

хитозан мен натрий карбоксиметилцеллюлоза қолданылды. Полиэлектролиттерді таңдау олардың биоыдырауы мен үйлесімділігіне негізделген. Атомдық-күштік микроскоптың (АСМ) көмегімен төсеніш бетінің адгезиясы бағаланды, нәтижелер кремний төсеніштерімен салыстырғанда шыны пластиналардың бетінде адгезияның төмендігінен жұқа тегіс жабындар пайда болатынын байқатты. Сонымен қатар биқабаттардың кедір-бұдырлығы зерттеліп, жабынның қалыптасу кезеңдері көрсетілді. Хитозан/Na-КМЦ негізінде алынған жабын қалыңдығының рН-қа тәуелділігі эллипсометрия әдісімен анықталды. рН = 3,4 және 6 кезінде алынған жабындарменен салыстырғанда рН = 5 кезінде жиналған жабын қалыңдығының өсу жылдамдығының баяулығы бақыланды, бұл полиэлектролиттердің конформациясымен түсіндіріледі. Осылайша, полиэлектролиттердің заряд тығыздығын бақылай отырып, имплантацияланатын жүйелер үшін бактерияға қарсы жабындарды жасауға болатыны дәлелденді.

**Түйінді сөздер:** хитозан, Na-карбоксиметилцеллюлоза, пленкалардың өсуі, беттің кедір-бұдырлығы, мультиқабаттар

### Введение

Во время эндопротезирования на поверхности имплантатов за счет адгезии появляются колонии бактерий, что приводит к сложным инфекционным заболеваниям и необходимости длительного дорогостоящего лечения, либо удалению и повторному протезированию, что является довольно трудоемким и очень болезненным процессом [1, 2, 3]. Кроме того, такое сложное лечение связано с высокой резистентностью бактерий к антибиотикам и поэтому необходимо имплантируемые изделия предварительно защищать различным антибактериальными активными покрытиями [4]. Поэтому в последние 30 лет интенсивно проводятся исследования, связанные с получением антибактериальных покрытий различными методами [5, 6]. Самый распространенный способ функционализации поверхности является метод LbL (layer by layer), основанный на электростатическом взаимодействии противоположно заряженных полиэлектролитов с образованием тонких нанопленок, содержащих антибактериальные агенты.

Выбор хитозана (Хит) и карбоксиметилцеллюлозы натрия (Na-КМЦ) в качестве полимерных матриц для получения нанопленок, связан с их биосовместимостью и биоразлагаемостью. Из литературы известно, что хитозан, имеющий разнообразные физико-химические свойства, был использован в паре с различными полимерами, такими как Хит/

ПАК [7], Хит/КМЦ [8], Хит/Гиалуроновая кислота [9] для создания многослойных покрытий. Используя сильные гидрофильные свойства КМЦ [10] авторами были разработаны самовосстанавливающиеся пищевые покрытия на основе Хит/КМЦ [8].

Морфология и состав поверхности влияют на возможности внедрения в объем покрытий активных препаратов или иммобилизации биомолекул [11]. Физико-химические методы анализа, такие как УФ-Vis-спектроскопия поглощения [12], эллипсометрия [7], микробаланс кварцевых кристаллов [13] были использованы при исследовании процесса сборки и оценке структуры поверхности. Авторами в работе [7] многослойные материалы используются в качестве системы хранения и доставки лекарств. Система, состоящая из Хит/ПАК и полученная при различных рН, была оценена с помощью диссипативного микробаланса кристаллов кварца (D-QCM) и эллипсометрии. Данные анализы дали возможность определить не линейный рост пленок и рассчитать содержание воды в пленке. Как уже известно, рН-система влияет не только на морфологию поверхности, но и на набухание и смачивающие свойства. Такие закономерности наблюдаются в работе, где были получены гидрогели методом LbL, состоящие из четырех поли-(2-алкилакриловых кислот) [14]. Установлено, что набухание гидрогелей растет с увеличением рН из-за появления от-