

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИПР

 А.Ю. Дмитриев

« 31 » августа 2015 г.

## БАЗОВАЯ РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### ГЕОХИМИЯ ЭЛЕМЕНТОВ И ПРОЦЕССОВ

НАПРАВЛЕНИЕ ООП: 05.04.01 Геология

ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ: Геология месторождений стратегических металлов

КВАЛИФИКАЦИЯ (СТЕПЕНЬ): магистр

БАЗОВЫЙ УЧЕБНЫЙ ПЛАН ПРИЕМА 2015 г.

КУРС 1; СЕМЕСТР 1;

КОЛИЧЕСТВО КРЕДИТОВ: 6

Код дисциплины: М1.ВМ3.1

Виды учебной деятельности	Временной ресурс
Лекции, ч	8
Практические занятия, ч	32
Лабораторные занятия, ч	24
Аудиторные занятия, ч	64
Самостоятельная работа, ч	152
ИТОГО, ч	216

ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ: экзамен в 1 семестре

ОБЕСПЕЧИВАЮЩАЯ КАФЕДРА: «Геоэкологии и геохимии»

ЗАВЕДУЮЩИЙ КАФЕДРОЙ:  д.г.-м.н., профессор Е.Г. Языков

РУКОВОДИТЕЛЬ ООП:  д.г.-м.н., профессор Л.П. Рихванов

ПРЕПОДАВАТЕЛЬ:  д.г.-м.н., профессор С.И. Арбузов

2015 г.

## **1. Цель и задачи учебной дисциплины**

Целью преподавания дисциплины является - подготовка специалистов в области урановой геологии с углубленным знанием геохимии радиоактивных элементов.

Основными задачами при изучении дисциплины являются:

- глубокое понимание условий и факторов миграции и концентрирования радиоактивных элементов в геологических процессах;
- получить знания о механизмах и формах переноса и концентрирования урана и тория в эндогенных и экзогенных процессах;
- получить навыки разработки поисковых геохимических критериев и признаков уранового оруденения.

Преподавание дисциплины проводится в течение одного семестра.

## **2. Место дисциплины в структуре ООП**

«Геохимия элементов и процессов» относится к дисциплинам профессионального цикла, вариативная часть (ПЦ.В.3.0) и опирается на освоенные знания и умения, полученные при изучении дисциплин математического, естественнонаучного и профессионального циклов («Геохимия», «Геология», «Основы минералогии и петрографии», «Учение об атмосфере», «Учение о гидросфере», «Учение о биосфере», «Ландшафтоведение».).

Кореквизитами для дисциплины «Геохимия элементов и процессов» являются дисциплины ЕНМ и профессионального циклов: «Современные проблемы геологии», «Компьютерные технологии в геологии», «Современные проблемы экономики, организации и управления в области геологоразведочных работ и недропользования». Знания и умения, полученные при освоении данного предмета, являются основой для изучения ряда дисциплин профессионального цикла.

## **3. Результаты освоения дисциплины**

В процессе изучения данной дисциплины студенты приобретают знания, умения и опыт, соответствующие результатам основной образовательной программы. Соответствие результатов освоения дисциплины «Геохимия элементов и процессов» формируемым компетенциям ООП представлено в таблице

**Составляющие результатов обучения, которые будут получены при изучении данной дисциплины**

Результаты обучения (компетенции и из ФГОС)	Составляющие результатов обучения					
	Код	Знания	Код	Умения	Код	Владение опытом
Р1 (ОК-1, ОК-2, ПК-1)	31.1	Знание и глубокое понимание методологии обобщения полученных результатов в контексте ранее накопленных в науке знаний;	У1.1	использовать базовые и специальные знания геологических наук при решении профессиональных проблем	В1.1	Владеть методами анализа современных проблем геологии
			У1.2	Умение формулировать проблемы, задачи и методы научного исследования	В1.2	Владение современными методами получения и обработки информации
			У1.3	Умение получать новые достоверные факты на основе научного анализа эмпирических данных; формулировать выводы и практические рекомендации на основе репрезентативных и оригинальных		
Р3	3 3.1.	Знание методологии сбора, анализа и обобщения фондовых геологических, геохимических, и других данных, основных прогнозно-поисковых моделей различных геолого-промышленных типов месторождений.	У.3.1	Умение провести сбор, анализ и обобщение фондовых геологических, геохимических, геофизических и других данных.	В.3.1.	Владением основами экспертно-аналитической деятельности, прогнозно-поисковыми методами
Р6	3 6.1	Знание основных традиционных подходов и новых достижений в отрасли.	У 6.1	Способность отказаться от традиционных подходов, умение генерировать новые идеи и подходы, найти новые возможности развития в неопределенных ситуациях.	В 6.1	Навык работы в рядовых и неопределенных ситуациях

