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
проф. Таюрский Д.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: 2017

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

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Программу дисциплины разработал(а)(и) заведующий кафедрой, д.н. (доцент) Силантьев В.В. (Кафедра палеонтологии и стратиграфии, Институт геологии и нефтегазовых технологий), Vladimir.Silantiev@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
ОК-1	способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу
ОПК-1	способностью самостоятельно приобретать, осмысливать, структурировать и использовать в профессиональной деятельности новые знания и умения, развивать свои инновационные способности
ОПК-2	способностью самостоятельно формулировать цели исследований, устанавливать последовательность решения профессиональных задач
ОПК-3	способностью применять на практике знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин, определяющих направленность (профиль) программы магистратуры
ОПК-4	способностью профессионально выбирать и творчески использовать современное научное и техническое оборудование для решения научных и практических задач
ОПК-5	способностью критически анализировать, представлять, защищать, обсуждать и распространять результаты своей профессиональной деятельности
ОПК-6	владением навыками составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей
ПК-2	способностью самостоятельно проводить научные эксперименты и исследования в профессиональной области, обобщать и анализировать экспериментальную информацию, делать выводы, формулировать заключения и рекомендации
ПК-3	способностью создавать и исследовать модели изучаемых объектов на основе использования углубленных теоретических и практических знаний в области геологии
ПК-4	способностью самостоятельно проводить производственные и научно-производственные полевые, лабораторные и интерпретационные работы при решении практических задач
ПК-5	способностью к профессиональной эксплуатации современного полевого и лабораторного оборудования и приборов в области освоенной программы магистратуры
ПК-6	способностью использовать современные методы обработки и интерпретации комплексной информации для решения производственных задач

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

1. Основные механизмы биоминерализации.

Biomineralization rnechanisms.

2. Основы биомеханики минерализованных скелетов.

Fundamentals of Biomechanics of mineralized skeletons.

3. Основные биоминеральные признаки беспозвоночных и позвоночных.

General biomineralogical features of invertebrate and vertebrate skeletal tissues.

Должен уметь:

1. Разбираться в механизмах биоминерализации.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Get the skills of Biomineralization rnechanisms interpretation.

2. Интерпретировать минеральные структуры и биоминерализацию скелетных тканей бечспозвоночных и позвоночных.

Get the skills of Microstructure and mineralization of invertebrate and vertebrate skeletal tissues interpretation.

Должен владеть:

Навыками распознавания минеральных структур, биоминерализации скелетных тканей беспозвоночных и позвоночных.

Get the skills of Microstructure and mineralization of invertebrate and vertebrate skeletal tissues interpretation.

Должен демонстрировать способность и готовность:

1. Интерпретации механизмов биоминерализации.

Get the skills of Biomineralization rnechanisms interpretation.

2. Интерпретации биомеханики минерализованных скелетов.

Get the skills of Biomechanics of mineralized skeletons interpretation.

3. Интерпретации карбонатных спикул у беспозвоночных.

Get the skills of Calcium carbonate spicules in the invertebrates interpretation.

4. Интерпретации фосфатных структур у беспозвоночных и одноклеточных организмов.

Get the skills of Calcium phosphate structures in invertebrates and protozoans interpretation.

5. Интерпретации минеральных структур у кораллов и коралловых губок.

Get the skills of Corals and coralline sponges interpretation.

6. Интерпретации минеральных структур у лофофорат.

Get the skills of Biomineralization in the lophophorates interpretation.

7. Интерпретации минеральных структур экзоскелета Членистоногих.

Get the skills of Arthropod exoskeletons interpretation.

8. Интерпретации минеральных структур Головоногих моллюсков.

Get the skills of Cephalopod shell structure interpretation.

9. Интерпретации минеральных структур Брюхоногих моллюсков.

Get the skills of Shell structure of the Gastropoda interpretation.

10. Интерпретации минеральных структур и и их эволюционного значения Двустворчатых моллюсков.

Get the skills of Evolutionary significance of shell microstructure in the Bivalvia (Mollusca) interpretation.

11. Интерпретации минеральных структур и биоминерализации у иглокожих.

Get the skills of Biomineralization in echinoderms interpretation.

12. Интерпретации минеральных структур, биоминерализации и геохимии апатита конодонтов.

Get the skills of Conodont apatite: structure and geochemistry interpretation.

13. Интерпретации минеральных структур, биоминерализации протохордовых.

Get the skills of Protochordate biomineralization interpretation.

14. Интерпретации минеральных структур, биоминерализации скелетных тканей позвоночных.

Get the skills of Microstructure and mineralization of vertebrate skeletal tissues interpretation.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.7 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 05.04.01 "Геология (Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов)" и относится к дисциплинам по выбору.
Осваивается на 1 курсе в 1 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 2 зачетных(ые) единиц(ы) на 72 часа(ов).

