

Министерство образования и науки Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра общей и неорганической химии  
наименование кафедры

**Продукты гидротермальной обработки растворов фолиевой кислоты**

**АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ**

Студента (ки) 4 курса \_\_\_\_\_ группы

направления 04.03.01 «Химия»

код и наименование направления

Института химии

наименование факультета

Николаевой Анастасии Николаевны

фамилия, имя, отчество

Научный руководитель  
профессор кафедры, д.х.н., доцент  
должность, уч. степень, уч. звание

14.06.18 *ТМ*  
дата, подпись

Н.А.Бурмистрова.  
инициалы, фамилия

Зав. кафедрой:  
д.х.н., доцент  
должность, уч. степень, уч. звание

14.06.18 *Дерг*  
дата, подпись

Д.Г. Черкасов  
инициалы, фамилия

Саратов 2018 г.

## Введение

**Актуальность работы.** Углеродные наночастицы (УНЧ) – это новое поколение наноматериалов, которое представляет собой перспективную альтернативу полупроводниковым нанокристаллам, имеющим в своем составе токсичные тяжелые металлы, такие как кадмий. Источником углерода при синтезе УНЧ могут стать многие органические соединения, в составе которых присутствует углерод. Фотолюминесценция и стабильность УНЧ несколько ниже, чем у полупроводниковых квантовых точек, поэтому возникает необходимость получения стабильных УНЧ с интенсивной фотолюминесценцией. Т.к. УНЧ обладают низкой токсичностью и хорошей биосовместимостью, то возникает необходимость синтеза УНЧ для лечения заболеваний, в том числе и онкологических.

Для синтеза УНЧ была выбрана фолиевая кислота (ФК), т.к. рецепторы ФК экспрессируются в большом количестве в целом спектре злокачественных опухолей, что позволяет использовать их для селективного связывания с фолат-содержащими лекарственными препаратами и диагностическими агентами.

**Научная новизна** представленной работы заключается в получении УНЧ из фолиевой кислоты и синтезе золотых наночастиц (ЗНЧ) в углеродной оболочке.

**Практическая значимость.** В ходе исследования была создана методика покрытия ЗНЧ углеродной оболочкой на основе ФК, позволяющей сделать ЗНЧ более стабильными во времени, устойчивыми к действию ионной силы и центрифугированию, а так же дающая возможность отслеживать ЗНЧ в организме по фотолюминесценции.

**Цель настоящего исследования** является создание углеродной наночастицы на основе фолиевой кислоты гидротермальным методом синтеза, и покрытие ЗНЧ углеродной оболочкой.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие **задачи**:

- изучить собственную фотолюминесценцию ФК;
- установить идеальные условия для синтеза УНЧ из ФК;
- создать методику по синтезу ЗНЧ в углеродной оболочке на основе ФК;
- установить свойства полученных наночастиц и сделать вывод об их пригодности для использования в условиях, поставленных в цели исследования.

**Структура и объем работы.** Работа состоит из трех глав, 12 разделов, заключения, библиографического списка, состоящего из 52 наименований. Работа изложена на 47 листах, включает 2 таблицы и 31 рисунок.

## Основное содержание работы

Во введении обоснована актуальность темы работы, изложена новизна, сформулированы цель и задачи работы.

В главе 1 представлен обзор литературы, в котором описаны физические и химические свойства углеродных и золотых наночастиц, их оптических свойств в зависимости от строения и источника углерода. Рассмотрены методы синтеза УНЧ по технологии «снизу вверх» и «сверху вниз». Представлена общая информация по применению УНЧ в качестве фотолюминесцентных меток в медицине.

Во главе 2 представлено описание используемого оборудования и реагентов, используемых для проведения синтеза УНЧ и ЗНЧ в углеродной оболочке. Представлены реагенты которые необходимы для приготовления растворов фолиевой кислоты с разным рН и синтеза ЗНЧ. Описаны методы исследования, которые применяли для изучения свойств УНЧ и ЗНЧ в углеродной оболочке. По методикам, разработанным ранее были получены ЗНЧ методом высокотемпературного синтеза. В качестве стабилизатора использовали цитрат натрия. Для устранения крупных агрегатов ФК в полученных УНЧ проводили центрифугирование.

Также представлены методика синтеза золотых наночастиц углеродной оболочке гидротермальным методом синтеза. Полученные ЗНЧ в углеродной оболочке обладали интенсивной фотолюминесценцией, квантовым выходом, сравнимым с УНЧ и высокой стабильностью к действию ионной силы, и центрифугирования.

Представлена методика проведения направленного движения коллоидных частиц под действием внешнего электрического поля (электрофорез). В качестве геля выступала агароза NA, которую растворяли в буферном растворе ТРИС.

