

ВВЕДЕНИЕ

Селеносодержащие наноразмерные системы (*Se-NPs*) - это тип нанокomпозиционных материалов, которые содержат селен и имеют размеры от 1 до 100 нанометров. Эти системы могут иметь уникальные свойства, такие как фоточувствительность, каталитическая активность, биосовместимость и другие. Для того, чтобы препятствовать коагуляции, используют биологически-активные вещества (БАВ)

В последние годы растет количество исследований, посвященных изучению биологической активности, токсичности и применения неорганических и органических форм селена. Было доказано, что наночастицы селена перспективны в медицине, например, демонстрируют высокую противоопухолевую активность сами по себе и могут быть использованы в составе комплекса с другими агентами для химиотерапии в случае онкологических заболеваний. Доказано, что противоопухолевые эффекты данных наночастиц обусловлены их способностью ингибировать рост раковых клеток [1].

В связи с этим актуальной задачей является получение образцов наносистем селена, стабилизированных БАВ (бычий сывороточный альбумин, хитозан, амилопектин, желатин, гидроксипропилцеллюлоза).

Цель работы: «Исследование селеносодержащих наноразмерных систем, стабилизированных БАВ, методом ИК-спектроскопии».

Задачи работы:

1. Ознакомиться с техникой безопасности и правилами работы в научно-исследовательской лаборатории.
2. Ознакомиться с литературными данными об используемых веществах
3. Ознакомиться с литературными данными о методике синтеза.
4. Провести синтез систем.
5. Исследовать полученные образцы методом ИК-спектроскопии.
6. Безопасность жизнедеятельности

7. Провести расчет себестоимости работы.

1. Литературный обзор

1.1. Селен

Селен (химический символ — Se, от лат. Selenium) — химический элемент 16-й группы, четвертого периода периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева, с атомным номером 34.

Селен, как простое вещество, является хрупким, блестящим на изломе неметаллом серого цвета (данный цвет обусловлен устойчивой аллотропной модификацией, неустойчивые аллотропные модификации придают селену различные оттенки красного цвета).

Серый селен получают из других форм длительным нагреванием и медленным охлаждением расплава или паров селена. Его структура состоит из параллельных спиральных цепей.

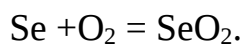
Из растворов селена в CS₂ выделены три модификации красного кристаллического селена с моноклинной решеткой. α-Se оранжево-красного цвета, $a = 0,9054$ нм, $b = 0,9083$ нм, $c = 1,1601$ нм, угол $b = 90,81^\circ$, температура плавления 170°C , плотность $4,46$ кг/дм³.

β-Se темно-красного цвета, $a = 1,285$ нм, $b = 0,807$ нм, $c = 0,931$ нм, угол $b = 93,13^\circ$, температура плавления 180°C , плотность $4,50$ кг/дм³.

γ-Se красного цвета, $a = 1,5018$ нм, $b = 1,4713$ нм, $c = 0,8789$ нм, угол $b = 93,61^\circ$, плотность $4,33$ кг/дм³. Красный селен содержит кольцевые молекулы Se₈.

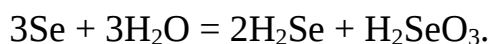
При восстановлении селенистой кислоты или быстром охлаждении паров селена образуется аморфный красный селен. От еще одной модификации аморфного стекловидного селена аморфный красный селен отличается только размером составляющих его микрочастиц. Плотность красного селена $4,28$ кг/дм³.

Селен химически активен. При нагревании на воздухе сгорает с образованием бесцветного кристаллического SeO₂:



Со фтором, хлором и бромом селен реагирует при комнатной температуре. С иодом селен сплавляется, но иодиды не образует. Выше 200°C селен реагирует с водородом с образованием селеноводорода H_2Se . При нагревании реагирует с металлами, образуя селениды.

С водой также взаимодействует при нагревании:



С неокисляющими и разбавленными кислотами селен не взаимодействует. С концентрированной серной кислотой селен взаимодействует на холоде (цвет растворов, содержащих полимерные катионы Se^{8+} , зеленый), со временем катионы Se^{8+} переходят в Se^{4+} и раствор желтеет.

Селен реагирует при нагревании с азотной кислотой, с образованием селенистой кислоты H_2SeO_3 :



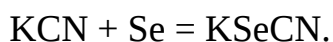
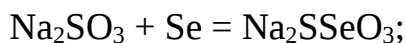
При кипячении в щелочных растворах селен диспропорционирует:



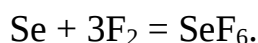
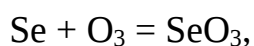
Если селен кипятят в щелочном растворе, через который пропускают воздух или кислород, то образуются красно-коричневые растворы, содержащие полиселениды:



Селен взаимодействует с сульфидами и полисульфидами с образованием тиоселенидов. При нагревании селена с растворами Na_2SO_3 и KCN протекают реакции:



Сильные окислители (озон O_3 , фтор F_2) окисляют селен до Se^{+6} :



1.2. Наносистемы

Наносистема – материальный объект в виде упорядоченных или самоупорядоченных, связанных между собой элементов с нанометрическими характеристическими размерами, кооперация которых обеспечивает возникновение у объекта новых свойств, проявляющихся в виде явлений и процессов, связанных с проявлением наномасштабных факторов.

В свою очередь, наночастицы селена имеют большое разнообразие положительных свойств, к которым можно присоединять диагностические и терапевтические вещества и таким образом легко осуществлять транзит микроэлементов, а также получать иммуноактивные биомолекулы. Эти свойства наночастиц селена делают их перспективными как для диагностики, так и для терапевтического применения при лечении различных заболеваний. Наночастицы селена обладают пониженной токсичностью и малым временем для высвобождения лекарственного средства в системе кровообращения из-за их специфической характеристики. [2]

1.3. Применение наночастиц селена

Селен является микроэлементом, который в малых концентрациях необходим для всех живых организмов, включая человека. Несмотря на то, что в организме человека его содержание невелико, селен непосредственно участвует в выполнении большого числа жизненно важных функций в клетке. В частности, он необходим для тканевого дыхания, окислительного фосфорилирования, функционирования пентозофосфатного цикла и цикла трикарбоновых кислот, участвует в гормональном балансе щитовидной железы, а также в работе антиоксидантной системы организма. Поэтому дефицит селена отрицательно сказывается на здоровье человека. Например, обнаружено, что при недостатке этого микроэлемента увеличивается восприимчивость людей к инфекциям, в том числе к вирусу СПИД, снижается продолжительность жизни. Дефицит селена обуславливает развитие ряда эндемических заболеваний (болезнь Кешана и Кашина–Бека), ускоряет развитие атеросклеротических процессов, повышает вероятность развития сердечно-сосудистых заболеваний и инсультов, приводит к развитию катаракты и многим формам рака, бесплодию у мужчин, а также к задержке роста у детей. [5, 7]

По мнению ряда авторов, физиологический диапазон безопасных поступлений селена для человека составляет 350–400 мкг/день. Дефицит микроэлемента у взрослого человека отмечается при его поступлении в дозе 16–21 мкг/день и ниже. Согласно последним данным, в настоящее время дефицит селена выявлен у 1 млрд людей на земном шаре, включая и России. [4] Основной причиной его возникновения является недостаточное поступление микроэлемента с продуктами питания, что в свою очередь обусловлено его низким содержанием в окружающей среде.

Одной из наиболее эффективных мер по устранению дефицита селена в организме человека считается использование биологически активных доБАВок к пище, однако чаще всего это не решает проблему недостатка микроэлемента в

полном объеме. Более успешным решением может стать увеличение содержания селена в продуктах питания, особенно растительного происхождения, поскольку именно растения являются основными источниками этого микроэлемента и продуцентами, находящимися в начале пищевой цепи. Кроме того, в растениях он находится в форме метилированного селена (селенметионина), доступность которого в 5–10 раз выше, чем его доступность из неорганических соединений. [8]

В настоящее время имеется довольно большое количество исследований, касающихся роли селена в жизнедеятельности растений, животных и человека, результаты которых нашли свое отражение в экспериментальных статьях. [9,10]

Тем не менее, интерес к этому микроэлементу не ослабевает, и исследования влияния дефицита селена на живые организмы продолжаются. Однако в основном эти работы отражают отрицательное влияние недостатка этого микроэлемента на организм человека. В настоящем обзоре предпринята попытка обобщения данных литературы, касающихся роли селена в жизнедеятельности растений, животных и человека.

