***На правах рукописи***

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

**«Оренбургский государственный университет»**

Кафедра биологии и почвоведения

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

*«Нанобиотехнологии»*

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

*06.03.01 Биология*

(код и наименование направления подготовки)

*Микробиология*

*Биоэкология*

*Эко- и агротехнологии*

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Тип образовательной программы

*Программа академического бакалавриата*

Квалификация

*Бакалавр*

Форма обучения

*Очная*

Год набора 2023

Составители \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Е.С. Алешина

Методические указания рассмотрены и одобрены на заседании кафедры биохимии и микробиологии

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Е.С. Барышева

Методические указания является приложением к рабочей программе по дисциплине «Нанобиотехнологии», зарегистрированной в ЦИТ под учетным номером\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

|  |
| --- |
|  |
|  |

**Содержание**

[**Цели и задачи освоения дисциплины** 4](#_Toc130151474)

[1 Методические указания по лекционным занятиям 4](#_Toc130151475)

[2 Методические указания по практическим занятиям 5](#_Toc130151476)

[**Практические занятия (семинары), проводимые в 4 семестре.** 6](#_Toc130151477)

[3 Методические указания по самостоятельной работе 6](#_Toc130151478)

[3.1 Методические рекомендации по подготовке эссе 7](#_Toc130151479)

[4 Методические указания по промежуточной аттестации по дисциплине 8](#_Toc130151480)

[**Основная литература** 9](#_Toc130151481)

[**Дополнительная литература** 9](#_Toc130151482)

[**Интернет-ресурсы** 10](#_Toc130151483)

[**Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы** 10](#_Toc130151484)

Настоящее издание является частью учебно-методического комплекса по дисциплине «Нанобиотехнологии», методическим указанием к лабораторным и практическим занятиям, самостоятельной работе (курсовой работе и реферату) и самоподготовке.

Отражены цели и задачи дисциплины, ее объем, структура и содержание лабораторных работ, практических (семинарских) занятий, самостоятельной работы, методика ее реализации, а также методики проведения промежуточной аттестации. Предложен список основной и дополнительной литературы.

Предназначено для студентов направлений подготовки бакалавров 06.03.01 Биология (Микробиология).

**Цели и задачи освоения дисциплины**

**Цель (цели)** освоения дисциплины:

формирование у студентов второго курса направления подготовки «Биология» прочной связи между возможностями применения нанообъектов в жизни с их санитарно-гигиенической и токсикологической безопасностью*.*

**Задачи:**

- получить базовые представления о распространении наноструктур и наночастиц в природе, об их экологической безопасности, их формировании, строении и свойствах;

- иметь представление о применении нанотехнологий и наноматериалов в нашей повседневной жизни;

- владеть информацией о реальных нанотоварах и наноуслугах, доступных обычному потребителю;

- на основе теоретических знаний анализировать и обсуждать развитие наноиндустрии в России;

- приобрести навыки работы с наночастицами;

- приобрести навыки оценки безопасности наноматериалов;

- обоснованно выбирать соответствующий метод исследования для решения практических задач;

- уметь самостоятельно работать с учебной, научной и справочной литературой, вести информационный поиск.

**Разделы дисциплины, изучаемые в 4 семестре**

| № раздела | Наименование разделов |
| --- | --- |
|
|
| 1 | **Наночастицы и наноструктуры** |
| 2 | Нанотехнологии в экологии |
| 3 | Нанотехнологии в медицине и ветеринарии |
| 4 | Нанотехнологии в косметологии и фармакологии |
| 5 | **Безопасность наноматериалов и нанотехнологий** |
|  | Итого: |
|  | Всего: |

# 1 Методические указания по лекционным занятиям

Основная дидактическая цель лекции — обеспечение ориентировочной основы для дальнейшего усвоения учебного материала. В ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает преподаватель, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале замечаниями «важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения. Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста.

Работая над конспектом лекций, необходимо использовать не только основную литературу, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал преподаватель. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом. Тематика лекций указана в рабочей программе дисциплины:

**Раздел №1. Наночастицы и наноструктуры.** **Формирование, свойства и токсичность наночастиц и наноструктур. Наночастицы в природе.**

**Раздел №2. Нанотехнологии в экологии.** Применение наночастиц в фильтрующих материалах. Катализ. Адсорбция вредных веществ. Синтез экологически безопасных материалов. Опасность нанотехнологий для экологии.

