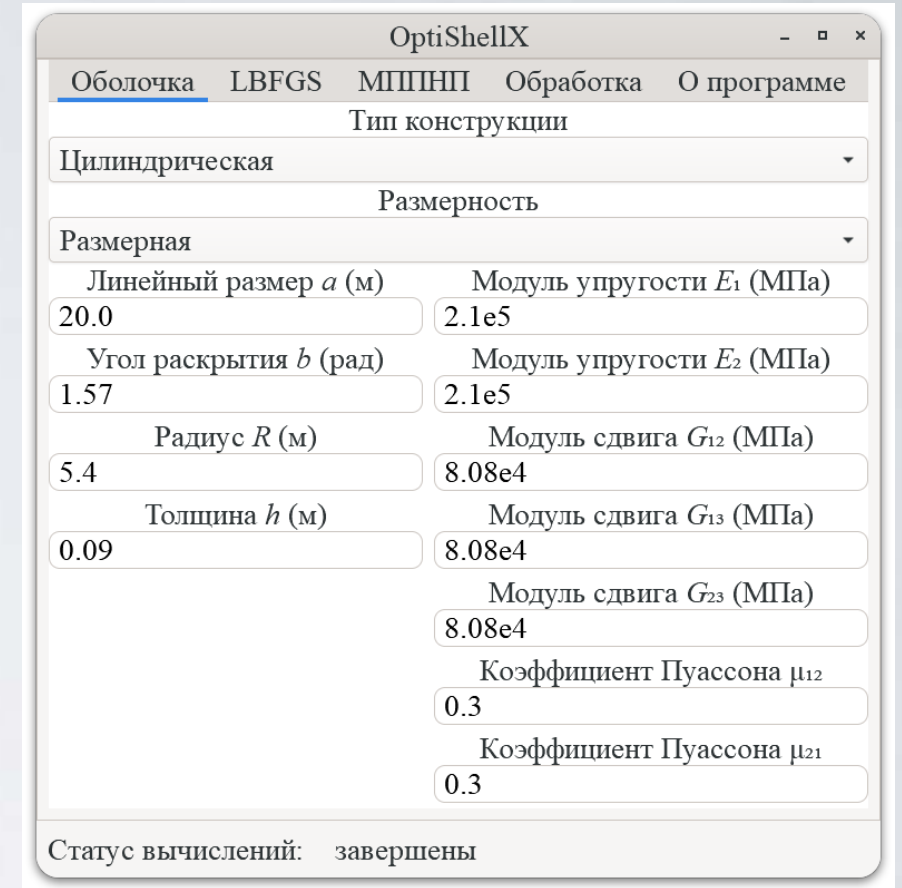
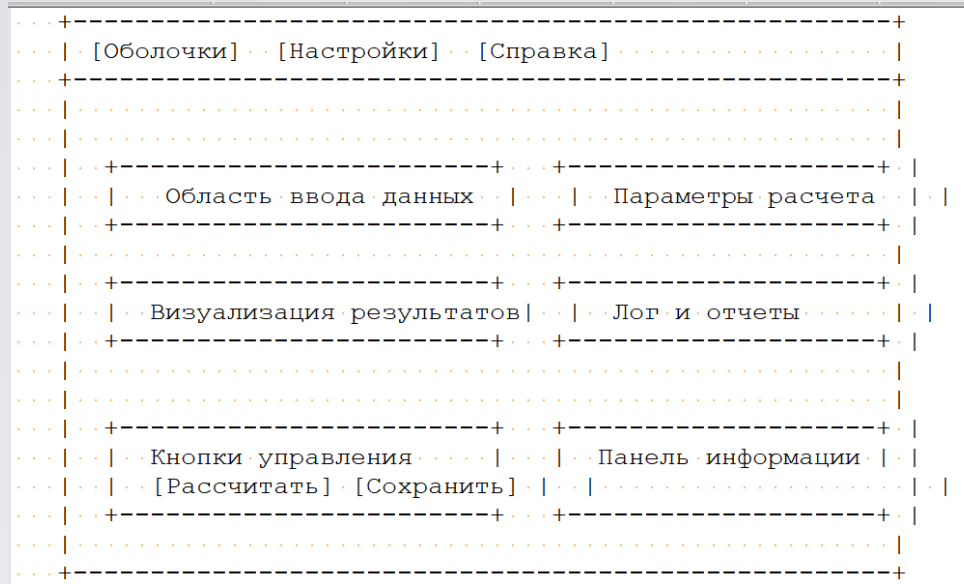
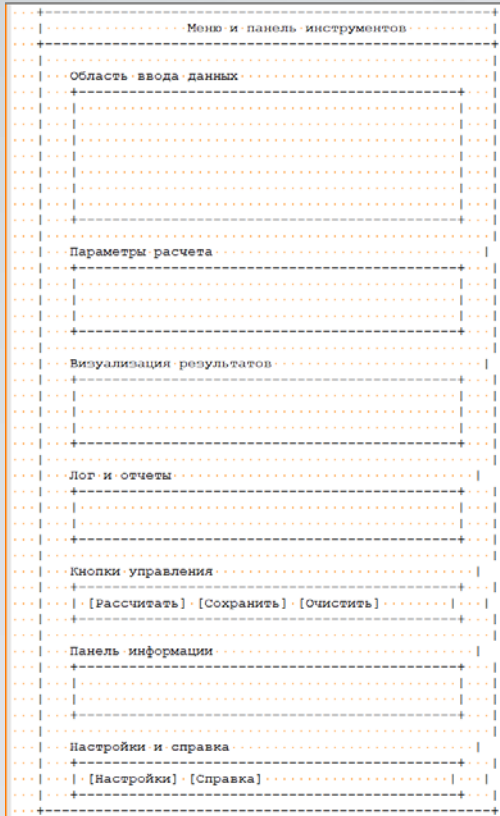
```
23 for i in range(1, Nx+1):
24     for j in range(1, Ny+1):
25         node = (i-1) * Ny + j - 1
26         F[node] = 0 # Задайте нагрузки на узлы здесь, если необходимо
27         for m in range(1, Nx+1):
28             for n in range(1, Ny+1):
29                 K[node, (m-1)*Ny + n - 1] = (E*t) * (i**2 * np.pi**2 / Lx**2 +
30                                                         j**2 * np.pi**2 / Ly**2) *
31                 np.trapz([basis_functions(x, y, i, j) *
32                           basis_functions(x, y, m, n)
33                           for x in x_nodes for y in y_nodes], dx=Lx/Nx, dy=Ly/Ny)
34             )
35
36 # Решаем систему уравнений
37 displacements = np.linalg.solve(K, F)
38
39 # Вывод результатов
40 print("Распределение деформаций и перемещений:")
41 for i in range(Nx):
42     for j in range(Ny):
43         node = i * Ny + j
44         print(f"Узел ({x_nodes[i]}, {y_nodes[j]}): Деформация = {displacements[node]:.4f}")
45
```

