

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт геологии и нефтегазовых технологий



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной деятельности КФУ

\_\_\_\_\_ Турилова Е.А.

"\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## **Программа дисциплины**

Скелетная биоминерализация: основа, процессы, эволюция

Направление подготовки: 05.04.01 - Геология

Профиль подготовки: Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): профессор кафедры Силантьев В.В. (Кафедра точных наук и информационных технологий, Факультет медицины и технических наук), Vladimir.Silantiev@kpfu.ru ; доцент, к.н. Уразаева М.Н. (Кафедра палеонтологии и стратиграфии, Институт геологии и нефтегазовых технологий), Milyausha.Urazaeva@kpfu.ru

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-9	Способен оценивать перспективу применения различных методов увеличения нефтеотдачи (термических, химических, биологических и пр.) в конкретных геологических условиях

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- основные типы биоминерализации, их подразделение по минеральному составу, по микроструктурному выражению, их распространение по группам биологического мира;

Должен уметь:

- интерпретировать минеральные структуры и биоминерализацию скелетных тканей по группам биологического мира;

Должен владеть:

- навыками распознавания минеральных структур, биоминерализации скелетных тканей по группам биологического мира;

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.02.02 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 05.04.01 "Геология (Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов)" и относится к дисциплинам по выбору части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 1 курсе в 2 семестре.

## 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 часа(ов).

Контактная работа - 35 часа(ов), в том числе лекции - 8 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 26 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 1 часа(ов).

Самостоятельная работа - 55 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 18 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен во 2 семестре.

## 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
1.	Тема 1. Механизмы биоминерализации	2	1	0	0	0	4	0	6

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Самостоятельная работа
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практические занятия, всего	Практические в эл. форме	Лабораторные работы, всего	Лабораторные в эл. форме	
2.	Тема 2. Биомеханика минерализованных скелетов. Карбонатные спикулы у беспозвоночных	2	1	0	0	0	4	0	6
3.	Тема 3. Фосфатные структуры у беспозвоночных и одноклеточных организмов. Минеральные структуры у кораллов и коралловых губок	2	1	0	0	0	4	0	10
4.	Тема 4. Минеральные структуры у лофофорат. Минеральные структуры экзоскелета Членистоногих	2	1	0	0	0	4	0	10
5.	Тема 5. Минеральные структуры моллюсков и их эволюционное значение (головоногие, брюхоногие, двустворчатые)	2	2	0	0	0	6	0	13
6.	Тема 6. Минеральные структуры и биоминерализация у иглокожих, конодонт, протохордовых. Минеральные структуры, биоминерализация скелетных тканей позвоночных	2	2	0	0	0	4	0	10
	Итого		8	0	0	0	26	0	55

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

##### Тема 1. Механизмы биоминерализации

Любая общая теория биоминерализации должна объяснять образование твердых фаз из биологических жидкостей с точки зрения физических параметров, таких как пресыщения, ионная сила, pH, поверхностные энергии, а также характер и количество активных центров. Знание функций органического матрикса в опосредовании отложений минералов имеет основополагающее значение для любого понимания биоминерализации.

Биоминерализация была разделена на два принципиально разных типа в зависимости от степени биологического контроля.

В системах матрикс-опосредованного процесса и наиболее часто образуются минералы, карбонат кальция и фосфат кальция.

Краткие описания физических процессов минералообразования.

##### Тема 2. Биомеханика минерализованных скелетов. Карбонатные спикулы у беспозвоночных

Минерализация органической матрицы должна каким-то образом изменять ее механические свойства. Краткий обзор механических свойств, которые могут иметь значение для животных со скелетами. Кривая напряжения-деформации для кости.

Механические свойства минерализованных скелетов метазоа идут примерно от наиболее Слабо минерализован до наименее минерализованного (эхиодерм, брахиопод. кораллы. мшанки и яичные скорлупы.

Хотя беспозвоночные и их спикулы могут демонстрировать различные морфологические различия, существует много сходств в их механизмах образования. Существуют и другие сходства между образованием спикул у беспозвоночных и кальцификацией у других организмов. Таким образом, всестороннее понимание формирования спикул беспозвоночных улучшит наши знания об общих процессах, связанных с кальцификацией. Были достигнуты впечатляющие успехи в исследовании формы спикул в некоторые из беспозвоночных. Однако кальцификация во многих других таксонах остается практически неизвестной, что оставляет большие пробелы в нашем понимании этого явления в целом. Следовательно, образование спикул должно стать плодотворной областью исследований будущего.