Также перспективно применение наночастиц селена для визуализации клеток и структур. Эти перспективы связаны, в первую очередь, со способностью наночастиц селена к флюоресценции, что позволяет проводить прямую идентификацию наночастиц в тканях, в частности нанокompозита селена, стабилизированного арабиногалактаном. Разработаны сферические формы наночастиц селена для дот-блот-иммуноанализа, соединенные с множественными нативными антигенами для быстрой серодиагностики рака легкого человека. Помимо уникальной противораковой эффективности, НЧ селена обеспечивают лучшую селективность между нормальными и раковыми клетками. [11]

Также было исследовано влияние нанобиокомпозиции на основе селена на рост и развитие растений пшеницы. Показано, что наночастицы селена и селенита натрия увеличивали энергию прорастания и всхожесть семян пшеницы

Установлено что стимуляция накопления сухого вещества корней после обработки семян наночастицами селена была значительно выше чем в случае применения селенита натрия [12].

1.4. Методы синтеза селена

Для получения наночастиц используются различные методы. Это физический, химический и биологический синтез. Первоначально использовались физические и химические методы. Но коммерческое производство пока не увенчалось успехом. Поскольку металлы очень токсичны для человека, они используются в таких областях медицины, как доставка лекарств и их назначение в очень малых дозах, безопасных для человека. Для снижения токсичности этих металлов были разработаны новые подходы, такие как биологический синтез.

Биосинтез наночастиц осуществляются с помощью микробов и растений. Для синтеза были использованы лекарственные растения, поскольку они содержат фитохимические вещества. Растения содержат фитохимические вещества, такие как флавоноиды, фенолы, алкалоиды. Эти вторичные метаболиты участвуют в восстановлении молекул-предшественников для синтеза наночастиц в процессе восстановления. Метаболиты действуют как восстановители в этой реакции, а также участвуют в обеспечении стабильности наночастиц.

1.5. Биологически активные вещества

Биологически активные вещества (БАВ) — химические вещества, обладающие при небольших концентрациях высокой физиологической активностью по отношению к определённым группам живых организмов (в первую очередь — по отношению к человеку, а также по отношению к растениям, животным, грибам и пр.) или к отдельным группам их клеток. Физиологическая активность веществ может рассматриваться как с точки зрения возможности их медицинского применения, так и с точки зрения поддержания нормальной жизнедеятельности человеческого организма либо придания группе организмов особых свойств (таких, например, как повышенная устойчивость культурных растений к болезням).

БАВ — ферменты, гормоны, витамины, антибиотики, стимуляторы роста. (ауксины, гиббереллины, кинины), гербициды, инсектициды, биогенные стимуляторы (содержащие некоторые дикарбоновые и гуминовые кислоты, аргинин, аммиак, микроэлементы), простагландины, нейромедиаторы, пирогены и т. д.

1.6. Классификация БАВ

Выделяют несколько групп биологически активных веществ: гормоны, феромоны, витамины, алкалоиды, антибиотики и др. Вещества, входящие в состав той или иной группы, могут иметь разное химическое строение, однако выполняют сходные функции. Именно поэтому в основе классификации БАВ. лежит их биологическая роль, а не химическая природа.

Все БАВ разделяют: на эндогенные и экзогенные.

Эндогенные БАВ.

К эндогенным БАВ можно отнести: белки, жиры, углеводы, аминокислоты, витамины, ферменты, гормоны, красители. Белки — природные полимеры,

молекулы которых построены из остатков аминокислот. По своему строению белки делятся на простые и сложные. Протеины представляют собой простые белки. К ним относятся альбумины, глобулины, глютемины. Протеиды относятся к сложным белкам, которые кроме белковых макромолекул содержат в своем составе небелковые молекулы. К ним относятся нуклепротеиды (кроме белка содержат нуклеиновые кислоты), липопротеиды (кроме белка содержат липиды), фосфолипиды (кроме белка содержат фосфорную кислоту).

Липиды — это сложная смесь органических соединений с близкими физико-химическими свойствами, которые участвуют в построении клеточных мембран. Являются обязательным компонентом клетки. Их общий признак — наличие в молекуле длинноцепочечных углеводородных радикалов и сложноэфирных группировок.

Углеводы образуются в растениях в пластидах в процессе фотосинтеза под действием квантов солнечной энергии из углекислого газа, воды, минеральных солей благодаря ассимиляции хлорофилла. По химическому строению углеводы делятся на моносахариды и полисахариды.

Аминокислоты — органические соединения, в молекуле которых одновременно содержатся карбоксильные и аминные группы. Они являются основным элементом для построения всех белков животных и растительных организмов. Витамины — низкомолекулярные органические вещества, обладающие высокой биологической активностью и выполняющие роль биорегуляторов. Биологическая активность витаминов определяется тем, что они в качестве активных групп входят в состав каталитических центров ферментов или являются переносчиками функциональных групп. Жирорастворимые витамины хорошо растворяются в органических растворителях. К ним относятся витамины группы А, О, Е, Е. Для таких витаминов характерно наличие в молекуле гидрофобных заместителей. Водорастворимые витамины хорошо растворимы в воде. К ним относятся витамины групп С, В и др.

Ферменты или энзимы — биокатализаторы белковой природы, ускоряющие обмен веществ в клетках.

Фитогормоны — вещества, которые синтезируются в растениях в процессе обмена веществ, транспортируются по ним и способны вызывать ростовые или формативные эффекты (деформации), так называемые регуляторы роста и развития растений, или фиторегуляторы.

Гормоны — биологически активные вещества, которые вырабатываются специализированными клетками, тканями и органами (прежде всего — железами внутренней и смешанной секреции) и оказывают воздействие на другие клетки, ткани и органы (мишени). Гормоны обнаружены у большинства многоклеточных организмов: животных, растений, грибов и др. Они участвуют в регуляции практически всех процессов жизнедеятельности, в том числе роста, и индивидуального развития. Гормоны обладают высокой активностью — даже в очень малых концентрациях они оказывают сильное воздействие на процессы, протекающие в организме. Кроме гормонов в организме человека образуется и действует группа веществ, обладающих свойствами гормонов, так называемые гормоноподобные вещества. Наиболее важными среди них являются простагландины. Простагландины являются производными С20-полиеновых (полиненасыщенных) жирных кислот. Они образуются в клетках всех органов и тканей организма человека за исключением эритроцитов. Это короткоживущие соединения, образующиеся в небольших количествах по мере надобности и оказывающие биологический эффект по месту своего образования. Простагландины обладают широким спектром биологического действия и очень высокой биологической активностью (миллионной доли грамма достаточно для проявления их эффекта). Различные простагландины могут оказывать на обменные процессы и функции тканей противоположные эффекты.

Экзогенные БАВ

К экзогенным можно отнести:

Колины — органические соединения, выделяемые высшими растениями

через корневую систему, вызывающие угнетение низших растений;

Фитонциды — летучие органические соединения, выделяемые высшими растениями в атмосферный воздух, вызывающие гибель патогенных микроорганизмов;

Антибиотики — органические вещества - продукты жизнедеятельности микроорганизмов в процессе обмена веществ, выделяющиеся в окружающую среду или накапливающиеся внутри клетки, подавляющие или угнетающие другие виды микроорганизмов;

Марамины — органические вещества, выделяемые микроорганизмами, вызывающие угнетение низших растений. Воздействие одних живых организмов на другие за счет продуцирования БАВ называется аллелопатией.

Микотоксины — биологически активные вещества, вырабатываемые грибами (рода Еизайит, Азрегешиз и др.) в процессе обмена веществ, которые выделяются в организм высших растений (злаковых) при их совместном развитии, и вызывающие заболевание последних. Опасность микотоксинов связана с их устойчивостью при хранении, термической обработке, способностью быстро распространяться в органах и тканях организма, вызывая ингибирование синтеза белка, поражение сердечнососудистой системы, клеток костного мозга, лимфатических узлов. Многие микотоксины обладают канцерогенными свойствами.