Контактная работа - 28 часа(ов), в том числе лекции - 8 часа(ов), практические занятия - 20 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 44 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 1 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	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Механизмы биоминерализации. Biomineralization rnechanisms.	1	2	2	0	4
2.	Тема 2. Биомеханика минерализованных скелетов. Biomechanics of mineralized skeletons. Карбонатные спикулы у беспозвоночных. Calcium carbonate spicules in the invertebrates.	1	2	2	0	4
3.	Тема 3. Фосфатные структуры у беспозвоночных и одноклеточных организмов. Calcium phosphate structures in invertebrates and protozoans. Минеральные структуры у кораллов и коралловых губок. Corals and coralline sponges.	1	2	2	0	4
4.	Тема 4. Минеральные структуры у лофофорат. Biomineralization in the lophophorates. Минеральные структуры экзоскелета Членистоногих. Arthropod exoskeletons.	1	2	2	0	4
5.	Тема 5. Минеральные структуры головоногих моллюсков. Cephalopod shell structure. Минеральные структуры брюхоногих моллюсков. Shell structure of the Gastropoda.	1	0	2	0	4
6.	Тема 6. Минеральные структуры и и их эволюционное значение у Двустворчатых моллюсков. Get the skills of Evolutionary significance of shell microstructure in the Bivalvia (Mollusca) interpretation.	1	0	2	0	6
7.	Тема 7. Минеральные структуры и биоминерализация у иглокожих. Biomineralization in echinoderms. Минеральные структуры, биоминерализации и геохимия апатита конодонтов. Conodont apatite: structure and geochemistry. Минеральные структуры, биоминерализация протохордовых. Protochordate biomineralization. Минеральные структуры, биоминерализация скелетных тканей позвоночных. Microstructure and mineralization of vertebrate skeletal tissues.	1	0	8	0	18

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
	Итого		8	20	0	44

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Механизмы биоминерализации. Biomineralization rnechanisms.

Любая общая теория биоминерализации должна объяснять образование твердых фаз из биологических жидкостей с точки зрения физических параметров, таких как перенасыщение, ионная сила, pH, поверхностные энергии и 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.

Any general theory of biomineralization must explain the formation of solid phases from biological fluids in terms of physical parameters such as supersaturation, ionic strength, pH, surface energies and the character and quantity of active sites. Knowledge of the functions of the organic matrix in mediating mineral deposition is of basic importance to any understanding of biomineralization.

Biomineralization has been divided into two fundamentally different types based on the degree of biological control.

The systems of the matrix-mediated process and the most commonly formed minerals, calcium carbonate and calcium phosphate.

Brief descriptions of the physical processes of mineral formation.

Тема 2. Биомеханика минерализованных скелетов. Biomechanics of mineralized skeletons. Карбонатные спикулы у беспозвоночных. Calcium carbonate spicules in the invertebrates.

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 примерно одинаковы

Сильно минерализованные до наименее минерализованных (эхиодерм, брахиопод. кораллы. мшанки и яичные скорлупы.

Хотя беспозвоночные и их спикулы могут демонстрировать различные морфологические различия, существует много сходств в их механизмах формирования. 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, оставляя большие пробелы в нашем понимании этого явления в целом. Следовательно, образование спикул должно стать плодотворной областью исследований будущего.

The mineralizing an organic matrix must, in some way, alter its mechanical properties. Brief review of mechanical properties that may be of significance to the animals with the skeletons. Stress-strain curve for bone.

The mechaical properties of mineralized metazoan skeletons going roughly from the most

highly mineralized to the least highly mineralized (Echinoderms, Brachiopods. Corals. Bryozoans and Eggshells.

Although invertebrates and their spicules may display distinct morphological differences, there are many similarities in their mechanisms of formation. There are further similarities between spicule formation in the invertebrates and calcification in other organisms. Therefore, a comprehensive understanding of invertebrate spicule fo rmation will improve our knowledge of the overall processes involved in calcification. There have been exciting advances in the research of spicule form ation in

some of the invertebrates. However, calcification in many other taxa remains virtually unknown, leaving large gaps in our understanding of the phenomenon as a whole. Spicule formation therefore, should prove to be a fruitful research area of the future.

Тема 3. Фосфатные структуры у беспозвоночных и одноклеточных организмов. Calcium phosphate structures in invertebrates and protozoans. Минеральные структуры у кораллов и коралловых губок. Corals and coralline sponges.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

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

The majority of calcium phosphate biominerals in invertebrates and protozoans are amorphous in marine forms. This is different from calcium carbonate biominerals in which crystalline forms are more common. However, formation of amorphous calcium phosphate (ACP) is not itself an exceptional event. The initial mineral precipitated in vitro from a highly supersaturated solution of calcium phosphate at physiological temperature and pH, is ACP. In vivo calcification of vertebrate hard tissues is also thought to begiп with the deposition of ACP.