**Раздел №3. Нанотехнологии в медицине и ветеринарии.** Наномедицина - одно из приоритетных направлений в современной медицине. Наночастицы - инструмент для получения принципиально новых лекарственных средств, обладающих высокой эффективностью действия. Магнитные наночастицы. Эмбриология на границе нанодиапазона.

**Раздел №4. Нанотехнологии в косметологии и фармакологии.** Производство косметических препаратов на основе наноматериалов. Нанотехнологии как инструмент доставки лекарственных средств. Наноразмерные системы доставки лекарственных веществ. Активные вещества и новые способы лечения.

**Раздел №5. Безопасность наноматериалов и нанотехнологий.** **Методическое обеспечение, регламентирующее оценку безопасности наноматериалов. Проблемы обеспечения биобезопасности наноматериалов и нанотехнологий и подходы к их решению. Нанотехнологическое обеспечение безопасности медицинских препаратов.** Особенности экотоксикологической оценки безопасности наноматериалов. Возможности и ограничения для определения биологической безопасности наночастиц методами люминесцентного анализа. Использование модельных объектов (микроорганизмов, растений, животных, культур клеток и тканей, эмбрионов млекопитающих и человека), интерпретация полученных результатов.

# 2 Методические указания по практическим занятиям

Целью практических занятий является углубление и закрепление теоретических знаний, полученных студентами на лекциях и в процессе самостоятельного изучения учебного материала, а, следовательно, формирование у них определенных умений и навыков.

В ходе подготовки к практическому занятию необходимо прочитать конспект лекции, изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, выполнить выданные преподавателем практические задания. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования программы. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы. Желательно при подготовке к практическим занятиям по дисциплине одновременно использовать несколько источников, раскрывающих заданные вопросы.

Подготовка к семинарскому занятию включает 2 этапа:

1й – организационный;

2й - закрепление и углубление теоретических знаний.

На первом этапе студент планирует свою самостоятельную работу, которая включает: - уяснение задания на самостоятельную работу; - подбор рекомендованной литературы; - составление плана работы, в котором определяются основные пункты предстоящей подготовки. Составление плана дисциплинирует и повышает организованность в работе. Второй этап включает непосредственную подготовку студента к занятию. Начинать надо с изучения рекомендованной литературы. Необходимо помнить, что на лекции обычно рассматривается не весь материал, а только его часть. Остальная его часть восполняется в процессе самостоятельной работы. В связи с этим работа с рекомендованной литературой обязательна. Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов. В процессе этой работы студент должен стремиться понять и запомнить основные положения рассматриваемого материала, примеры, поясняющие его, а также разобраться в иллюстративном материале. Заканчивать подготовку следует составлением плана (конспекта) по изучаемому материалу (вопросу). Это позволяет составить концентрированное, сжатое представление по изучаемым вопросам.

**Практические занятия (семинары), проводимые в 4 семестре.**

| № занятия | № раздела | Тема | Кол-во часов |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 1 | **Наночастицы в природе** | 2 |
| 2 | 1 | Виды наноматериалов. Свойства наноматериалов. | 6 |
| 3 | 1 | Методы исследования наноматериалов. | 4 |
| 4 | 2 | Применение наночастиц в фильтрующих материалах. | 2 |
| 5 | 2 | Синтез экологически безопасных материалов. Опасность нанотехнологий для экологии. | 4 |
| 6 | 3 | Наномедицина - одно из приоритетных направлений в современной медицине | 4 |
| 7 | 4 | **Лекарственные средства на основе наночастиц.** | 2 |
| 8 | 4 | Производство косметических препаратов на основе наноматериалов. | 2 |
| 9 | 5 | **Проблемы обеспечения биобезопасности наноматериалов и нанотехнологий и подходы к их решению.** | 4 |
| 10 | 5 | Особенности экотоксикологической оценки безопасности наноматериалов. | 4 |
|  |  | Итого: | 34 |

# 3 Методические указания по самостоятельной работе

Самостоятельная работа обучающихся является важнейшим видом освоения содержания дисциплины, подготовки к практическим занятиям и к зачету. Сюда же относятся и самостоятельное углубленное изучение тем дисциплины. Самостоятельная работа представляет собой постоянно действующую систему, основу образовательного процесса и носит исследовательский характер, что послужит в будущем основанием для написания научно-квалификационной работы, практического применения полученных знаний. Организация самостоятельной работы обучающихся ориентируется на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей, переход от поточного к индивидуализированному обучению, с учетом потребностей и возможностей личности. Правильная организация самостоятельных учебных занятий, их систематичность, целесообразное планирование рабочего времени позволяет обучающимся развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивать высокий уровень успеваемости в период обучения, получить навыки повышения профессионального уровня. Самостоятельная работа реализуется:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий;

- на лекциях, практических занятиях;

- в контакте с преподавателем вне рамок расписания;

- на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.