1.7. Применение БАВ

По данным НИИ питания РАМН в настоящее время большинство жителей Российской Федерации имеют нарушения пищевого статуса (степени обеспеченности организма энергией и необходимыми пищевыми веществами). При этом наблюдается избыточное потребление животных жиров на фоне дефицита полиненасыщенных жирных кислот, полноценных (животных) белков, витаминов (С, В1, В2, А, бета-каротин, Е и другие), усугубляемое недостатком

минеральных веществ (Ca, F, Fe), микроэлементов (Se, Zn, I, P), пищевых волокон.

Даже в том случае, когда рацион питания сбалансирован по калорийности, дефицит по большинству витаминов составляет около 20 %.

Одним из важнейших слагаемых здоровья человека является питание.

Рацион питания современного человека не позволяет полностью удовлетворить его потребности в биологически активных веществах (витаминах, микро- и макроэлементах, биосорбентах и иных незаменимых микронутриентах), что приводит к повышению риска развития разнообразных патологий органов и систем организма.

Несбалансированность микронутриетного состава употребляемых в пищу продуктов связывают с неблагоприятными последствиями для здоровья, такими как развитие внутриутробных патологий плода, остеопороз, нарушение иммунной функции, когнитивной функции, а также развитием хронических заболеваний, в том числе определенных видов рака, возрастных заболеваний глаз, гипертонии, возможно, ишемической болезни сердца и инсульта.

Достаточное потребление микроэлементов (витаминов и минералов) требуется для всех процессов метаболизма, развития и роста, а также для обеспечения хорошего здоровья на протяжении всей жизни.

В связи с этим необходимо дополнительное обогащение пищевых продуктов и в целом рациона питания человека жизненно важными нутриентами, биологически активными веществами.

2. Экспериментальный раздел

2.1. Вещества и реактивы

Реактивы, используемые в работе, представлены в таблице 2.1.

Таблица 1. Реактивы, использованные для синтеза наночастиц селена, стабилизированных различными БАВ

Название	Химическая формула	Класс чистоты	Класс опасности
Селенистая кислота	H_2SeO_3	ч.д.а.	II
Аскорбиновая кислота	$\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$	ч.д.а.	II
Альбумин	$\text{C}_{237}\text{H}_{376}\text{O}_{78}\text{N}_{58}\text{S}_2$	ч.д.а.	III
Желатин	NH_4HCO_3	ч.д.а.	V
Крахмал	$(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$	ч.д.а.	V
ГЭЦ	$(\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2)_n$	ч.д.а.	II
Хитозан	$(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_8\text{N}_2)_n$	ч.д.а.	IV

Для разБАВления образцов использовали дистиллированную воду.

2.2. Синтез наночастиц селена

Синтез наночастиц селена, стабилизированных различными БАВ

Для получения образцов наночастиц селена использовали метод восстановления в водной среде. Прекурсором являлась селенистая кислота, а восстановителем – аскорбиновая кислота. Сначала навеску прекурсора и стабилизатора растворяли в дистиллированной воде. Отдельно готовили раствор восстановителя и доБАВляли к первому раствору. Синтез проводили при постоянной температуре и перемешивании. В качестве стабилизаторов были

использованы: альбумин, желатин, крахмал, ГЭЦ, хитозан. Навески делали в соответствии с матрицей планирования эксперимента (Таблица 2).

Таблица 2. Матрица планирования эксперимента

Стабилизатор	m(сел. к-ты), г	m(стаб.), г	m(аск. к-ты), г
Альбумин	0,0071	0,0375	0,087
Желатин	0,0071	0,0375	0,087
Крахмал	0,0071	0,0375	0,087
ГЭЦ	0,0071	0,0375	0,087
Хитозан	0,0071	0,0375	0,087

Матрица планирования была составлена с учетом предварительных исследований.

2.3. Исследование наночастиц селена методом инфракрасной спектроскопии.

Исследования проводили на ИК-спектрометре ФСМ 1201 с Фурье-преобразованием. Технические характеристики прибора ФСМ 1201:

- 1) рабочая область спектра для модификаций: $400 - 5500 \text{ см}^{-1}$ ($2 - 25 \text{ мкм}$);
- 2) спектральное разрешение для модификаций: не более $1,0 \text{ см}^{-1}$;
- 3) абсолютная погрешность шкалы волновых чисел: не более $\pm 0,1 \text{ см}^{-1}$;
- 4) уровень положительного и отрицательного псевдорассеянного света: не более $\pm 0,25 \%$;
- 5) программное обеспечение: *FSpec 4.0.0.2*.

На рисунке 2.2 представлена блок-схема ИК-спектрометра ФСМ-1201. Прибор состоит из подвижного стекла, излучателя, светоделителя, детектора, неподвижного зеркала, датчика разности хода, АЦП и вычислителя.

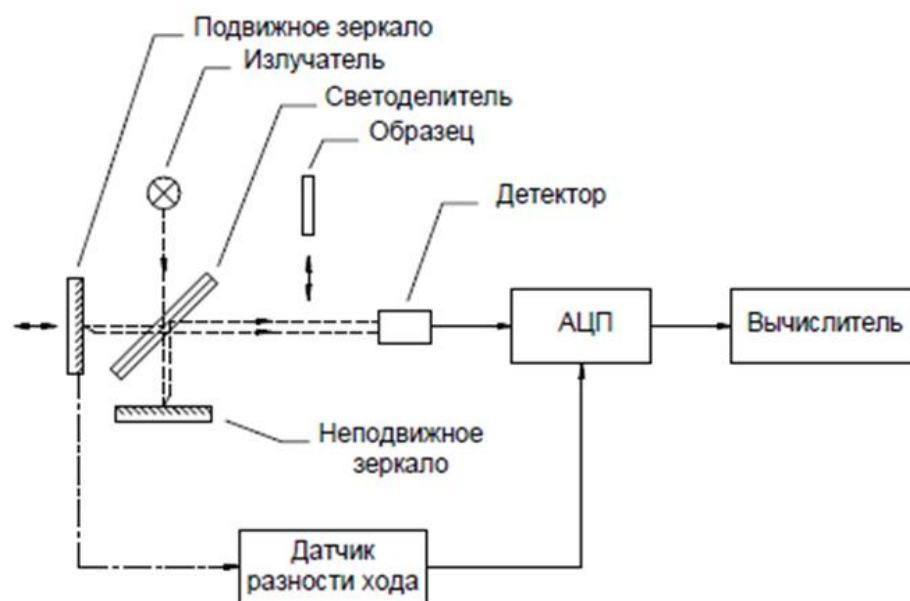


Рисунок 2.2 – Блок-схема Фурье-спектрометра ФСМ-1201

Образцы прессовали в таблетки для ИК-спектроскопии. Для этого 0,0008 г образца тщательно перемешивали с 0,1 г *KBr* в агатовой ступке и помещали в пресс-форму, предварительно обработанную этиловым спиртом. Прессование проводили при давлении 6500 кгс/см² в течение 5 минут. После окончания прессования давление с пресс-формы снимали постепенно во избежание нежелательного растрескивания таблеток вследствие образования напряжений в образце. Перед началом измерений снимали спектр холостой пробы (чистый *KBr*).

3. Обсуждение результатов

Полученные образцы наночастиц селена, стабилизированные БАВ, исследовали методом инфракрасной спектроскопии на установке ФСМ 1201 с фурье-преобразованием.