##### Тема 3. Фосфатные структуры у беспозвоночных и одноклеточных организмов. Минеральные структуры у кораллов и коралловых губок

Большинство биоминералов фосфата кальция у беспозвоночных и простейших аморфны в морских формах. Это отличается от биоминералов карбоната кальция, в которых кристаллические формы более распространены. Однако образование аморфного фосфата кальция (АСР) само по себе не является исключением. Исходный минерал, осажденный *in vitro* из высоконенасыщенного раствора фосфата кальция при физиологической температуре и pH, представляет собой АСР. Считается, что кальцификация твердых тканей позвоночных *in vivo* начинается с отложения АСР.

#### **Тема 4. Минеральные структуры у лофофорат. Минеральные структуры экзоскелета Членистоногих**

Наиболее значимой чертой любого сравнения лофофоратных кожных покровов является рецидив широко сходных экзоскелетных сукцессий внутри и среди типов. Филетическое излучение, которое привело к появлению брахиоподы, мшанок и форонид, должно было произойти до кембрийского периода. Более того, время, затрачиваемое на приобретение минеральных скелетов у брахиопод и мшанок, составляло примерно 1 00 миллионов лет. Тем не менее, более типичные секреторные режимы обоих типов тесно сопоставимы. В некоторой степени сходство отражает неизбежное участие тех же соединений в синтезе кожного покрова. Такой контроль может объяснять слабое развитие идентифицируемого первичного минерального слоя из скелета, состоящего из фосфата кальция, гидроксипролина хитина и белка, богатого глицином, по сравнению с его инвариантным присутствием в покровах, состоящих из склеропротеина и карбоната кальция.

#### **Тема 5. Минеральные структуры моллюсков и их эволюционное значение (головоногие, брюхоногие, двустворчатые)**

Оболочки головоногих моллюсков состоят из первичной оболочки, которая минерализуется внутри защитной оболочки яйца, и вторичной оболочки, которая минерализуется после образования первичной оболочки. Вторичная скорлупа выделяется в основном после того, как животное выводится из яйца. Первичная оболочка изначально прикрепляется к мантии и минерализуется только после того, как край мантии отрывается от полки \ края. Вторичная оболочка, напротив, секретирована без прикрепления между краями мантии и оболочки. В ходе эволюции некоторые головоногие оставляли исконно минерализованную камерную оболочку для неминерализованной оболочки, как в современных *Nautilus*. Другие головоногие моллюски, такие как юрский *Trachyteuthis* (осьминог-вампироморф) и третичные и существующие сепии, продолжали минерализоваться только внешней частью их оболочки.

Нижнедевонские палеотевтоморфные роды *Boletzkya* и *Naefiteuthis*, возможно, представляют собой промежуточные формы, секретирующие минерализованные оболочки при желании, но позднее выделяющие только органические оболочки. Микроструктура оболочки для подклассов *Palaeotaxodonta*, *Pteriomorpha* и *Isofilibranchia* с использованием стандартизированной эталонной терминологии. Информация о микроструктуре оболочки и связки, для этих подклассов, с акцентом на их девонских через триасовых представителей.

#### **Тема 6. Минеральные структуры и биоминерализация у иглокожих, конодонтов, протохордовых. Минеральные структуры, биоминерализация скелетных тканей позвоночных**

Эволюционные отношения в *Palaeotaxodonta*, *Pteriomorpha* и *Isofilibranchia*, и он использует предварительные филогенетические диаграммы в качестве основы для оценки таксономического значения микроструктуры оболочки и связки. Биоминерализация в иглокожих. Минеральный состав. Механические свойства. Эволюционные знаки. Систематическое значение.

#### **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

## **6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

## **7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;
- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Геологический словарь - <http://www.cnsnb.ru/akdil/0042>

Журнал "Biomineralization: Towards a Unification of Concepts in Chemistry, Physics, Earth Sciences and Biology" - [http://www.mdpi.com/journal/minerals/special\\_issues/biomineralization](http://www.mdpi.com/journal/minerals/special_issues/biomineralization);