**Планируемые результаты освоения дисциплины Геология полезных  
ископаемых**

№ п/п	Результат
РД1	Студент, изучивший дисциплину «Геохимия элементов и процессов» должен <i>знать</i> основные черты геохимии урана, тория и основных дочерних продуктов радиоактивного распада, условия их миграции и концентрирования в геосферных оболочках и в космосе
РД2	Студент должен <i>уметь</i> : <ul style="list-style-type: none"> <li>- охарактеризовать особенности состава и геохимические условия формирования радиоактивных аномалий в различных типах пород и блоков земной коры;</li> <li>- определить факторы, контролирующие формирование геохимических аномалий в различных системах;</li> <li>- проанализировать комплекс специальных карт с целью выявления радиогеохимических особенностей территории.</li> </ul>
РД3	Студент должен <i>владеть</i> методами системного анализа геохимических условий миграции и концентрирования радиоактивных элементов, владеть навыками построения и анализа радиогеохимической карты.

#### **4. Структура и содержание дисциплины**

##### **4.1. Содержание разделов дисциплины**

###### **Тема 1. Введение**

*Лекции.* Цель и задачи курса. Методология науки. Геохимия редких и радиоактивных элементов как составная часть геохимии. История становления радиогеохимии как науки. Основоположник геохимии радиоактивных элементов В.И. Вернадский. Ведущие ученые, внесшие наиболее значительный вклад в развитие радиогеохимии: Дж. А.С. Адамс, В.И. Баранов, Б. Болтвуд, А.П. Виноградов, Г.В. Войткевич, О. Ган, В.И. Герасимовский, Дж. Джоли, Н.П. Ермолаев, Л.В. Комлев, Е.С. Ларсен, А.И.Перельман, А.А. Смыслов, И.Е. Старик, Р. Стретт, Л.В. Таусон, А.И. Тугаринов, А.Е. Ферсман, В.Г. Хлопин, В.В. Чердынцев, Д.И. Щербаков, В.В. Щербина и др.

Связь геохимии с другими науками в системе наук о Земле. Прикладное значение геохимии радиоактивных элементов. Важнейшие проблемы нашей эпохи, тесно связанные с радиогеохимией - проблемы окружающей среды и сырьевых ресурсов.

## **Тема 2. Особенности строения атомов и краткая характеристика свойств урана и тория**

*Лекции.* Происхождения тяжелых радионуклидов. Свойства радиоактивных элементов. Ряды распада урана и тория. Химические свойства урана, тория и продуктов их радиоактивного распада. Химические свойства, определяемые строением ядра. Свойства, определяемые особенностями строения электронной оболочки атомов. Основные химические соединения урана и тория. Свойства четырехвалентного урана и тория. Свойства шестивалентного урана. Растворимость химических соединений урана и тория.

## **Тема 3. Распространенность радиоактивных элементов**

*Лекции.* Космохимия. Распространенность урана и тория в космосе, в планетах Солнечной системы, в различных оболочках Земли. Понятие о кларках. Кларки радиоактивных элементов.

Понятие о формах нахождения урана, тория. Минералы-носители и минералы концентраторы радиоактивных элементов. Изоморфизм урана и тория в минералах. Вариации содержаний урана, тория и продуктов их радиоактивного распада в минералах.

*Лабораторная работа 1.* Способы оценки среднего содержания элементов в крупных блоках Земной коры. Расчет кларка урана и тория для верхней части Земной коры

## **Тема 4. Геохимия урана и тория в эндогенных процессах.**

*Лекции.* 4.1. Геохимия элементов и процессов в магматическом процессе. Содержание радиоактивных элементов в различных типах пород. Основные минералы-концентраторы и минералы носители урана и тория магматических пород. Эволюция содержания радиоактивных элементов в процессе эволюции магматизма. Радиогеохимическая типизация гранитоидов. Ураноносные граниты. Поведение урана и тория при формировании эффузивных пород. Формы миграции и концентрирования урана и тория в магматическом процессе.