**Глава третья** посвящена изучению оптических свойств полученных углеродных наночастиц и ЗНЧ в углеродной оболочке на основе фолиевой кислоты.

Для выбора оптимальной концентрации ФК были проведены последовательные разбавления в 10 раз от концентрации  $1 \cdot 10^{-3} \text{ М}$  до  $1 \cdot 10^{-5} \text{ М}$ . Разбавления проводили дистиллированной водой. Затем были сняты спектры поглощения и фотолюминесценции.

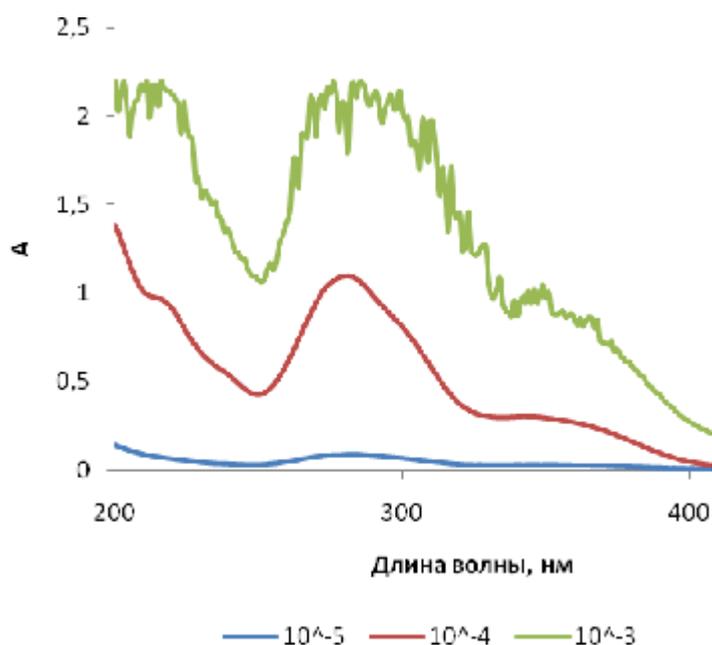


Рисунок 1 – Спектры поглощения растворов фолиевой кислоты с различными концентрациями.

На рисунке 2 представлены спектры фотолюминесценции растворов фолиевой кислоты с различной концентрацией.

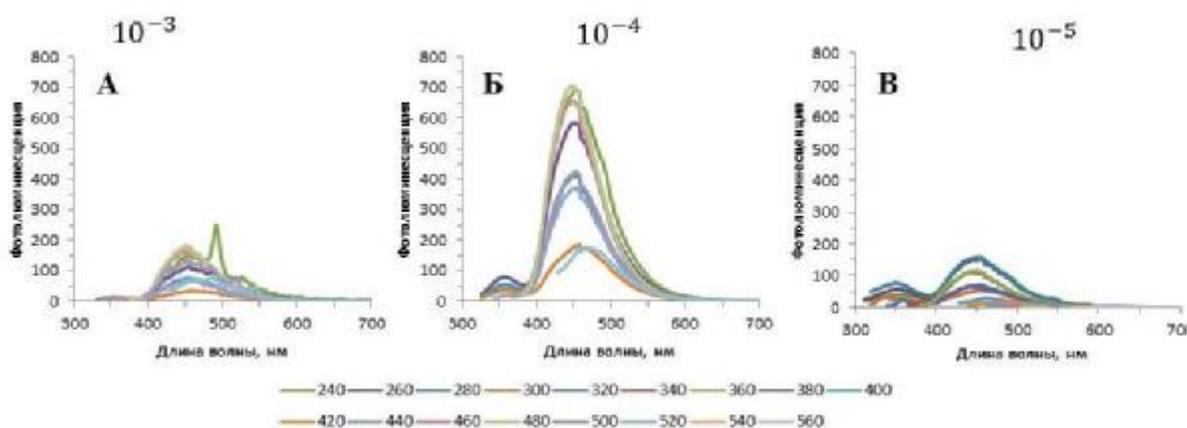


Рисунок 2 – Спектры фотолюминесценции растворов фолиевой кислоты с различными концентрациями (А –  $10^{-3}$  М, Б –  $10^{-4}$  М, В –  $10^{-5}$  М).

При разбавлении раствора фолиевой кислоты фотолюминесценция возрастает при разбавлении в 10 раз, что свидетельствует о том, что присутствует эффект концентрационного тушения. Характеристическая полоса поглощения ФК находится в области 280 нм.

Для выбора оптимального времени синтеза образец автоклавировали 15, 30, 60 и 120 минут при температуре  $200^{\circ}\text{C}$ .

На рисунке 3 представлены объединенные спектры фотолюминесценции и поглощения образцов после разбавления в 10 и 100 раз.