Анализ ИК-спектра аскорбиновой кислоты показал, что в области от 3150 до 3560 см⁻¹ присутствуют полосы на 3525 см⁻¹, 3410 см⁻¹, 3315 см⁻¹ и 3220 см⁻¹, которые характерны для валентных колебаний О-Н групп, присоединенных к С₆, С₃, С₅, С₂ атомам аскорбиновой кислоты соответственно. Полосы на 3030 и 2918 см⁻¹ принадлежат = СН₂ группе. Полосы на 634, 719 и 1755 см⁻¹ соответствуют колебаниям С = О. Полоса на 1670 см⁻¹ соответствует колебаниям С = С, у атомов С₂ и С₃ аскорбиновой кислоты. Полоса на 1670 см⁻¹ соответствует колебаниям С = С, у атомов С₂ и С₃ аскорбиновой кислоты. Полосы на 1498 см⁻¹, 1365 см⁻¹, 1197 см⁻¹, 990 см⁻¹ соответствуют деформационным колебаниям -СН₂ группы. Полоса на 1220 см⁻¹ соответствует деформационным колебаниям СН группы. Полосы на 1278, 1392 и 1448 см⁻¹ соответствуют деформационным колебаниям С-О-Н, наблюдаемых у С₂, С₃, С₅, С₆ атомов аскорбиновой кислоты. Полосы на 1075, 1112, 1144 и 1330 см⁻¹ соответствуют деформационным колебаниям С-ОН, наблюдаемых у С₂, С₃, С₅, С₆ атомов аскорбиновой кислоты. Полосы на 756 и 871 см⁻¹ соответствуют колебаниям С = С.

Полученные графики представлены на рисунках 4.1-4.5.

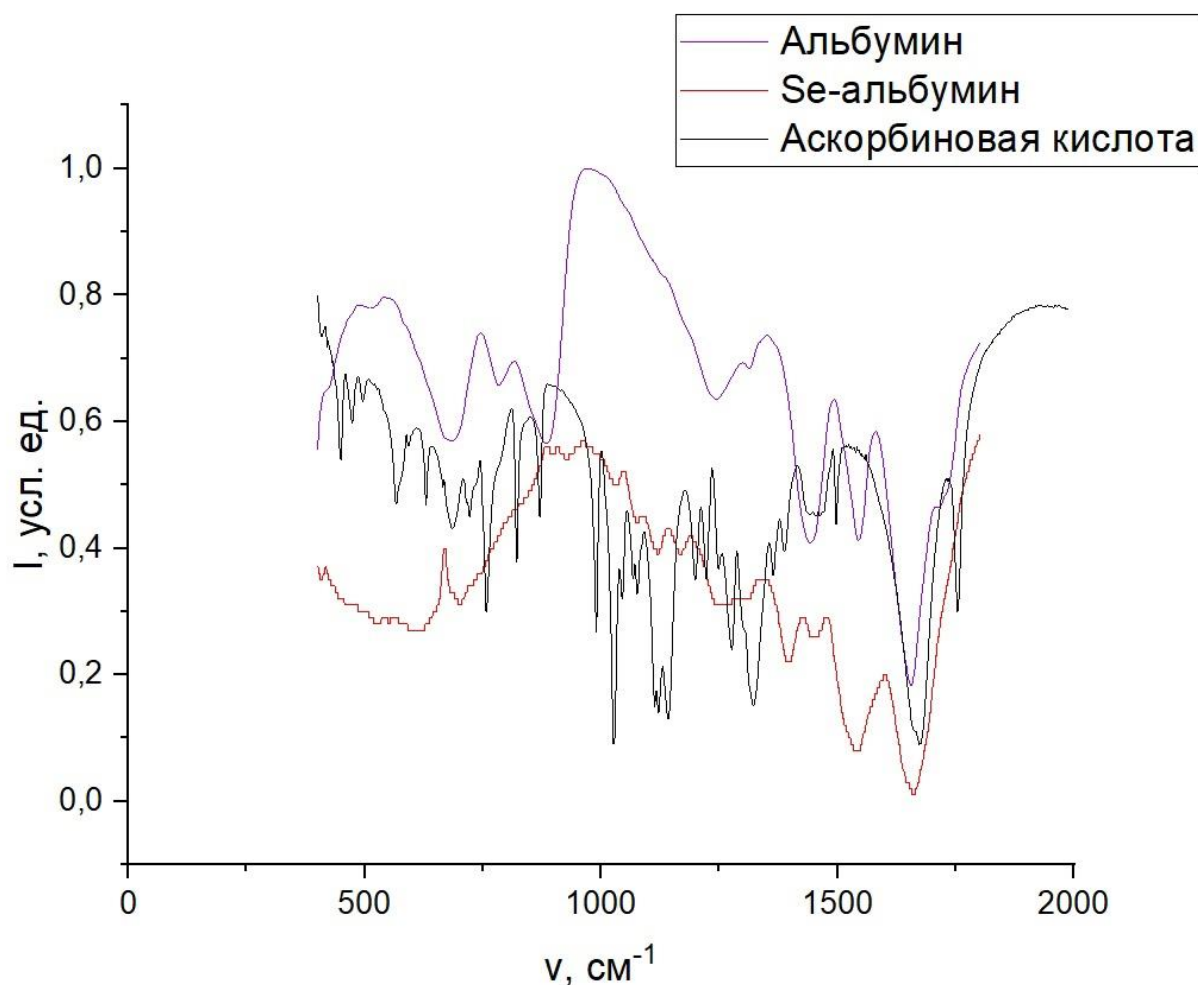


Рисунок 4.1 – Графики, полученные методом ИК-спектроскопии, аскорбиновой кислоты, альбумина и селена, стабилизированного альбумином

На основе анализа ИК-спектра альбумина, было установлено: в диапазоне от 625 до 700 наблюдаются колебания, характерные для О-Н группы (666, 671). В диапазоне от 890 до 1050 наблюдаются колебания, характерные для N-H группы (896, 1025). В диапазоне от 1050 до 1200 наблюдаются колебания, характерные для групп S=O (1076, 1164) и C=O (1096, 1135). В диапазоне от 1320 до 1450 наблюдаются колебания, характерные для -CH₂- группы (1391, 1421). В диапазоне от 1450 до 1660 наблюдаются колебания, характерные для группы =CH- (1482, 1548)

На основе анализа ИК-спектра Se-альбумина, было установлено: в диапазоне от 800 до 900 наблюдаются колебания, характерные для О-Н группы,

в диапазоне от 1300 до 1350 наблюдаются колебания, характерные для С-О группы (1348), в диапазоне от 1400 до 1500 наблюдаются колебания, характерные для цикла (1438, 1492), в диапазоне от 1550 до 1650 наблюдаются колебания, характерные для ароматического цикла. Проанализировав данные связи, можно сделать вывод, что БАВ соединился с наночастицами селена, так как мы видим подобные части графиков на диапазоне 1650-2000 (С-О)