Интернет книга по биоминерализации - <http://bio-mineral.org>

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**



Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации.</p> <p>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. Рекомендуется дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой.</p> <p>Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное и сделано это самим обучающимся. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Целесообразно вначале понять основную мысль, излагаемую лектором, а затем записать ее. Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку.</p> <p>Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.</p>
лабораторные работы	<p>Для выполнения практических работ необходимо изучить лекционный материал, а также дополнительные источники, найденные и изученные самостоятельно. Прежде, чем приступить к выполнению задания, студент получает подробные разъяснения от преподавателя, как его выполнять, просматривает примеры выполнения.</p> <p>Практические занятия позволяют развивать у студентов творческое теоретическое мышление, умение самостоятельно изучать литературу, анализировать практику; учат четко формулировать мысль, вести дискуссию, то есть имеют исключительно важное значение в развитии самостоятельного мышления.</p> <p>Подготовку к каждому практическому занятию Вы должны начать с ознакомления с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.</p> <p>Результат такой работы должен проявиться в Вашей способности свободно ответить на теоретические вопросы практикума, выступать и участвовать в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильно выполнять практические задания и контрольные работы.</p>
самостоятельная работа	<p>Цель самостоятельной работы студентов заключается в глубоком, полном усвоении учебного материала и в развитии навыков самообразования. В целом разумное сочетание самостоятельной работы с иными видами учебной деятельности позволяет реализовать основные компоненты высшего образования:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- познавательный, который заключается в усвоении студентами необходимой суммы знаний по избранной специальности, а также способности самостоятельно их пополнять;</li> <li>- развивающий, то есть выработка навыков аналитического и логического мышления, способности профессионально оценить ситуацию и найти правильное решение;</li> </ul> <p>Самостоятельная работа студентов обычно складывается из нескольких составляющих:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- работа с текстами: учебниками, нормативными материалами, дополнительной литературой, в том числе материалами интернета, а также проработка конспектов лекций;</li> <li>- написание докладов, рефератов, научных работ и выпускных квалификационных работ, составление графиков, таблиц, схем;</li> <li>- участие в работе практических занятий, научных конференций, олимпиад;</li> <li>- подготовка к зачету непосредственно перед ними.</li> </ul> <p>Таким образом, самостоятельная работа студентов является необходимым компонентом получения полноценного высшего образования.</p>
экзамен	<p>Промежуточная аттестация (Экзамен) заключается в объективном выявлении результатов изучения отдельного предмета, направлена на проверку конечных результатов обучения, выявление степени усвоения у обучающихся системы знаний, умений и навыков, полученные в результате изучения данной дисциплины. Во время подготовки к экзамену студент систематизирует знания, приобретенные при освоении курса, а также должен повторить весь пройденный материал. При подготовке к экзамену студент должен правильно и рационально распланировать свое время, чтобы успеть качественно и на высоком уровне подготовиться к экзамену.</p>

**10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

**11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

**12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи;
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 05.04.01 "Геология" и магистерской программе "Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов".



*Приложение 2*  
*к рабочей программе дисциплины (модуля)*  
**Б1.В.ДВ.02.02 Скелетная биоминерализация: основа, процессы, эволюция**

**Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Направление подготовки: 05.04.01 - Геология  
Профиль подготовки: Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов  
Квалификация выпускника: магистр  
Форма обучения: очное  
Язык обучения: русский  
Год начала обучения по образовательной программе: 2025

**Основная литература:**

1. Серебряков, О. И. Геология регионов России : учебник / О.И. Серебряков, Н.Ф. Федорова. - Москва : ИНФРА-М, 2023. - 222 с. - (Высшее образование: Магистратура). - DOI 10.12737/textbook\_58e73628639044.8892269. - ISBN 978-5-16-012684-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1920315> (дата обращения: 07.02.2023). - Режим доступа: по подписке.
2. Сусянок, Г. М. Основы биохимии : учебник / Г.М. Сусянок. - 2-е изд., испр. - Москва : ИНФРА-М, 2021. - 400 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - DOI 10.12737/1003787. - ISBN 978-5-16-014795-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1003787> (дата обращения: 07.02.2023). - Режим доступа: по подписке.
3. Лабутова, Н. М. Основы биогеохимии: учебное пособие / Лабутова Н.М., Банкаина Т.А. - Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет, 2013. - 240 с.: ISBN 978-5-288-05457-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/941233> (дата обращения: 07.02.2023). - Режим доступа : по подписке.

**Дополнительная литература:**

1. Плакунов, В. К. Основы динамической биохимии : учебник / В. К. Плакунов, Ю. Л. Николаев. - Москва : Логос, 2020. - 216 с. - (Новая университетская библиотека). - ISBN 978-5-98704-493-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1213076> (дата обращения: 07.02.2023). - Режим доступа : по подписке.
2. Чиркин, А. А. Биохимия филогенеза и онтогенеза: учебное пособие / А.А. Чиркин, Е.О. Данченко, С.Б. Бокуть; Под общ. ред. А.А.Чиркина - Москва: НИЦ Инфра-М; Минск : Нов. знание, 2012. - 288 с.: ил. - (Высшее образование). ISBN 978-5-16-006024-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/318147> (дата обращения: 07.02.2023). - Режим доступа : по подписке.

*Приложение 3*  
*к рабочей программе дисциплины (модуля)*  
**Б1.В.ДВ.02.02 Скелетная биоминерализация: основа, процессы, эволюция**

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 05.04.01 - Геология  
Профиль подготовки: Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов  
Квалификация выпускника: магистр  
Форма обучения: очное  
Язык обучения: русский  
Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)  
Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010  
Браузер Mozilla Firefox  
Браузер Google Chrome  
Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC  
Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.