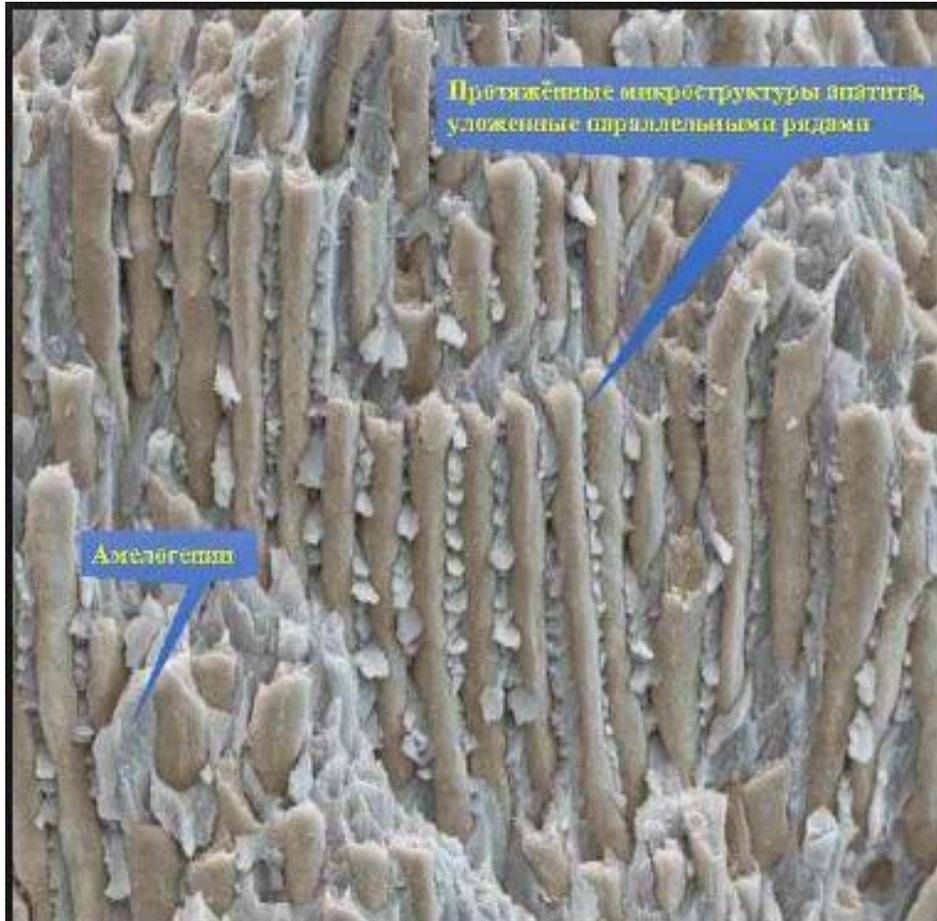


# Амелогенин



амелогенин — своеобразная кристаллизационная машина, которая не только создаёт условия для кристаллизации солей кальция, образующих эмаль, но и задаёт форму получающихся кристаллов и направление их роста. Зубная эмаль обладает сложным трёхмерным строением, главным элементом которого являются протяжённые микроструктуры из апатита, уложенные параллельными рядами. Из органических соединений большую роль в составе эмали играет внеклеточный белок амелогенин.



# Амелоген

ИН

- 216 аминокислот
- лбщий фрагмент с энамелином
- наличие постоянного мотива  
ГЛН-ГЛН-ПРО-МЕТ-МЕТ-ПРО
- несколько этапов созревания
- нуклеатор кристаллизации
- регулирует рост и размер кристалла



- Ученые выяснили, каким образом формируется зубная эмаль и какую роль в этом процессе играет белок амелогенин. Открытие, возможно, позволит производить зубные имплантаты, ни в чем не уступающие натуральным зубам



- Исследователи из Университета Питтсбурга выяснили **ключевую роль белка амелогенина в начальных стадиях формирования зубной эмали.**
- О своей работе они рассказали в статье, опубликованной в последнем номере **Proceedings of the National Academy of Sciences**



«Эмаль начинает свою жизнь как органический гель, в котором распределены крошечные керамические кристаллы, – рассказал доктор Элия Беньяш, доцент биологии ротовой полости факультета стоматологии Питтсбургского университета и руководитель исследования. – В нашей работе мы воссоздали самые ранние шаги формирования эмали, что позволило нам лучше понять ключевую роль регулирующего протеина, называемого амелогенином, в этом процессе».



Университет в городе [Питтсбург](#),  
штат [Пенсильвания](#), [США](#)



**Зубная эмаль – наиболее минерализованная ткань в организме человека, которая демонстрирует выдающиеся механические свойства, сочетая высокую твердость со значительной упругостью. Эти свойства – результат не только ее химического состава, но и уникальной микроструктуры, принципы формирования которой очень интересны ученым-медикам.**



- Тот факт, что амелогенин каким-то образом задействован в формировании зубной эмали, ученым уже был известен; причем это должна быть определенная форма амелогенина – полной длины, содержащая С-концевой телепептид. К примеру, у **генномодифицированных мышей**, не способных производить полноценный амелогенин, наблюдалось нарушение структуры зубной эмали. Этот белок даже используется как лекарственный препарат для лечения периодонтита, воспаления корневой оболочки зубов.
- В ходе эксперимента реакционные растворы, содержащие амелогенин, а также фосфат-ионы и катионы кальция, из которых образуется гидроксиапатит, подвергали мгновенной заморозке на разных стадиях реакции и исследовали с помощью электронной микроскопии. Таким образом исследователям удалось шаг за шагом проследить за течением процесса. Оказалось, что
- в присутствии белка **нанокластеры – предкристаллиты гидроксиапатитов** – формируют не хаотичные скопления, как обычно, а упорядоченные структуры линейной формы.
- Причем на вершущке каждого растущего волокна присутствует «узелок» определенной структуры из нескольких молекул амелогенина, который, по предположению ученых, и направляет рост будущего кристалла.
- **Нанокластеры** постепенно «врастают» друг в друга, волокна минерализуются и организуются в параллельные массивы, наподобие нитей в текстиле. Именно из таких слоев затем формируется высокоминерализованная структура зубной эмали.