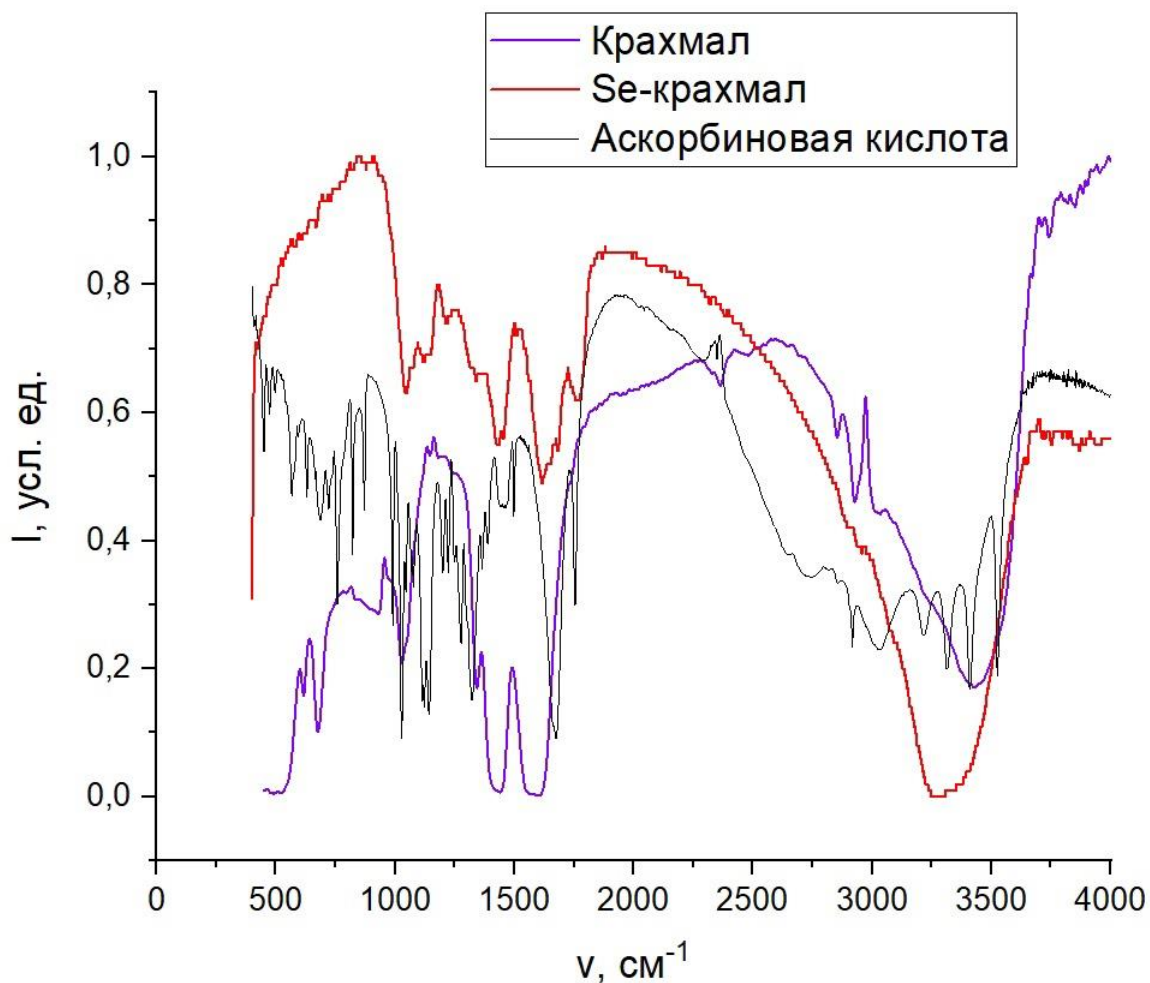


Рисунок 4.2 – Графики, полученные методом ИК-спектроскопии, аскорбиновой кислоты, крахмала и селена, стабилизированного крахмалом

На основе анализа ИК-спектра крахмала, было установлено: в диапазоне от 800 до 900 наблюдаются колебания, характерные для С-С группы (807), в диапазоне от 910 до 1350 наблюдаются колебания, характерные для С-О-С группы (952, 1313), в диапазоне от 1300 до 1660 наблюдаются колебания, характерные для С-ОН группы (1364, 1658), в диапазоне от 2800 до 3000 наблюдаются колебания, характерные для С-Н группы (2872, 2970).

На основе анализа ИК-спектра Se-крахмала, было установлено: в диапазоне от 400 до 650 наблюдаются колебания, характерные для Se-О группы, в диапазоне от 1100 до 1200 наблюдаются колебания, характерные для С-О-С группы (1175), в диапазоне от 1500 до 1550 наблюдаются колебания,

характерные для С-ОН группы (1511). Проанализировав данные связи, можно сделать вывод, что БАВ соединился с наночастицами селена, так как мы видим подобные части графиков на диапазоне 2250-2700 ($-\text{CH}_3$)

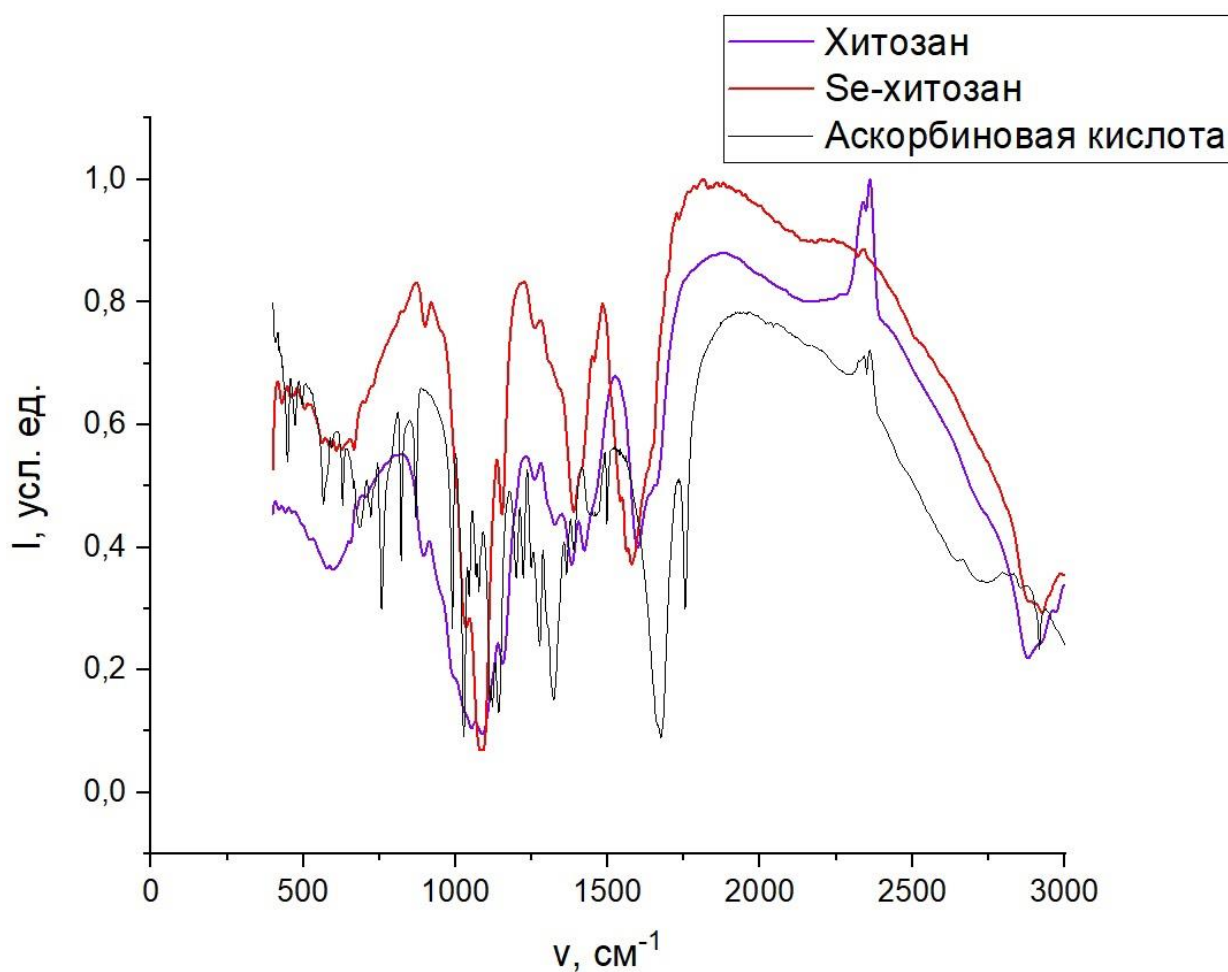


Рисунок 4.3 – Графики, полученные методом ИК-спектроскопии, аскорбиновой кислоты, хитозана и селена, стабилизированного хитозаном

На основе анализа ИК-спектра хитозана, было установлено: в диапазоне от 750 до 850 наблюдаются колебания, характерные для C-NH_2 группы (756, 849), в диапазоне от 900 до 1200 наблюдаются колебания, характерные для C-O-C группы (915, 1223), в диапазоне от 1210 до 1700 наблюдаются колебания,

характерные для С-ОН группы (1230, 1675), в диапазоне от 2900 до 3000 наблюдаются колебания, характерные для С-CH₂ОН группы (2935).