4.2. Геохимия элементов и процессов при пегматитообразовании. Минералы носители и минералы концентраторы урана и тория в пегматитах. Содержание радиоактивных элементов в различных типах пегматитов.

4.3. Геохимия урана и тория в карбонатитовом процессе. Формы миграции и концентрирования урана и тория в карбонатитовом процессе. Минералы-носители и минералы-концентраторы урана и тория в карбонатитах. Содержание радиоактивных элементов в карбонатитах.

4.4. Геохимия урана и тория в контактово-метасоматическом процессе. Содержание радиоактивных элементов в различных типах скарнов. Поведение урана и тория при формировании метасоматической зональности скарнов. Формы нахождения урана и тория в скарнах. Изменение форм нахождения урана в процессе формирования скарнов.

4.5. Геохимия урана и тория в гидротермальном процессе. Формы переноса урана и тория в гидротермальном процессе. Сходство и различие поведения урана и тория в гидротермальных процессах. Причины осаждения урана и тория из гидротермальных растворов. Изменение формы нахождения урана в гидротермальном процессе. Уран и торий в гидротермально-метасоматических породах. Уран и торий в гидротермальных минералах. Радиоактивные элементы как индикаторы гидротермального процесса. Использование торий-уранового отношения и корреляционных связей урана и тория для оценки условий формирования радиоактивных аномалий.

4.6. Уран и торий в процессе регионального и контактового метаморфизма. Связь между степенью метаморфизма и содержанием урана. Уран и торий при ультраметаморфизме и гранитизации. Уран и торий в процессе формирования гранито-гнейсовых куполах. Зоны выноса и привноса урана в гранито-гнейсовых куполах. Уран и торий в контактово-метаморфическом процессе. Автолизия минералов. Понятие о степени зрелости Земной коры. Уран и торий как индикаторы степени зрелости Земной коры.

4.7. Радиоактивные элементы в эндогенных месторождениях. Уран и торий в месторождениях черных, цветных и редких металлов. Радиоактивные элементы в гидротермально-метасоматических месторождениях неметаллических полезных ископаемых. Проявленность эндогенных месторождений в радиогеохимических полях. Радиогеохимические критерии выявления месторождений по данным аэрогамма съемки.

## **Тема 5. Геохимия урана и тория в экзогенных процессах.**

*Лекции.* 5.1. Поведение урана и тория при гипергенном изменении пород и руд. Уран и торий в корах выветривания. Факторы, влияющие на интенсивность миграции урана и тория при корообразовании. Минералы-концентраторы и минералы-носители урана и тория в корах выветривания. Устойчивость урановых минералов в гипергенном процессе. Механизмы миграции и формы переноса урана и тория при формировании коры выветривания. Геохимия урана и тория в различных типах ландшафтов.

5.2. Геохимические барьеры в зоне гипергенеза. Градиент барьера, контрастность барьера. Условия формирования гипергенных

аномалий урана. Окислительно-восстановительный, кислотно-щелочной, сорбционный, биогенный, испарительный и механический геохимические барьеры. Формирование урановых руд. Геохимические ассоциации характерные для различных типов барьеров. Кларки концентрации элементов в рудах.

5.3. Уран и торий в водах зоны гипергенеза. Содержание урана и тория в подземных, грунтовых и поверхностных водах. Зависимость состава грунтовых и поверхностных вод от климатических условий. Зависимость содержания урана и тория от глубины залегания и состава подземных вод. Формы нахождения радиоэлементов в водах. Формы переноса урана и тория в водах в зоне гипергенеза.

5.4. Особенности накопления урана и тория в терригенных осадочных породах. Связь гранулометрического состава терригенных осадочных пород и содержаний радиоактивных элементов. Механизмы переноса и концентрирования урана и тория в терригенных осадочных породах.