## Выводы:

1. Это что-то, похожее на метод конечных элементов, но точно не метод Ритца.
2. Оболочка «магическим» образом описывается двумя размерами, как будто это плита.

Оценка: 2/5.

# UI от ChatGPT



# Другие вопросы



Обобщи всю предыдущую переписку с помощью хокку



Оболочки в сети,  
Нейросеть вместо ПО,  
Удобство взгляда.

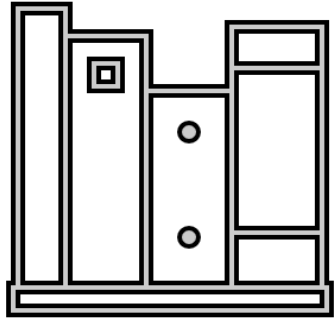


Прошу прощения за недоразумение. Вот иллюстрация хокку в ASCII-арт:



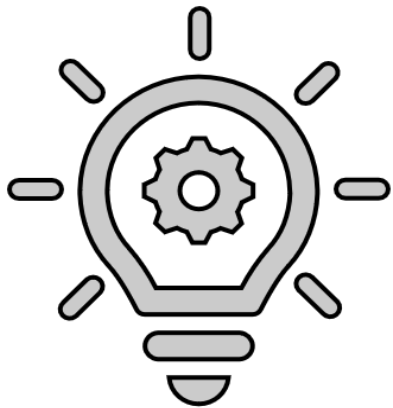
Надеюсь, это ближе к тому, что вы имели в виду!