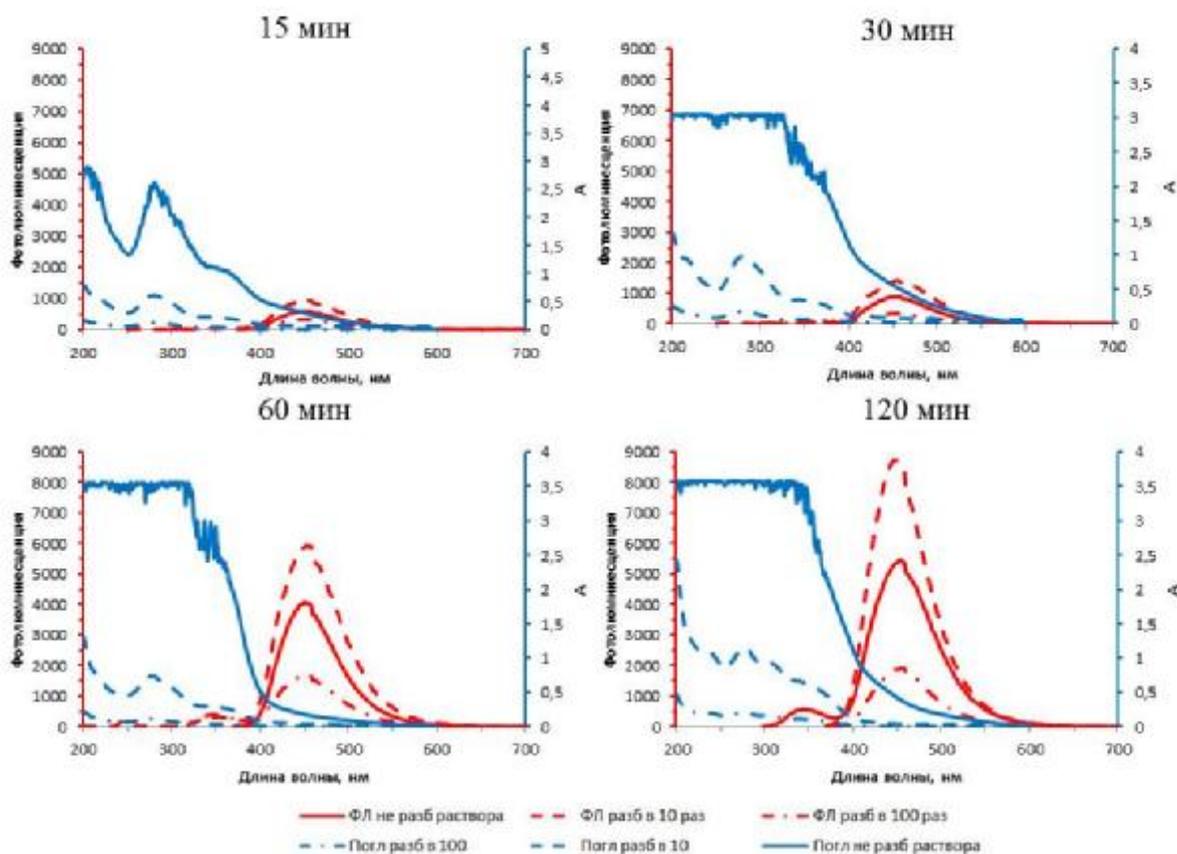


Рисунок 3 – Спектры поглощения и фотолюминесценции образцов после разбавления

Эффект концентрационного тушения наблюдается при разбавлении образцов в 10 раз. Наибольшая интенсивность фотолюминесценции у

образца, автоклавированного 2 часа и разбавленного в 10 раз. Так же с разбавлением изменяется длина волны возбуждения при которой виден максимум интенсивности (не разбавленный раствор – 360 нм, разбавленный в 10 раз – 240 нм, разбавленный в 100 раз – 280 нм).

Фолиевую кислоту ФК смешали со сферическими золотыми ЗНЧ. Полученный образец автоклавировали 60 минут. Затем разбавили раствор в 10, 100 и 1000 раз. Сняли спектры поглощения и фотолюминесценции. В интервале длин волн возбуждения 240 – 380 нм сдвига спектра ФЛ практически нет, максимум = 360 нм. Возб 400 – 440 нм – появляется малоинтенсивная длинноволновая ФЛ, максимум примерно = 400-420 нм.

