

**Тимошина Александра Юрьевна, учитель математики,
первая квалификационная категория**

**Генерация вопросов для проверки понимания геометрических теорем с помощью
искусственного интеллекта**

В практике преподавания геометрии сложилась традиционная форма проверки теоретических знаний — ученик у доски рассказывает формулировку и доказательство теоремы. При внешней успешности у учителя часто остаётся ощущение, что глубокого понимания нет.

Ученик может бойко начать:

«Квадрат гипотенузы равен сумме квадратов катетов...»,

но на уточняющий вопрос:

«А для какого треугольника работает эта теорема?»

— замолкает или отвечает наугад.

В условиях, когда телефоны на уроке сдаются, проблема списывания исчезает, но проблема формального воспроизведения остаётся и даже обостряется: ученик не может «загуглить» объяснение, но может механически заучить текст параграфа, не вникая в логику.

Основное противоречие состоит в том, что учитель, принимая теоремы: тратит значительное время на составление дополнительных вопросов «понимания»; часто задаёт одни и те же типы вопросов, к которым ученики привыкают; испытывает дефицит нестандартных формулировок, которые действительно проверяют понимание.

Выходом из данной ситуации может стать использование генеративных нейросетей (искусственного интеллекта) для автоматизированной генерации системы вопросов по каждой изучаемой теореме.

Вслед за А.А. Темербековой [6] выделим следующие уровни усвоения геометрической теоремы:

Узнавание — ученик может воспроизвести формулировку.

Воспроизведение — может рассказать доказательство по образцу (по учебнику).

Понимание — может объяснить *почему* работают те или иные шаги, выделить ключевую идею.

Применение — может использовать теорему в изменённой ситуации, в нестандартной задаче.

Рефлексия — может сравнить теорему с другими, найти границы её применимости.

Традиционный приём теорем в большинстве случаев останавливается на втором уровне («пересказал доказательство»). Чтобы выйти на третий уровень и выше, учителю необходимы **специальные вопросы**, которые невозможно предугадать при заучивании параграфа.

Именно такие вопросы и генерирует искусственный интеллект.

На основе анализа педагогической литературы и собственного опыта работы, мною были выделены четыре типа вопросов, наиболее эффективных при приёме теорем. Для каждого типа представлены **примеры, сгенерированные нейросетью ChatGPT** (с небольшой корректировкой учителем).

Тип 1. Вопрос-ограничение («Почему нельзя?»)

Направлен на выявление границ применимости теоремы. Ученик должен назвать условие, при котором теорема перестанет работать.

Промпт для ИИ: «Теорема Пифагора. Сформулируй вопрос, который заставит ученика объяснить, для каких треугольников эта теорема НЕ выполняется. Ответ не должен быть просто "для прямоугольных" — ученик должен объяснить, почему именно».

Сгенерированный вопрос:

«Ученик сказал: "Теорему Пифагора можно применять к любому треугольнику, просто вместо гипотенузы нужно взять самую длинную сторону". Прав ли он? Если нет, то почему? Какое условие теоремы он нарушает?»

Тип 2. Вопрос-ошибка (найди неверное утверждение)

Ученику предлагается несколько утверждений, среди которых есть ложное (но правдоподобное). Нужно найти ошибку и объяснить, почему она неверна.

Промпт для ИИ: «Придумай 3 утверждения про признаки равенства треугольников. Два верных, одно — ложное (но звучит убедительно). Ученик должен найти ложное и объяснить причину».

Сгенерированный вопрос:

«Какое из утверждений неверно и почему?»

1) Если две стороны и угол между ними одного треугольника равны двум сторонам и углу между ними другого, то треугольники равны.

2) Если сторона и два прилежащих угла одного треугольника равны стороне и двум прилежащим углам другого, то треугольники равны.

3) Если три угла одного треугольника равны трём углам другого, то треугольники равны».

Тип 3. Вопрос-сравнение (найди сходство и различие)

Ученик должен сравнить две теоремы или два свойства, выделив общее и различное.

Промпт для ИИ: «Сравни свойство медианы в равнобедренном треугольнике и свойство медианы в произвольном треугольнике. Сформулируй вопрос так, чтобы ученик назвал 2 различия и 1 сходство».

Сгенерированный вопрос:

«Чем отличается свойство медианы, проведённой к основанию равнобедренного треугольника, от свойства любой медианы в произвольном треугольнике? Назови два отличия и одну общую характеристику».

Тип 4. Вопрос-причина («Почему это работает?»)

Вопрос, направленный на понимание логики доказательства, а не его последовательности.

Промпт для ИИ: «Теорема Фалеса. Не спрашивай формулировку. Спроси: почему параллельные прямые отсекают пропорциональные отрезки? Какое ключевое геометрическое соображение лежит в основе доказательства?».

Сгенерированный вопрос:

«Представь, что мы не знаем теорему Фалеса. Почему проведение дополнительной параллельной прямой помогает доказать пропорциональность отрезков? Какое свойство трапеции или треугольника при этом используется?»

4. Методика подготовки к приёму теорем с использованием ИИ

Опишем алгоритм работы учителя, который готовится к приёму теорем по геометрии.

Шаг 1. Запрос к нейросети на генерацию вопросов

Учитель открывает любой доступный генеративный ИИ (ChatGPT, YandexGPT, GigaChat) и вводит промпт следующего содержания:

«Ты — учитель геометрии в [7/8/9] классе. Тема: [название теоремы, например, "Теорема о сумме углов треугольника"]. Мне нужно провести приём этой теоремы у доски. Ученик расскажет формулировку и доказательство, но я хочу задать ему дополнительные вопросы, которые проверят ПОНИМАНИЕ, а не память. Сгенерируй 4 вопроса следующих типов (по одному каждого типа):

- 1. Вопрос-ограничение (когда теорема НЕ работает?).*
- 2. Вопрос-ошибка (найди ложное утверждение среди трёх).*
- 3. Вопрос-сравнение (сравни с другой теоремой).*
- 4. Вопрос-причина (почему доказательство использует именно этот приём?).*

Ни одного вопроса со словами "сформулируйте" или "расскажите доказательство". Сделайте вопросы конкретными, без общих фраз».