На основе анализа ИК-спектра Se-хитозана, было установлено: в диапазоне от 600 до 700 наблюдаются колебания, характерные для Se-O группы (649, 675), в диапазоне от 1000 до 1100 наблюдаются колебания, характерные для С-О-С группы (1075), в диапазоне от 1220 до 1650 наблюдаются колебания, характерные для С-ОН группы (1224, 1631), в диапазоне от 2900 до 3000 наблюдаются колебания, характерные для С-CH₂ОН группы (2977). Проанализировав данные связи, можно сделать вывод, что БАВ соединился с наночастицами селена, так как мы видим подобные части графиков на диапазоне 1800-2750 (-ОН)

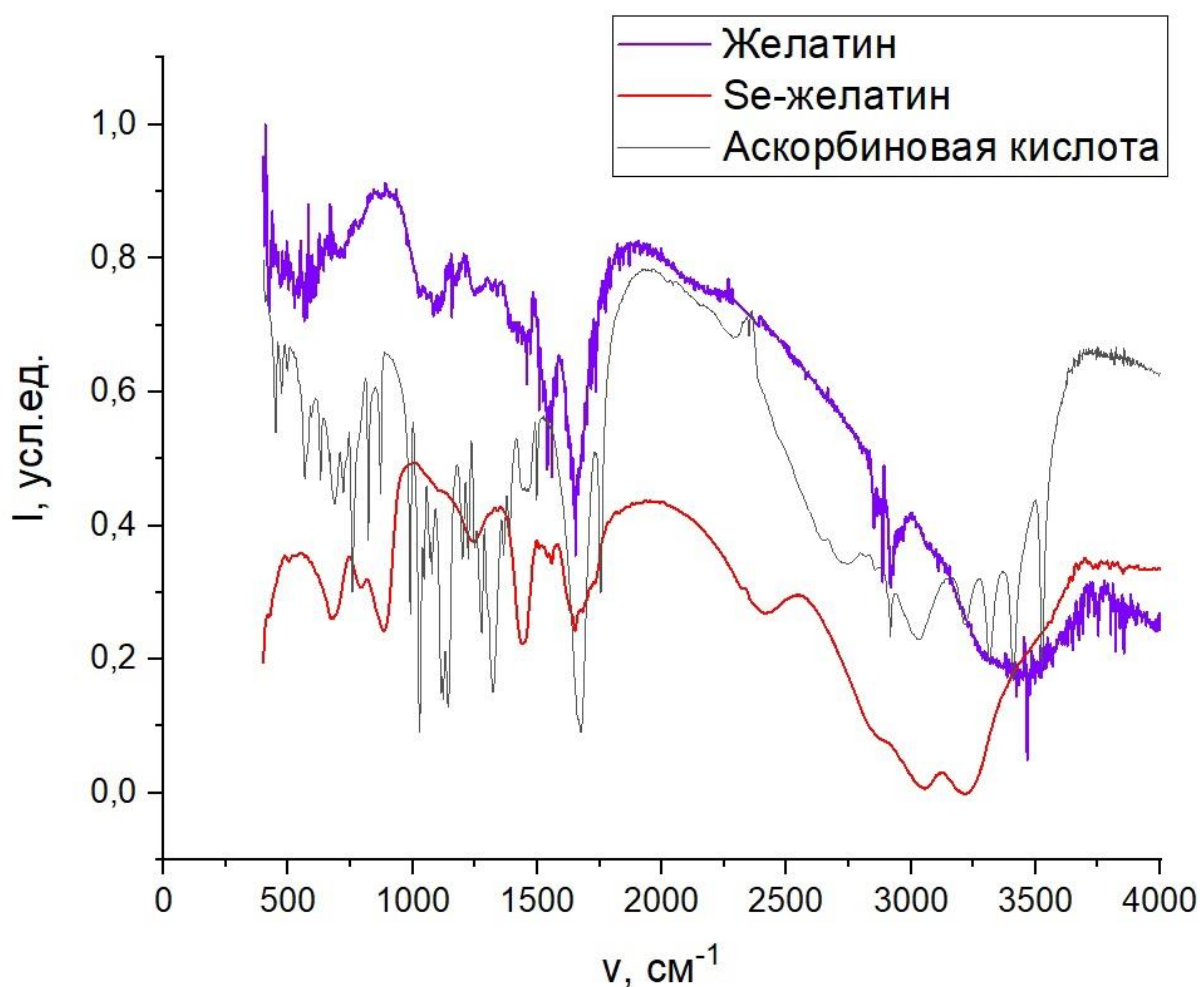


Рисунок 4.4 – Графики, полученные методом ИК-спектроскопии, аскорбиновой кислоты, желатина и селена, стабилизированного желатином

На основе анализа ИК-спектра желатина, было установлено: в диапазоне от 850 до 900 наблюдаются колебания, характерные для C-R группы (889), в диапазоне от 1100 до 1500 наблюдаются колебания, характерные для –ОН группы (1143, 1489), в диапазоне от 1500 до 1710 наблюдаются колебания, характерные для N-H группы (1510, 1707), в диапазоне от 2800 до 3000 наблюдаются колебания, характерные для пролина (2980).

На основе анализа ИК-спектра Se-желатина, было установлено: в диапазоне от 450 до 610 наблюдаются колебания, характерные для Se-O группы (454, 602), в диапазоне от 800 до 850 наблюдаются колебания, характерные для C-R группы (813), в диапазоне от 1300 до 1400 наблюдаются колебания, характерные для –ОН группы (1332), в диапазоне от 1450 до 1610 наблюдаются колебания, характерные для N-H группы (1481, 1602), в диапазоне от 2500 до 2600 наблюдаются колебания, характерные для C=O группы (2547). Проанализировав данные связи, можно сделать вывод, что БАВ соединился с наночастицами селена, так как мы видим подобные части графиков на диапазоне 1300-1600 (-ОН)