5.5. Радиогеохимия органического вещества. Биогенное концентрирование урана и тория. Пределы биогенного накопления радиоэлементов. Содержание урана и тория в торфах и в углях. Механизмы накопления радиоэлементов в торфе и угле. Природа аномалий урана и тория в торфе и угле. Формы нахождения урана и тория в угле и в торфе. Радиоактивные элементы в нефтях. Природа радиогеохимических аномалий в месторождениях нефти. Формы нахождения урана, тория и радия в нефтеносных породах. Уран и торий в фосфатоносных породах. Содержание радиоактивных элементов в фосфоритах, в породах обогащенных костным детритом. Уран и торий в донных отложениях застойных водоемов. Радиогеохимия сапропелей.

5.6. Геохимия урана и тория в зоне окисления урановых месторождений.

5.7. Техногенная миграция естественных радиоактивных элементов. Сжигание топлива и складирование золошлаковых отходов. Миграция элементов при добыче и транспортировке нефти. Миграция урана и тория при разработке месторождений черных, цветных и редких металлов.

*Лабораторная работа 2.* Оценка фона при радиогеохимическом картировании различного масштаба.

## **Тема 6. Геохимия изотопов.**

*Лекции.* Характеристика природных рядов распада U и Th. Радиоактивное равновесие в рядах распада. Основные механизмы нарушения радиоактивного равновесия. Состояние радиоактивного равновесия и геохимия изотопов радиоактивных элементов в зонах

экзогенеза. Изотопы рядов распада урана и тория в системах порода-вода-осадок, в почвах, в углях, в зонах водонефтяного контакта. Использование изотопов рядов распада урана и тория для определения возраста и происхождения горных пород, руд и минералов.

### **Тема 7. Радиогеохимическое картирование.**

*Лекции.* Цели и задачи радиогеохимического картирования. Требования к радиогеохимическим картам. Выделение аномалий. Зоны привноса-выноса урана и тория. Методы их выделения. Геохимическая специализация магматических комплексов, формаций осадочных и метаморфических пород. Подвижные формы урана. Геохимические критерии и признаки уранового оруденения.

*Лабораторная работа 3.* Составление радиогеохимической карты масштаба 1:50 000 – 10 часов.

### **4.2. Структура дисциплины по разделам и формам организации обучения**

Название раздела/темы	Аудиторная работа, час			СРС (час)	Контр. раб	Итого
	лекции и	Практ. Занятия	Лаб. зан			
Введение. Цели и задачи курса	0,5			4		4,5
Особенности строения атомов и краткая характеристика свойств U и Th	0,5	2		8		10,5
Распространенность радиоактивных элементов	1	6	2	22		31
Геохимия урана и тория в эндогенных процессах.	2	6	4	28		40
Геохимия урана и тория в экзогенных процессах	2	6	4	28		40
Геохимия изотопов	1	6	4	30		41
Радиогеохимическое картирование	1	6	10	32		49
Итого	8	32	24	152		216

### **5. Образовательные технологии**

При освоении дисциплины используются следующие сочетания видов учебной работы с методами и формами активизации познавательной деятельности бакалавров для достижения запланированных результатов обучения и формирования компетенций.



### Методы и формы организации обучения

Методы активизации деятельности	Формы организации обучения			
	ЛК	Лабораторная работа	СРС	К. пр.
Дискуссия	х	х		
IT-методы	х	х	х	
Работа в команде		х	х	
Опережающая СРС	х	х	-	
Индивидуальное обучение		х	х	
Обучение на основе опыта	х	х		
Проблемное обучение		х	х	
Поисковый метод		х	х	
Исследовательский метод		х	х	

Для достижения поставленных целей преподавания дисциплины реализуются следующие средства, способы и организационные мероприятия:

- изучение теоретического материала дисциплины на лекциях с использованием компьютерных и интерактивных технологий;
- самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием *Internet*-ресурсов, информационных баз, методических разработок, специальной учебной и научной литературы;
- закрепление теоретического материала при проведении лабораторных работ с использованием картографического и наглядного материалов, атласов, специальной литературы, выполнение проблемно-ориентированных индивидуальных заданий.
- Выполнение курсовой исследовательской работы по проблемной теме

## **6. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов (СРС)**

**6.1 Текущая СРС** направлена на углубление и закрепление знаний, а также на развитие практических умений.

Текущая СРС включает следующие виды работ:

- работа студентов с лекционным материалом, поиск и анализ литературы и электронных источников информации по заданной проблеме;
- подготовка к выполнению проверочных и контрольных работ;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;

- изучение теоретического материала к практическим занятиям;
- подготовке к экзамену.