# Выводы



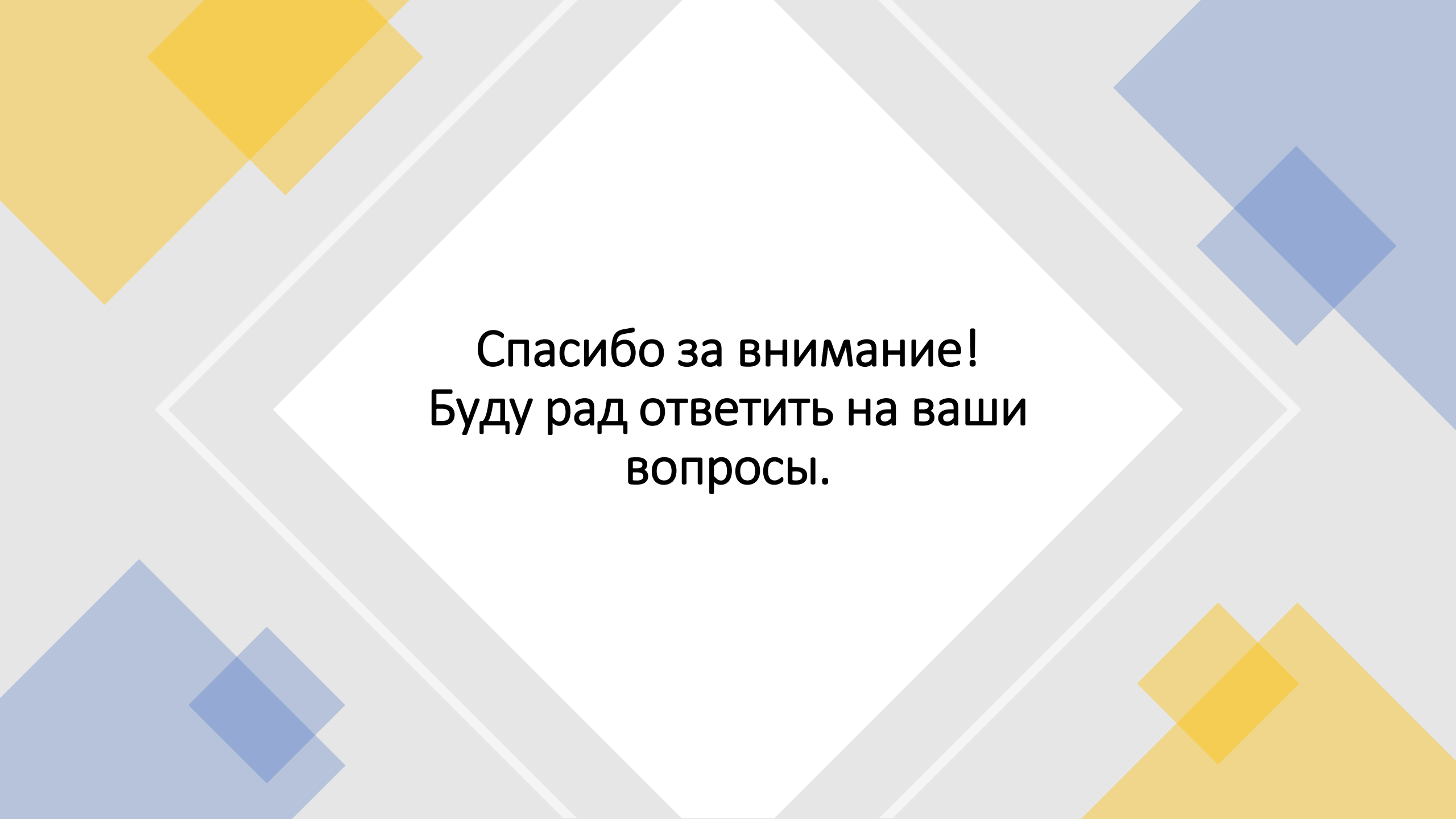
## Поставленные задачи выполнены

- Предложены критерии оценки эффективности чат-бота в контексте проведения научных исследований.
- Выполнен ряд запросов, позволивших оценить эффективность одного из наиболее распространенных на данный момент решений.
- Определены сильные и слабые стороны использования ChatGPT при проведении научных исследований.



## Наиболее перспективные способы применения

- Поиск данных, по запросу, который может быть слишком сложным для обычной поисковой системы.
- Написание **простых** программ.



**Спасибо за внимание!  
Буду рад ответить на ваши  
вопросы.**