Шаг 2. Корректировка и отбор вопросов

Учитель просматривает сгенерированные вопросы (это занимает 2–3 минуты). При необходимости корректирует:

- убирает слишком сложные формулировки,
- заменяет числовые данные,
- исправляет возможные неточности ИИ (они редки, но бывают).

Шаг 3. Интеграция в процедуру приёма теоремы

Вот как это выглядит на реальном уроке.

Ученик (у доски): рассказывает формулировку и доказательство теоремы (например, о сумме углов треугольника).

Учитель (после рассказа, доброжелательно):

«Хорошо. А теперь представь нестандартную ситуацию. Скажи, а будет ли работать эта теорема для треугольника на сфере? Например, если нарисовать треугольник на глобусе?» (вопрос-ограничение) или *«Я сейчас прочитаю три утверждения. Два верных, одно нет. Найди неверное и объясни почему»* (зачитывает сгенерированный вопрос-ошибку).

Ученик отвечает. При затруднении учитель задаёт наводящие вопросы.

Шаг 4. Фиксация результата

Учитель оценивает не только знание формулировки и доказательства, но и качество ответов на дополнительные вопросы (можно ввести бонусный балл или отметить в журнале отдельным знаком, например, «+» за понимание).

Таблица 1

Пример реализации: приём теоремы косинусов в 9 классе

Тип вопроса	Вопрос
Ограничение	Теорема косинусов связывает все три стороны треугольника с косинусом одного из углов. А что произойдёт с формулой $c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos \gamma$, если угол γ станет прямым (90°)? В какую известную теорему превратится теорема косинусов?
Ошибка	Найди неверное утверждение и объясни, почему оно ошибочно: 1) теорему косинусов можно применять для любого треугольника; 2) с помощью теоремы косинусов можно найти любой угол треугольника, если известны все три стороны; 3) теорема косинусов работает только для остроугольных треугольников.
Сравнение	«Чем отличается теорема косинусов от теоремы Пифагора? В каком частном случае они совпадают? Можно ли сказать, что теорема Пифагора — это частный случай теоремы косинусов? Почему?»
Причина	Почему в формуле теоремы косинусов стоит знак «минус» ($-2ab \cos \gamma$), а не «плюс»? Что будет, если угол γ тупой? Как изменится знак выражения $-2ab \cos \gamma$?

Результат применения на уроке:

Ученик уверенно рассказал формулировку и доказательство теоремы косинусов. На вопрос-сравнение («Чем отличается от теоремы Пифагора?») ответил: «Если угол прямой, то косинус равен нулю, и теорема косинусов превращается в теорему Пифагора». На вопрос-причину («Почему минус?») задумался, затем пояснил: «Потому что для тупого угла косинус отрицательный, и минус на минус даёт плюс — сторона получается больше, чем в прямоугольном треугольнике». Учитель зафиксировал **понимание**, а не механическое воспроизведение.

Таким образом, в условиях, когда телефоны на уроках сдаются, а классический приём теорем сохраняется, проблема формального воспроизведения знаний становится центральной. Ученик может выучить текст параграфа, но не понимать сути. Учитель тратит часы на придумывание «провокационных» вопросов.

Использование генеративных нейросетей (ChatGPT, YandexGPT, GigaChat) позволяет:

- автоматизировать рутинную работу по генерации разноуровневых вопросов;
- увеличить вариативность проверочных материалов;
- сдвинуть фокус с памяти на понимание.

Предложенная методика не требует от учителя глубоких знаний в области ИИ, доступна любому пользователю и может быть внедрена уже со следующего урока геометрии. Нейросеть не заменяет учителя, но становится его эффективным ассистентом в главной педагогической задаче — добиться настоящего понимания, а не имитации знания.

Список литературы

- 1) Даниленко С.В., Мартынюк Ю.М., Ванькова В.С. Некоторые аспекты применения технологий искусственного интеллекта в математическом образовании // Чебышевский сборник. — 2025. — Т. 26, № 3. — С. 335–345.
- 2) Данилов А.В., Зарипова Р.Р., Лукоянова М.А., Батрова Н.И., Салехова Л.Л. Эффективность стратегий промт-инжиниринга в генерации математического образовательного контента: экспериментальное исследование // Science for Education Today. — 2025. — Т. 15, № 4. — С. 113–135.
- 3) Кузьменко М.В. Искусственный интеллект в школьном математическом образовании: осведомлённость, готовность и использование учителями математики // Психологическая наука и образование. — 2025. — Т. 30, № 3. — С. 125–139.
- 4) Логачёва О.М., Логачёв А.В., Россиян С.А. Использование искусственного интеллекта при формировании математической культуры студента // Актуальные вопросы образования. — 2025. — № 2. — С. 121–125.
- 5) Мариносян А.Х. ChatGPT-4 в обучении физике и математике: возможности, ограничения и перспективы совершенствования // Вестник МГПУ. Серия «Информатика и информатизация образования». — 2024. — № 4 (70). — С. 95–115.
- 6) Темербекова А.А., Чугунова И.В., Байгонакова Г.А. Методика обучения математике: Учебное пособие. — СПб.: Издательство «Лань», 2015. — 512 с.