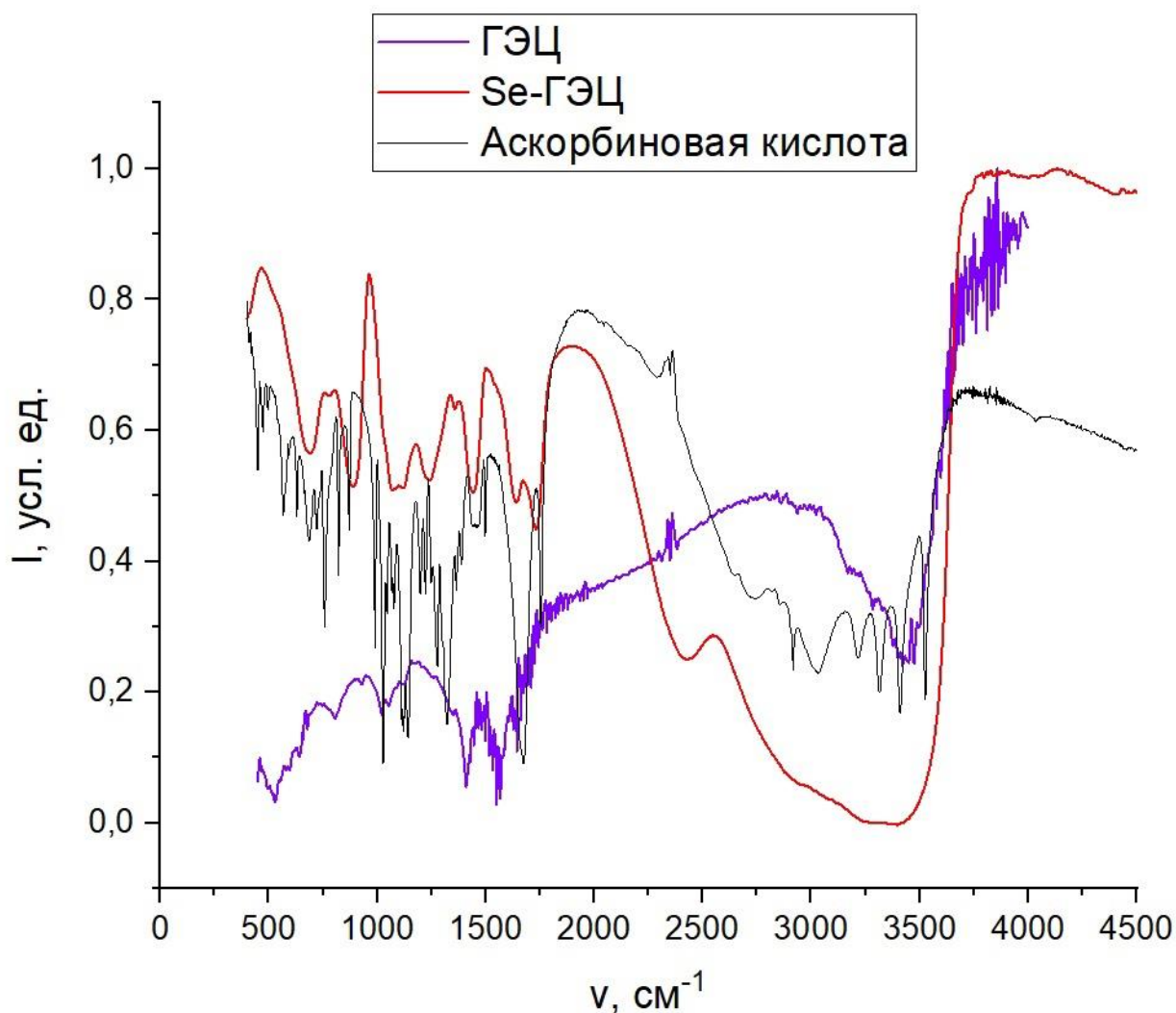


Рисунок 4.5 – Графики, полученные методом ИК-спектроскопии, аскорбиновой кислоты, ГЭЦ и селена, стабилизированного ГЭЦ.

На основе анализа ИК-спектра ГЭЦ, было установлено: в диапазоне от 850 до 950 наблюдаются колебания, характерные для С-ОН группы (871, 948), в диапазоне от до наблюдаются колебания, характерные для группы (), в диапазоне от 1000 до 1200 наблюдаются колебания, характерные для С-О-С группы (1150), в диапазоне от 1400 до 1550 наблюдаются колебания, характерные для –СН₂- группы (1435, 1521), в диапазоне от 2300 до 2400 наблюдаются колебания, характерные для С-Р группы (2337, 2360).

На основе анализа ИК-спектра Se-ГЭЦ, было установлено: в диапазоне от 740 до 810 наблюдаются колебания, характерные для Se-О группы (745, 803), в

диапазоне от 950 до 1000 наблюдаются колебания, характерные для С-ОН группы (945), в диапазоне от 1750 до 2000 наблюдаются колебания, характерные для $-\text{CH}_2-$ группы (1798, 1971), в диапазоне от 2500 до 2600 наблюдаются колебания, характерные для С-Н группы (2542). Проанализировав данные связи, можно сделать вывод, что БАВ соединился с наночастицами селена, так как мы видим подобные части графиков на диапазоне 2700-3200 (С-Н)

Применяемое при выращивании монокристаллов технологическое оборудование является источником повышенной опасности. Поэтому вопросам техники безопасности должно уделяться исключительное внимание. Под техникой безопасности подразумевается комплекс мероприятий технического и организационного характера, направленных на создание безопасных условий труда и предотвращение несчастных случаев на производстве.

Во время работы в цеху по выращиванию монокристаллов YAG на рабочих могут воздействовать следующие опасные факторы:

1. Неблагоприятные параметры микроклимата.
2. Вредное воздействие паров кислот.
3. Загазованность и запыленность производственных помещений.
4. Опасность получения травм при работе на отрезных станках.
5. Повышенный уровень шума.
6. Механические повреждения и термические ожоги.
7. Возникновения возгораний и отравление продуктами горения.
8. Движущиеся механизмы установок.
9. Недостаточная освещенность рабочих мест и другие неблагоприятные факторы.

4.1. Токсичность реактивов

Оксид иттрия по параметрам острой токсичности при внутрижелудочном, накожном и ингаляционном поступлении в организм отнесен к малоопасным веществам и не представляет особой опасности при работе с ним.

Оксид алюминия по параметрам острой токсичности при однократном (внутрижелудочном, накожном и ингаляционном) воздействии на организм относится к малоопасным реактивам и не представляет особой опасности при

работе с ним.

Оксид кальция относится к высокоопасным веществам. Это едкое вещество, особенно опасен при смешивании с водой. В виде пыли или капель взвеси раздражают слизистые, вызывая чихание и кашель. Требуется крайней осторожности при работе с ним.

Оксид хрома (III) Довольно токсичен. Попадая на кожу, способен вызывать экзему и другие кожные заболевания. Особенно опасен при вдыхании аэрозоля оксида, так как это может вызвать тяжелые заболевания. ПДК равен 0,01 мг/м³.

4.2. Защита от воздействия вредных веществ

В производстве монокристаллов YAG используются исходные вещества и реагенты, многие из которых обладают токсическими свойствами. Для предотвращения несчастных случаев необходимо придерживаться следующих правил:

1. Работать в перчатках и спецодежде, в случае необходимости пользоваться защитными очками и противогазом.
2. В процессе работы необходимо соблюдать чистоту и аккуратность.
3. Избегать попадания жидкости на кожу и вдыхания вредных паров.
4. Хранить все реактивы в герметично закрытых сосудах, имеющих надпись, которая характеризует реактив и его концентрацию.
5. Работы с едкими и ядовитыми веществами проводить только в вытяжном шкафу, при включенной приточно-вытяжной вентиляции.
6. Опыты необходимо проводить только в чистой химической посуде, а по окончании эксперимента сразу же ее вымыть.

7. Смешивание или разБАВление химических веществ, сопровождающееся выделением тепла, следует проводить в термостойкой или фарфоровой посуде.

8. Категорически запрещается выливать в раковины концентрированные растворы кислот и щелочей, а также различные органические растворители, сильно пахнущие и огнеопасные вещества.

4.3. Электробезопасность на производстве

Технологическое оборудование, использующееся для выращивания монокристаллов YAG, является источником повышенной опасности для обслуживающего персонала, поэтому для работников предприятия важно знать и соблюдать правила электробезопасности.

Основными причинами поражений электрическим током являются:

1. Появление напряжения там, где его в нормальных условиях не должно быть, под напряжением могут оказаться металлические конструкции, строительные элементы здания и так далее.

2. Соединение изолированных от земли токоведущих частей оборудования с заземлёнными участками здания, оборудования или предметами.

3. Прикосновение к незаизолированным токоведущим частям оборудования.

4. Прочие причины, к числу которых относятся несогласованные действия персонала.

Согласно требованиям нормативных документов, безопасность электроустановок обеспечивается следующими основными мерами:

1. Недоступностью токоведущих частей.

2. Надлежащей, а в отдельных случаях повышенной (двойной) изоляцией.

3. Заземлением или занулением корпусов электрооборудования и элементов электроустановок, которые могут оказаться под напряжением.
4. Надежным и быстродействующим автоматическим защитным отключением.
5. Применением пониженных напряжений (42 В и ниже) для питания переносных токоприемников.
6. Защитным разделением цепей.
7. Блокировкой, предупредительной сигнализацией, надписями и плакатами.
8. Применением защитных средств и приспособлений.
9. Проведением планово-предупредительных ремонтов и профилактических испытаний электрооборудования, аппаратов и сетей, находящихся в эксплуатации.
10. Проведением ряда организационных мероприятий (специальное обучение, аттестация и переаттестация лиц электротехнического персонала, инструктаж и так далее).

4.4. Пожарная безопасность на производстве

Причинами возникновения пожара могут быть:

1. Неисправности электроустановок (среди них на первом месте – неисправности электропроводки, примерно 41%).
2. Неосторожное обращение с огнем.
3. Нарушение требований пожарной безопасности при проведении ремонтных работ (электрогазосварочные, теплоизоляционные и другие работы).
4. Нарушение технологического процесса производства (неисправность роторных установок, пользование неисправными электроприборами).
5. Неисправности систем отопления и нарушение требований

пожарной безопасности при эксплуатации отопительных приборов.

6. Неисправности систем вентиляции и нарушение требований пожарной безопасности при эксплуатации вентиляционного оборудования.

7. Нарушение правил хранения материалов.

В производственных помещениях запрещается:

1. Использовать неисправные приборы (оголенная проводка, розетки и так далее).