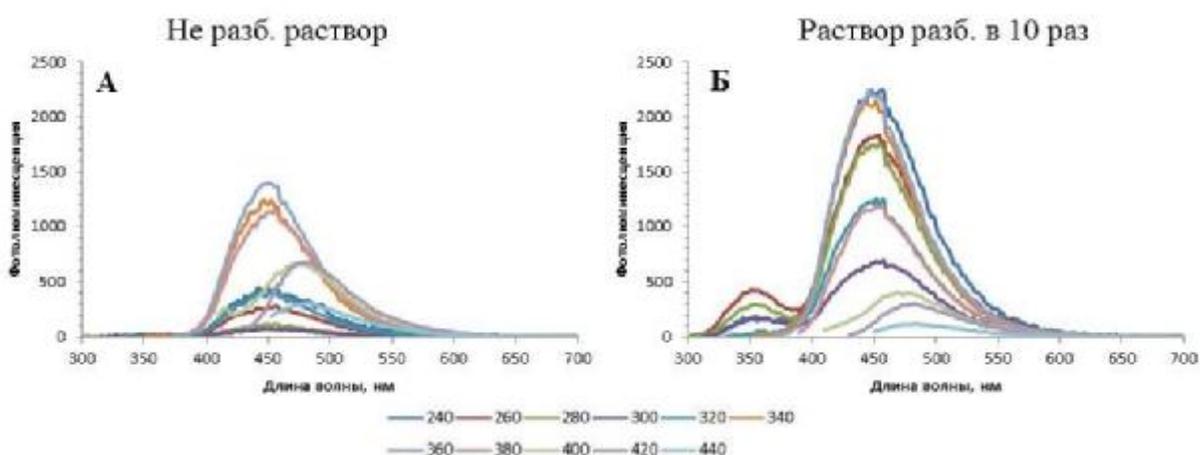


Рисунок 4 – Спектры фотолюминесценции образца УНЧ:ЗНЧ исходного и разб в 10 раз

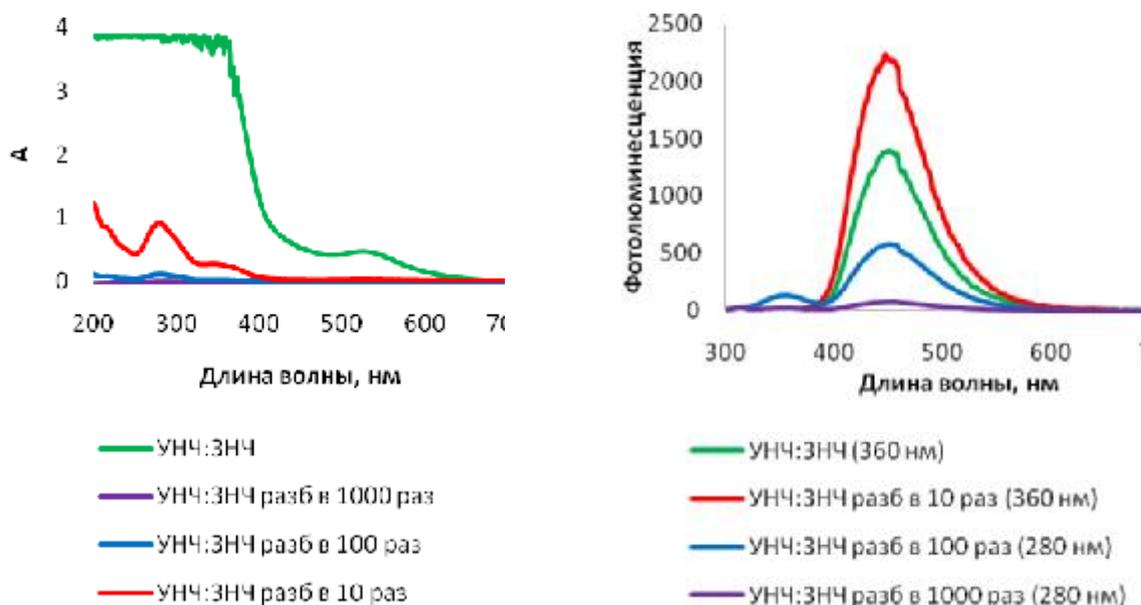


Рисунок 5 – Спектры поглощения и фотолюминесценции образцов УНЧ:ЗНЧ при разном разбавлении.

При разбавлении образца более, чем в 10 раз пропадает полоса поглощения ЗНЧ, а после разбавления в 1000 раз – полоса поглощения ФК. Характеристичная полоса поглощения ФК сохраняется. У образца наблюдаются концентрационные эффекты, т.к. при разбавлении в 10 раз возрастает интенсивность фотолюминесценции, при дальнейшем разбавлении интенсивность фотолюминесценции падает.

## Заключение

1. Получены углеродные наночастицы на основе фолиевой кислоты. Показано, что полученные УНЧ обладают интенсивной фотолюминесценции в области 450 нм, но сохраняют характеристичную полосу поглощения ФК.

2. Получены золотые наночастицы в оболочке из углеродных наночастиц на основе фолиевой кислоты. Показано, что ЗНЧ в углеродной оболочке становятся более стабильными к действию ионной силы, центрифугированию и растворению.

14.06.18 А -