- в библиотеке, дома, на кафедре при выполнении обучающимся учебных и практических задач.

Самостоятельная работа обучающихся предполагает следующие виды отчетности:

- подготовку и написание рефератов и курсовых работ на заданные темы, изготовление презентаций;

- выполнение домашних заданий, поиск и отбор информации по отдельным разделам курса в сети Интернет.

В процессе изучения курса необходимо обратить внимание на самоконтроль знаний. С этой целью обучающийся после изучения каждой отдельной темы и затем всего курса по учебнику и дополнительной литературе должен проверить уровень своих знаний с помощью контрольных вопросов и тестовых заданий, которые помещены в конце каждой темы. Для самостоятельного изучения отводятся темы, хорошо разработанные в учебных пособиях, научных монографиях и не могут представлять особенных трудностей при изучении. Эффективным средством осуществления обучающимся самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем.

## 3.1 Методические рекомендации по подготовке эссе

Подготовка эссе направлена на развитие и закрепление у студентов навыков самостоятельного глубокого, творческого и всестороннего анализа научной, методической и другой литературы по актуальным проблемам дисциплины; на выработку навыков и умений грамотно и убедительно излагать материал, четко формулировать теоретические обобщения, выводы и практические рекомендации. Эссе должны отвечать высоким квалификационным требованиям в отношении научности содержания и оформления. Темы эссе, как правило, посвящены рассмотрению одной проблемы. Объем эссе может быть от 4 до 8 страниц машинописного текста, отпечатанного компьютере через 1 интервал (список литературы и приложения в объем не входят). Текстовая часть работы состоит из введения, основной части и заключения. Во введении студент кратко обосновывает актуальность избранной темы реферата, раскрывает конкретные цели и задачи, которые он собирается решить в ходе своего небольшого исследования. В основной части подробно раскрывается содержание вопроса (вопросов) темы. В заключении кратко должны быть сформулированы полученные результаты исследования и даны выводы. Кроме того, заключение может включать предложения автора, в том числе и по дальнейшему изучению заинтересовавшей его проблемы. В список литературы (источников и литературы) студент включает только те документы, которые он использовал при подготовке эссе. В приложении (приложения) к эссе могут выноситься таблицы, графики, схемы и другие вспомогательные материалы, на которые имеются ссылки в тексте эссе. Эссе должен быть выполнен за один месяц до начала экзаменационной сессии. Студенты, не представившие и не защитившие в установленный срок эссе, либо получившие оценку «неудовлетворительно», к сдаче зачет не допускаются.

# 

# 4 Методические указания по промежуточной аттестации по дисциплине

Общие положении Промежуточная аттестация является основной формой контроля учебной работы обучающихся. Промежуточная аттестация оценивает результат учебной деятельности обучающихся – за семестр. Основными формами промежуточной аттестации, определяемой ФГОС являются:

• экзамен по отдельной дисциплине;

• зачет по отдельной дисциплине;

• дифференцированный зачет.

Формы и порядок промежуточной аттестации выбираются образовательным учреждением самостоятельно, периодичность промежуточной аттестации определяется (рабочим) учебным планом на учебный год. В соответствии со ст. 58 Закона РФ «Об образовании в РФ» образовательное учреждение самостоятельно, а выборе системы оценок, формы, порядка и периодичности промежуточной аттестации обучающихся. При освоении ООП рекомендуется применять – зачеты (в том числе дифференцированные зачеты с выставлением балльных отметок) и экзамены (в том числе экзамены по каждому модулю без выставления балльных отметок). Промежуточная аттестация профессиональных модулей (учебных дисциплин) может проводиться непосредственно после завершения освоения программ модулей и/или учебных дисциплин, а также (по выбору образовательного учреждения) после изучения междисциплинарных дисциплин и прохождения разных видов практики в составе профессионального модуля. Промежуточная аттестация в форме зачета или дифференцированного зачета проводится за счѐт часов, отведенных на освоение соответствующей учебной дисциплины или профессионального модуля. Промежуточная аттестация в форме экзамена проводится в день, освобождений от других форм учебной нагрузки.