«Взаимоотношения (амелогенина и гидроксиапатита ) еще не до конца понятны нам. Но, кажется, способность амелогенина к самоорганизации критична для его способности направлять рост частиц... в этой комплексной, высокоорганизованной структуре, – говорит доктор Беньяш. – Это дает нам представление о путях, с помощью которых биологические молекулы могут быть использованы в создании новых материалов из **наноразмерных минеральных частиц**. Это важно в восстановительной стоматологии и во многих других технологиях».



# Этапы созревания

Амелогенез включает 3 стадии:  
**амелогенина**

- I. Стадия секреции и первичной минерализации – энамелобласты выделяют органическую основу, которая сразу подвергается минерализации.
- II. Стадия созревания (вторичной минерализации) – дальнейшее обызвествление путём удаления большей части органического матрикса.
- III. Стадия конечного созревания (третичной минерализации) – завершение минерализации после прорезывания зубов.



# ПЕРВИЧНАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ ЭМАЛИ

Присоединение кальция и фосфата  
к гамма-карбоксильным и спиртовым группам  
радикалов аминокислот энамелина (амелогенина)

↓

Формирование длинных и тонких кристаллов  
гидроксиапатитов

↓

Встраивание кристаллов в органический матрикс  
параллельно друг другу

↓

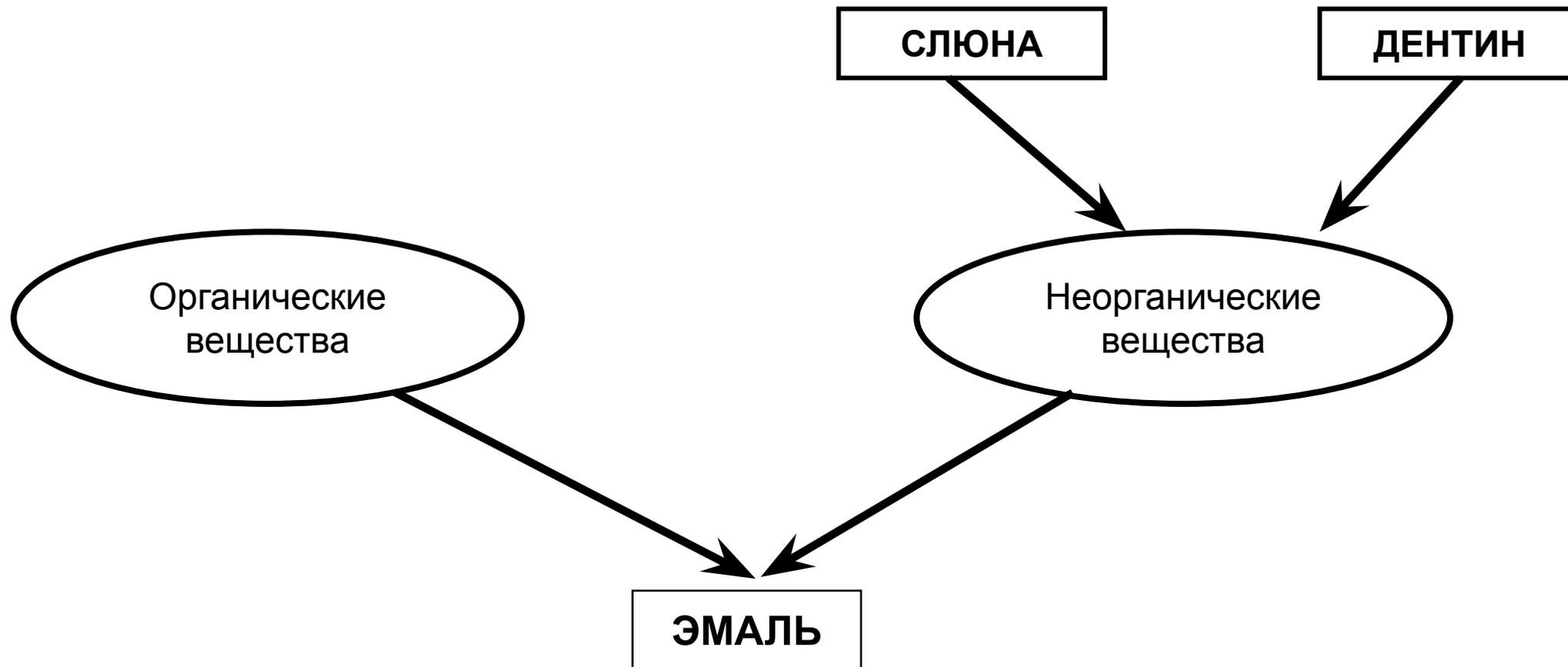
Утолщение кристаллов и формирование плоских  
шестиугольных призм

↓

Формирование первичной незрелой эмали



# ВТОРИЧНАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ ЭМАЛИ



**СПАСИБО  
ЗА ВНИМАНИЕ!**