**6.2 Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа (ТСР)** направлена на развитие интеллектуальных умений, комплекса универсальных (общекультурных) и профессиональных компетенций, повышение творческого потенциала студентов и заключается в поиске, анализе и презентации материалов по заданным темам рефератов.

### **6.2.1. Перечень тем для самостоятельной работы:**

1. Радиогеохимическая научная школа Томского политехнического университета.
2. Радиогеохимия углей и торфов.
3. Радиогеохимия современных термальных растворов.
4. Радиогеохимия органического вещества и нефтеобразования.
5. Основные черты геохимии радиоактивных элементов в магматических процессах.
6. Формы переноса и причины отложения радиоактивных элементов в гидротермальных процессах.
7. Формы переноса урана и тория в подземных и поверхностных водах и причины отложения урановых руд зоне гипергенеза.
8. Поведение радиоактивных элементов в постмагматических процессах.
9. Основные черты геохимии радиоактивных элементов в экзогенных процессах.
10. Радиоактивные элементы в метаморфических процессах.
11. Биогеохимия элементов и процессов.
12. Радиоактивные элементы в организме человека.
13. Радиоактивные изотопы для определения возраста и происхождения горных пород и руд

### **6.3 Контроль самостоятельной работы**

Оценка результатов самостоятельной работы осуществляется в виде двух форм: самоконтроль и контроль со стороны преподавателя.

### **7. Средства текущей и итоговой оценки качества освоения дисциплины (фонд оценочных средств)**

Контроль знаний студентов по дисциплине осуществляется по 2 видам: текущий и итоговый.

Текущий контроль приучает студентов к систематической работе по изучаемой дисциплине и позволяет определить уровень усвоения

студентами теоретического материала. Он осуществляется в виде контрольных и проверочных работ, тестовых опросов. Оценка знаний при текущем контроле проводится в соответствии с рейтинг-планом по дисциплине.

Итоговый контроль – в соответствии с учебным планом:

1 семестр – экзамен.

### **7.1. Вопросы рубежных контрольных работ**

1. Что означает термин “радиоактивное равновесие”?
2. Какие задачи можно решить с использованием изотопного анализа.
3. Основные отличительные особенности химических свойств урана и тория и радия.
4. Какими методами решается вопрос о возрасте урановых руд. Что такое “восстановленная концентрация урана в рудном теле”?
5. Как изменяется содержание урана и тория в процессе эволюции магматизма?
6. Какие тенденции изменения содержания урана и тория характерны для процесса эффузивного магматизма?
7. Что выносится на радиогеохимическую карту?
8. Определите роль климатического фактора в накоплении урана в поверхностных и грунтовых водах.
9. Чем обусловлено образование радиоактивных аномалий в углях и торфах.
10. Назовите геохимические барьеры, ответственные за образование гипергенных радиоактивных аномалий.
11. Определите термины “минералы-концентраторы” и “минералы-носители”. В чем практическая значимость этих понятий.
12. Как выделяется радиогеохимическая аномалия?
13. Как оценивается геохимическая специализация массивов, формаций или комплексов.
14. Формы нахождения радиоактивных элементов в горных породах и рудах.
15. Формы переноса урана и тория и гидротермальных растворах.
16. Формы переноса урана и тория в поверхностных и грунтовых водах.
17. Поведение радиоактивных элементов в процессе прогрессивного метаморфизма.
18. Изменение форм нахождения урана в процессе гидротермального метасоматоза.
19. Какие геохимические ассоциации характерны для гидрогенного уранового оруденения?

20. Какие геохимические ассоциации типичны для гидротермальных урановых руд.
21. О чем свидетельствует величина торий-уранового отношения и какие вопросы позволяет решать?
22. Влияние климата на интенсивность миграции урана и тория при корообразовании.
23. Связь гранулометрического состава терригенных осадочных пород и содержаний радиоактивных элементов.
24. Природа радиогеохимических аномалий в месторождениях нефти.

### **8. Рейтинг качества освоения дисциплины**

В соответствии с рейтинговой системой\* текущий контроль производится постоянно в течение семестра путем балльной оценки качества освоения теоретического материала. Текущий контроль осуществляется по результатам краткого письменного опроса перед началом лекции по материалам предыдущего занятия и результатам практической деятельности. Экзамен проводится в конце семестра также путем балльной оценки. Итоговый контроль результатов изучения дисциплины складывается из суммы баллов по результатам текущего контроля (60 баллов), и экзамена (40 баллов). Максимальная сумма баллов – 100.