Промежуточная аттестация обеспечивает оперативное управление учебной деятельностью обучающихся и ее корректировку и проводится с целью определения:

• соответствия уровня и качества подготовки бакалавра (магистра);

• полноты и прочности теоретических знаний по дисциплине или ряду дисциплин;

• сформированности умений применять полученные теоретические знания при решении практических задач;

• определения умений самостоятельной работы с учебно-нормативной литературой.

**Вопросы, выносимые на зачет:**

* + - 1. История открытия и создания наноматериалов и наноструктур.
      2. Наночастицы: определение, характеристика, виды.
      3. **Наночастицы в природе.**
      4. **Углеродные нанотрубки**
      5. **Фуллерены.**
      6. **Наносуспензии.**
      7. **Наноэмульсии.**
      8. **Наноаэрозоли.**
      9. **Нанокластеры.**
      10. **Нанокристаллы.**
      11. **Металлические наноматериалы.**
      12. Способы получения наноматериалов.
      13. Самоорганизация наночастиц.
      14. Методы исследования наноматериалов.
      15. Наномедицина и химическая промышленность.
      16. Возможные пути применения биологических объектов для исследований в области биотехнологий.
      17. **Методическое обеспечение, регламентирующее оценку безопасности наноматериалов.**
      18. **Проблемы обеспечения биобезопасности наноматериалов и нанотехнологий и подходы к их решению. Нанотехнологическое обеспечение безопасности медицинских препаратов.**
      19. Особенности экотоксикологической оценки безопасности наноматериалов.
      20. Наночастицы – инструмент для получения принципиально новых лекарственных средств, обладающих высокой эффективностью действия.
      21. Возможности и ограничения для определения биологической безопасности наночастиц методами люминесцентного анализа.
      22. Нанотоксикология.
      23. Микророботы, нанороботы. Нанооболочки.
      24. Нанолекарства.
      25. Нанопереносчики лекарственных препаратов.
      26. Молекулярные роботы-санитары.
      27. Безотходные нанотехнологические методы.

Учебно-методическое обеспечение, рекомендованное студентам для подготовки к промежуточной аттестации и самостоятельной работе:

**Основная литература**

1. Алешина, Е. С. Нанобиотехнологии: просто о сложном [Электронный ресурс] : учебное пособие для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 06.03.01 Биология / Е. С. Алешина, С. В. Лебедев; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 1.86 Мб). - Оренбург : ОГУ, 2021. - 109 с. - Загл. с тит. экрана. - Adobe Acrobat Reader 6.0. - Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod\_all/150431\_20210630.pdfГусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии [Текст] / А.И. Гусев. М.: Физматлит, 2009. – 415 с.
2. Будкевич, Е. В. Биомедицинские нанотехнологии [Текст]: учебное пособие / Е. В. Будкевич, Р. О. Будкевич.- 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 176 с. : ил., табл. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 170-173. - Слов. терминов: с. 163-168. - ISBN 978-5-8114-9164-3.

**Дополнительная литература**

1. Алешина Е.С. Методы биолюминесцентного тестирования [Электронный ресурс] : методические указания к лабораторному практикуму / Е. С. Алешина, И. Ф. Каримов, Д. Г. Дерябин; М-во образования и науки Рос. Федерации, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. микробиологии. - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 0.57 Мб). - Оренбург : ОГУ, 2011. - 56 с. - Загл. с тит. экрана. - Adobe Acrobat Reader 4.0. - Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod\_all/518\_20110701.pdf
2. Динамические модели процессов в клетках и субклеточных наноструктурах [Текст]: / под общ.ред. Г. Ю. Ризниченко, А. Б. Рубина. - М.: Ин-т компьютер.исслед., 2010. - 448 с.
3. Нанонаука и нанотехнологии: энцикл. систем жизнеобеспечения [Текст]: / глав.соред.: О.О. Аваделькарим, Ч. Бай, С. П. Капица. М. : Магистр, 2009. – 992 с.
4. Суздалев И.П. [Текст]: Нанотехнология: физико-химиянанокластеров, наноструктур и наноматериалов / И.П. Суздалев. М.: КомКнига, 2006. – 592 с.
5. Физико-химия наночастиц, наноматериалов и наноструктур : учебное пособие / А. А. Барыбин, В. А. Бахтина, В. И. Томилин, Н. П. Томилина. – Красноярск : Сибирский федеральный университет (СФУ), 2011. – 236 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229593 (дата обращения: 15.03.2023). – ISBN 978-5-7638-2396-7. – Текст : электронный.
6. Елисеев, А. А. Функциональные наноматериалы : учебное пособие / А. А. Елисеев, А. В. Лукашин. – Москва : Физматлит, 2010. – 454 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68876 (дата обращения: 15.03.2023). – ISBN 978-5-9221-1120-1. – Текст : электронный.