Тема 4. Минеральные структуры у лофофорат. Biomineralization in the lophophorates. Минеральные структуры экзоскелета Членистоногих. Arthropod exoskeletons.

Наиболее значимой чертой любого сравнения лофофоратных кожных покровов является рецидив широко сходных экзоскелетных сукцессий внутри и среди типов. Филетическое излучение, которое привело к появлению брахиопод, мшанок и форонид, должно было произойти до кембрийского периода. Более того, время приобретения минеральных скелетов у брахиопод и мшанок составило около 1 млн. 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 минерального первичного слоя из скелета, состоящего из фосфата кальция, хитин-гидроксипролина и богатого глицином белка, по сравнению с его инвариантным присутствием в покровах, состоящих из склеропротеина и карбоната кальция.The most significant feature of any comparison of lophophorate integuments is the recunence of broadly similar exoskeletal successions within and among phyla. The phyletic radiation which led to the emergence of the Brachiopoda, Bryozoa and Phoronida must have occured before the Cambrian Period. There was, moreover, a time lag of about 1 00 million years in the acquisition of mineral skeletons by brachiopods and bryozoans. Yet the more typical secretory regimes of both phyla are closely comparabe. To some extent, the similarity reflects the inevitabe involvement of the same compounds in the synthesis of the integument. Such a control may account for the weak development of an identifiabe mineral primairy layer from a skeleton made up of calcium phosphate, chitin hydroxyproline and glycine-rich protein, compared with its invariabe presence in integnments composed of scleroprotein and calcium carbonate.

Тема 5. Минеральные структуры головоногих моллюсков. Cephalopod shell structure. Минеральные структуры брюхоногих моллюсков. Shell structure of the Gastropoda.

Оболочки головоногих моллюсков состоят из первичной оболочки, которая минерализуется внутри защиты яйцеклеток L1le, 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, секретируется без прикрепления между краями мантии и оболочки. В ходе эволюции некоторые головоногие оставляли исконно минерализованную камерную оболочку для неминерализованной оболочки, как в современных sqL1ids. Другие головоногие моллюски, такие как юрский Trachyteuthis (осьминог вампироморф) и третичные и существующие сепииды, продолжали только минерализоваться

внешняя часть их оболочки. Нижнедевонские палеотевтоморфные роды Boletzkya и

Naefiteuthis, возможно, представляют собой промежуточные формы, секретирующие минерализованные раковины при желании, но позже выделяющие только органические раковины.Cephalopod shells consist of the primary shell, which is mineralized inside the protection of the egg-capsL1le, and the secondary shell, which is mineralized after the primary shell has formed. The secondary shell is secreted largely after the animal hatches from the egg. The primary shell is initially attached to the mantle and it becomes mineralized only after the mantle margin detaches from the shel\ margin. The secondary shell, in contrast, is secreted without attachment between the mantle and shell margins. During evolution some cephalopods abandoned the ancestral mineralized chambered shell for a non-mineralized shell, as in modern sqL1ids. Other cephalopods, like Jurassic Trachyteuthis (vampyromorph octopod) and Tertiary and extant sepiids continued to mineralize only

the exterior portion of their shell. The Lower Devonian palaeoteuthomorph genera Boletzkya and

Naefiteuthis possibly represent intermediate forms, secreting mineralized shells when yollng but later secreting organic shells only.

Тема 6. Минеральные структуры и и их эволюционное значение у Двустворчатых моллюсков. Get the skills of Evolutionary significance of shell microstructure in the Bivalvia (Mollusca) interpretation.

Микроструктура оболочки для подклассов Palaeotaxodonta, Pteriomorphia и Isofilibranchia, используя стандартизированную справочную терминологию. Информация о микроструктуре оболочки и связки для этих подклассов, с акцентом на их девонских через триасовых представителей.

Эволюционные отношения в Palaeotaxodonta, Pteriomorphia и Isofilibranchia,

и он использует предварительные филогенетические диаграммы в качестве основы для оценки таксономических

значение микроструктуры оболочки и связки.The shell microstructure for the subclasses Palaeotaxodonta, Pteriomorphia and Isofilibranchia, using the standardized reference terminology. Information of shell and ligament microstructure for

these subclasses, with an emphasis оп their Devonian through Triassic representatives. Evolutionary relationships within the Palaeotaxodonta, Pteriomorphia and Isofilibranchia, and it uses the preliminary phylogenetic diagrams as bases for evaluating the taxonomic significance of shell and ligament microstructure.