2. Оставлять нагревательные приборы без присмотра.

3. Работа с горючими жидкостями и материалами вблизи открытого огня.

4. Хранить легковоспламеняющиеся жидкости в открытой таре вблизи отопительных и нагревательных приборов.

5. Сушить спецодежду на электроприборах и электроустановках.

6. Загромождать проходы и выходы на путь эвакуации, подступы к средствам пожаротушения и пусковым устройствам электрооборудования и вентиляции.

5. Организационно-экономический раздел

5.1 Материалы

Таблица 5.1 – Расчет затрат на материалы

Наименование материального ресурса	Единица измерения	Количество израсходованного материала	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Вода дистиллированная на синтез и на исследование	дм ³	5	55	275,00
Селенистая кислота	кг	0,002	6062	12,12
Аскорбиновая кислота	кг	0,003	3549	10,65
Желатин	кг	0,000564	1099	0,62
Крахмал	кг	0,00002976	489	0,01
ГЭЦ	кг	0,000624	1690	1,05
Хитозан	кг	0,0005347	6130	3,28
Альбумин	кг	0,0001571	2200	0,35
Всего:				303,08
Транспортно- заготовительные расходы				35,54
Стоимость вспомогательных материалов				3,55

ИТОГО затраты на материальные ресурсы	342,17
---------------------------------------	--------

5.2 Расчеты по статье «Спецоборудование»

Полученные результаты расчетов по статье затрат «Спецоборудование» представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Расчет затрат по статье «Спецоборудование»

Оборудование	Количество, шт	Цена за единицу, руб	С _{ам.} , руб	С _{ам.ст.} , руб
Весы аналитические ВЛ-210	1,00	106670,00	10667,00	129,04
Магнитная мешалка	1,00	45590,00	4559,00	55,15
Фурье- спектрофотометр ФСМ-1201	1,00	1100000,00	110000,00	1330,65
ИТОГО	1514,84			
Транспортные расходы	75,74			
ВСЕГО	1590,58			

5.3 Расчеты по статье «Основная заработная плата»

Таблица 5.3 – Расчет по статье «Основная заработная плата»

Виды работ	Должность	Трудоемкост ь, чел / день	Дневная ставка, руб	Основная заработная плата, руб
Составление плана работ	Доцент	5	1240,68	6203,45

Изучение техники безопасности	Студент	5	153,85	769,25
Сбор информации	Студент	5	153,85	769,25
Составление обзора	Студент	5	153,85	769,25
Расчет планово-экономических показателей	Студент	5	153,85	769,25
Теоретическое исследование, расчеты	Студент	5	153,85	769,25
Подготовка экспериментов	Студент	5	153,85	769,25
Проведение экспериментов	Студент	5	153,85	769,25
Обобщение результатов	Студент	5	153,85	769,25
Анализ результатов	Студент	5	153,85	769,25
Анализ результатов	Доцент	5	1240,68	6203,45
Составление отчетов	Студент	5	153,85	769,25
Итого				20099,40

5.4 Результаты расчетов по статье «Отчисление на общественные нужды»

Результаты расчетов по статье «Отчисление на общественные нужды» представлены в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Отчисления в фонды и на налоги

Вид отчисления	Процентная ставка, %	Сумма, руб.
Оплата страховых взносов	30,0	7235,78

Пенсионный фонд (ПФ)	22,0	5306,24
Фонд социального страхования (ФСС)	2,9	699,46
Федеральный Фонд обязательного медицинского страхования (ФФОМС)	5,1	1230,08
Сумма		14471,56

5.5 Расчет по статье «Прочие расходы»

К статье «Прочие и прямые расходы» относятся расходы на использования средств телефонной связи и тому подобное. Расходы по данной статье составили 1500,00 руб.

В результате себестоимость работы составила 38003,71 рублей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе практики:

1. Ознакомился с техникой безопасности и правилами работы в научно-исследовательской лаборатории.
2. Ознакомился с литературными данными по теме исследования.
3. Провел синтез наночастиц селена с использованием различных БАВ в качестве стабилизатора.
4. Получил образцы НЧ селена, стабилизированные различными БАВ.
5. Исследовал полученные образцы методом инфракрасной спектроскопии
6. Доказал, что все БАВ действительно стабилизировали наночастицы селена.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Скоринова К.Д., Кузьменко В.В., Василенко А.И. Перспектива создания лекарственных препаратов на основе наночастиц селена (обзор). Разработка и регистрация лекарственных средств. 2020;9(2):33-44. <https://doi.org/10.33380/2305-2066-2020-9-2-33-44>
2. Горшунова С.В. Новые методы синтеза наночастиц селена и установление их биологической активности. *Нанобиотехнологии*
3. Авцын А.П., Жаворонков А.А., Риш М.А., Строчкова Л.С. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология. М.: Медицина, 1991. 496 с.
4. Аристархов А.Н., Бусыгин А.С., Яковлева Т.А. Дефицит селена в почвах и растениях северо-восточного Нечерноземья как индикатор необходимости применения селеновых удобрений // Междунар. сельскохозяйств. журн. 2018. № 1 (361). С. 31–36.
5. Бабенко Г.А. Микроэлементозы человека: патогенез, профилактика, лечение // Микроэлементы в медицине. 2001. Т. 2. Вып. 1. С. 2–5.
6. Блинохватов А.Ф., Денисова Г.В., Ильин Д.Ю. и др. Селен в биосфере. Пенза: РИО ПГСХА, 2001. 324 с.
7. Болотников И.Ю. Экологические факторы и показатели здоровья детского населения Астраханской области // Мат. 6-й междунар. биогеохим. школы. Астрахань, 22–25 сентября 2008 г. С. 105.
8. Кашин В.К., Шубина О.И. Биологическое действие и накопление селена в пшенице в условиях селенодефицитной биогеохимической провинции // Химия в интересах устойчивого развития. 2011. № 19. С. 151–156.
9. Голубкина Н.А., Папазян Т.Т. Селен в питании. Растения, животные, человек. М.: Печатный город, 2006. 269 с.
10. Серегина И.И., Ниловская Н.Т. Биологическая роль селена в растениях // Агрохимия. 2002. № 10. С. 76–85.

11. Шурыгина И.А., Шурыгин М.Г. Наноккомпозиты селена - перспективы применения в онкологии // ВНМТ. 2020. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nanokompozity-selena-perspektivy-primeneniya-v-onkologii> (дата обращения: 28.08.2024).
12. Юркова И.Н., Омельченко А.В. Влияние наночастиц селена и селенита натрия на рост и развитие растений пшеницы // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. Биология. Химия. 2015. №3 (67). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-nanochastits-selena-i-selenita-natriya-na-rost-i-razvitie-rasteniy-pshenitsy> (дата обращения: 28.08.2024).
13. <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-polucheniya-nanorazmernogo-selena-v-zhidkosti/viewer>
14. <https://cyberleninka.ru/article/n/nanokompozity-selena-perspektivy-primeneniya-v-onkologii>
15. <https://rscf.ru/project/23-16-00120/>
16. https://sutd.ru/upload/iblock/8d6/Ivanov_d.pdf
17. <https://www.sciencedirect.com/topics/nursing-and-health-professions/selenium-nanoparticle>
18. https://yandex.ru/patents/doc/RU2668035C2_20180925
19. <https://studfile.net/preview/3499349/>
20. https://ru.wikipedia.org/wiki/Поверхностно-активное_вещество
21. <https://bigenc.ru/c/poverkhnostno-aktivnye-veshchestva-3e1b92>
22. <https://septolit.ru/blogs/novosti/chto-takoe-pav-i-kak-oni-otlichayutsya>
23. <https://studfile.net/preview/5911233/page:26/>
24. https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/46971/1/978-5-7996-2021-9_2017.pdf
25. <https://studfile.net/preview/17167249/page:13/>
26. https://www.flinnsci.com/sds_410.3-hydroxyethyl-cellulose/sds_410.3/
27. https://www.flinnsci.com/sds_29-albumin/sds_29/
28. https://www.flinnsci.com/sds_363-gelatin/sds_363/