\*– рейтинг-план освоения дисциплины в течение семестра см. в приложении.

### **9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

#### **УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Рабочая программа и методические указания по дисциплине.
2. Электронный комплект лекций.

### **ЛИТЕРАТУРА**

#### **Основная**

1. Арбузов С.И., Рихванов Л.П. Геохимия радиоактивных элементов: учебное пособие. 3-е изд., исправлен. и дополненное. – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 304 с.
2. Минералогия и геохимия редких и радиоактивных металлов. Учебное пособие для вузов / В.Я. Терехов, Н.И. Егоров, И.М. Баюшкин, Д.А. Минеев. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 360с.
3. Основные черты геохимии урана. – М.: Изд-во АН СССР, 1963.– 351с.
4. Перельман А.И. Геохимия.- М.: Высшая школа, 1988.- 527 с.

5. Рихванов Л.П. Радиогеохимическая типизация рудно-магматических образований. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал “Гео”, 2002. – 536с.
6. Смыслов А.А. Уран и торий в земной коре.- Л: Недра, 1974. – 231с.
7. Смыслов А.А. Радиогеохимические исследования. Методические рекомендации. – М, 1974. – 144 с.
8. Титаева В.Ф. Ядерная геохимия. - М.: Изд-во МГУ, 2000. - 336 с.

#### **Дополнительная**

1. Вернадский В.И. Труды по радиогеологии. – М.: Наука, 1997. – 309с.
2. Геология и радиогеохимия Средней Сибири. - Новосибирск: Наука, 1985. – 200с.
3. Геохимия редких, редкоземельных и радиоактивных элементов в пороодо- и рудообразующих процессах. – Новосибирск: Наука. Сиб. Отд-ние, 1989. – 213с.
4. Иванов В.В. Экологическая геохимия элементов. Т.1-6, М.:Недра,1994-1996
5. Неручаев С.Г. Уран и жизнь. – М: Уран и жизнь в истории Земли. – Л.: Недра, 1982.
6. Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека. Материалы международной конференции. – Томск: Изд-во “Тандем-Арт”, 2004. – 772 с.
7. Титаева А.А. и др. Геохимия природных радиоактивных рядов распада. - М.: ГЕОС, 2005.- 226 с.
8. Шварцев С.Л. Гидрогеохимия зоны гипергенеза. - М.: Недра, 1998. - 430 с.

#### **ПЕРИОДИЧЕСКИЕ ИЗДАНИЯ**

1. Геохимия
2. Environmental radioactive

#### **10. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

При изучении основных разделов дисциплины, выполнении практических работ студенты используют разнообразный наглядный материал; картографический материал, включающий геологические, геохимические и радиогеохимические карты России, мира, тематические карты (ландшафтные, климатические, почвенные, тектонические, экологических проблем и др.), как в печатном издании, так и в электронном виде.

---

Программа составлена на основе стандарта ООП ТПУ в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 05.04.01 «Геология» по профилю «Геология месторождений стратегических металлов».

Программа одобрена на заседании кафедры ГЭГХ ИПР (протокол № 28 от «22» июня 2015 г.).

Автор: Арбузов С.И.

Рецензент: Язиков Е.Г.

## Рейтинг-план освоения дисциплины «Геохимия элементов и процессов» в течение семестра

не де ли	Текущий контроль							
	Теоретический материал			Практическая деятельность				итого
	разделы	вопросы	баллы	задачи	задания	проблемы	баллы	баллы
1	Введение. Цели и задачи курса							
2	Особенности строения атомов и краткая характеристика свойств урана и тория		3					3
3	Распространенность радиоактивных элементов		3	Способы оценки среднего содержания элементов в крупных блоках Земной коры.			6	9
4	Геохимия урана и тория в эндогенных процессах.		7					7
5	Геохимия урана и тория в экзогенных процессах Геохимия изотопов		8	Оценка фона при геохимическом картировании различного масштаба			6	14
6	Радиогеохимическое картирование		3	Составление геохимической карты масштаба 1:50 000			24	27
Сумма баллов в семестре			24				36	60