Тема 7. Минеральные структуры и биоминерализация у иглокожих. Biomineralization in echinoderms. Минеральные структуры, биоминерализации и геохимия апатита конодонтов. Conodont apatite: structure and geochemistry. Минеральные структуры, биоминерализация протохордовых. Protochordate biomineralization. Минеральные структуры, биоминерализация скелетных тканей позвоночных. Microstructure and mineralization of vertebrate skeletal tissues.

Минеральные структуры и биоминерализация у иглокожих.

Минеральный состав. Механические свойства. Эволюционные признаки. Систематическое значение.

Biomineralization in echinoderms. Mineral composition. Mechanical properties. Evolutionary signs. Systematic significance.Минеральные структуры, биоминерализации и геохимия апатита конодонтов. Conodont apatite: structure and geochemistry. Минеральные структуры, биоминерализация протохордовых. Protochordate biomineralization. Минеральные структуры, биоминерализация скелетных тканей позвоночных. Microstructure and mineralization of vertebrate skeletal tissues.

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 образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/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

Biomineralization and Geochemical Processes - https://www.nap.edu/read/21733/chapter/6

Mineralogical Society of America - http://www.minsocam.org/MSA/RIM/rim54.html

The 14th International Symposium on Biomineralization (BIOMIN XIV) From Molecular and Nano-structural Analyses to Environmental Science - http://www.biomin14.jp/welcome.html

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)

Physica Scripta - http://iopscience.iop.org/article/10.1088/0031-8949/89/9/098003/meta

"Biomineralization: Towards a Unification of Concepts in Chemistry, Physics, Earth Sciences and Biology" - http://www.mdpi.com/journal/minerals/special_issues/biomineralization

Cristales - https://cristales.fundaciondescubre.es/?page_id=2112

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	При подготовки лекции особое внимание следует обращать на решение следующих организационно-методических вопросов: определение основной цели лекции, ее главной идеи, которая задается требованиями учебной программы. При подготовки лекции надо отобрать самое важное для достижения поставленной цели. При определении объема содержания лекции необходимо ориентироваться на требования учебной программы. Детальная проработка структуры лекции способствует уточнению содержания, его лучшему подчинению главной цели и выполнению основных требований. Написание текста лекции преподаватель должен работать над тем, как повысить научность и практическую значимость лекции, реализовать все ее функции, как лучше скомпоновать материал. Всегда следует помнить, что лекция имеет четкую структуру, включающую в себя: введение, основную часть и заключение.
практические занятия	На практических занятиях по курсу студенты изучают основные процессы минерализации происходящие в различных группах животных и растений и зависимость этих процессов от особенностей среды их обитания. Полученные сведения дают основу для биостратиграфических построений. Целью практических занятий является получение студентами навыков понимания основных процессов биоминерализации.
самостоя-тельная работа	Самостоятельное усвоение теоретического материала: просмотр записей лекций и чтение учебной и научной литературы. Самостоятельная работа с учебными пособиями, научной и популярной литературой, материалами периодики и Интернета является одним из эффективных методов получения знаний по предмету, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала. Самостоятельная работа с литературой не отделена от лекций и вдумчивое чтение источников, составление тезисов, подготовка сообщений на базе прочитанных материалов способствует гораздо более глубокому пониманию изучаемой проблемы.
зачет	Зачет является итоговым контролем по завершении курса. Зачет призван побудить студента получить дополнительно новые знания. Во время подготовки к зачету студент систематизирует знания приобретенные при освоении курса, а также должен повторить весь пройденный материал. При подготовке к зачету студент должен правильно и рационально распланировать свое время, чтобы успеть качественно и на высоком уровне подготовиться к сдаче зачета.

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.

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".

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.7 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: 2017

Основная литература:

Основы биогеохимии: Учебное пособие / Лабутова Н.М., Банкина Т.А. - СПб:СПбГУ, 2013. - 240 с.: ISBN 978-5-288-05457-0 - Режим доступа: http://znanium.com/bookread2.php?book=941233

Дополнительная литература:

Биохимия филогенеза и онтогенеза: Уч. пос. / А.А.Чиркин, Е.О.Данченко, С.Б.Бокуть; Под общ. ред. А.А.Чиркина - М.: НИЦ Инфра-М; Мн.: Нов. знание, 2012. - 288 с. - (Высшее образование). ISBN 978-5-16-006024-8 - Режим доступа: http://znanium.com/bookread2.php?book=318147

Плакунов, В. К. Основы динамической биохимии [Электронный ресурс] : учебник / В. К. Плакунов, Ю. А. Николаев. - М.: Логос, 2010. - 216 с. - (Новая университетская библиотека). - ISBN 978-5-98704-493-3. - Режим доступа: http://znanium.com/bookread2.php?book=469367

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.7 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: 2017

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.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.