**Периодические издания**

1. Экология и жизнь, 2010. - N 8, 9.
2. Прикладная биохимия и микробиология : журнал. - Москва : ИКЦ "Академкнига", 2017. - Т. 53, N 1-6, 2018. - Т. 54, N 1-6, 2019. - Т. 55, N 1-6, 2020. - Т. 56, N 1-6.
3. Бюллетень экспериментальной биологии и медицины: журнал. - Москва: Агентство "Роспечать", 2018. - Т. 165, N 1-6,Т. 166, N 7-12, 2019. - Т. 167, N 1-6, Т. 168, N 7-12, 2020. - Т. 169, N 1-6, Т. 170, N 7-12, 2021. - Т. 171, N 1-12, 2022. - N 1-12, 2023. - N 1-2.

**Интернет-ресурсы**

1. Национальный центр биотехнологической информации. Веб-ресурс: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>
2. [еНано - образовательная онлайн-платформа edunano.ru](https://edunano.ru/katalog/?tag=nanomaterialy) МООК: «Наноматериалы в биотехнологии и биоинженерии», «Введение в нанотехнологии»,
3. [нано · Каталог · Stepik](https://stepik.org/catalog/search?q=%D0%BD%D0%B0%D0%BD%D0%BE) МООК: «Нанотехнологии», «Наноструктурированные средства доставки лекарств» и т.д.
4. Сайт научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU – крупнейшей электронной библиотеки научных публикаций, обладающей богатыми возможностями поиска и получения информации. Режим доступа: <http://elibrary.ru/>

1. SCOPUS [Электронный ресурс]: реферативная база данных / компания Elsevier. – Режим доступа: <https://www.scopus.com/>, в локальной сети ОГУ.

2. Сайт Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова. – Режим доступа :

<http://www.msu.ru>

1. A Nature Portfolio Solution [Электронный ресурс]: база данных. – Режим доступа: [Nano – A comprehensive nanotechnology database by Nature Research](https://nano.nature.com/)
2. <https://openedu.ru/> - «Открытое образование», Каталог курсов, МООК: «Наноматериалы в биотехнологии и биоинженерии», «Процессы получения наночастиц и наноматериалов»

**Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

1. Операционная система РЕД ОС1
2. Пакет офисных приложений LibreOffice2
3. Программная система для организации видео-конференц-связи Webinar.ru
4. ГАРАНТ Платформа F1 [Электронный ресурс]: справочно-правовая система. / Разработчик ООО НПП «ГАРАНТ-Сервис», 119992, Москва, Воробьевы горы, МГУ, [1990–2023]. – Режим доступа в сети ОГУ для установки системы: \\fileserver1\GarantClient\garant.exe
5. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: электронное периодическое издание справочная правовая система. / Разработчик ЗАО «Консультант Плюс», [1992–2023]. – Режим доступа к системе в сети ОГУ для установки системы: \\fileserver1\!CONSULT\cons.exe
6. http://edu.garant.ru/garant/study/ - Интернет-версия ГАРАНТ-Образование, Система ГАРАНТ для студентов, аспирантов и преподавателей
7. Автоматизированная интерактивная система сетевого тестирования - АИССТ (зарегистрирована в РОСПАТЕНТ, Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2011610456, правообладатель – Оренбургский государственный университет), режим доступа - <http://aist.osu.ru>.
8. Нанобиотехнологии [Электронный ресурс]: электронный курс в системе Moodle / Е.С. Алешина, Оренб. гос. ун-т. – Электрон. дан. – Оренбург : ОГУ, [2023].– Режим доступа: Электронные курсы ОГУ в системе обучения moodle. – <https://moodle.osu.ru/course/view.php?id=21761>
9. Введение в нанотехнологии [Электронный ресурс]: онлайн-курс на платформе https://edunano.ru/ - АНО «еНано»/ Разработчик курса: Ю.М. Токунов, Ф.М. Путря, М.В. Н.Л. Шимановский, режим доступа: https://edunano.ru/courses/vvedenie-v-nanotekhnologii/