

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.ДВ.03.01 Геофизические и геохимические процессы**

Направление подготовки 05.04.06 Экология и природопользование

Профиль образовательной программы Экологический мониторинг и безопасность
окружающей среды

Форма обучения заочная

СОДЕРЖАНИЕ

1. Конспект лекций.....	4
1.1 Лекция № 1 Естественные геофизические поля. Техногенные геофизические поля.....	4
1.2 Лекция № 2 Термодинамические процессы в атмосфере. Циркуляция вод Мирового океана	6
1.3 Лекция № 3 Процессы переноса тепла в литосфере. Геофизические и геофизические процессы в условиях техногенеза.....	8
1.4 Лекция № 4. Геофизические методы исследования. Геохимические приборы и оборудование. Геохимические методы исследования. Геофизический и геохимический мониторинг	11
2. Методические указания по выполнению лабораторных работ	17
2.1 Лабораторная работа № ЛР-1 Геохимические классификации химических элементов. Микро- и макроэлементы биосферы и их роль для живых организмов. Тяжелые металлы и их особенности.....	17
2.2 Лабораторная работа № ЛР-2 Геохимические круговороты основных химических элементов в окружающей среде	18
2.3 Лабораторная работа № ЛР-3 Минерально-сырьевая база основных стран-экспортеров природных ресурсов. Основные формы нахождения хим. элементов. Самостоятельные минеральные виды. Основные принципы кристаллохимии	19
2.4 Лабораторная работа № ЛР-4 Биогенная форма нахождения элементов в биосфере. Состояние рассеяния элементов. Характеристика техногенных соединений биосферы. Изоморфная форма нахождения хим. элементов. Факторы изоморфизма	20
2.5 Лабораторная работа № ЛР-5 Водные растворы и газовые смеси. Коллоидная и сорбированная формы нахождения элементов.....	20
2.6 Лабораторная работа № ЛР-6 Планета земля как физическое тело. Основные геофизические характеристики планеты.....	21
2.7 Лабораторная работа № ЛР-7 Радиационная активность атомных ядер. Типы радиоактивного распада. Закон радиоактивного распада. Распад атомных ядер – основа геофизических полей	21
2.8 Лабораторная работа № ЛР-8 Основы методики проведения эколого-геофизических исследований. Методы анализа вещества; эколого-геофизические методы изучения и оценки окружающей среды. Основы методики проведения эколого-геохимических исследований. Методы анализа вещества; эколого-геохимические методы изучения и оценки окружающей среды	22

3. Методические указания по проведению практических занятий (не предусмотрено РУП).....	23
4.Методические указания по проведению семинарских занятий (не предусмотрено РУП).....	23

1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

1. 1 Лекция № 1(2 часа).

Тема: «Естественные геофизические поля. Техногенные геофизические поля»

1.1.1 Вопросы лекции:

1. Понятие геофизического поля как особой формы материи.
2. Характеристика основных естественных геофизических полей планеты.
3. Общая характеристика техногенных геофизических полей.
4. Наиболее активные виды техногенных физических полей.

1.1.2 Краткое содержание вопросов:

1. Понятие геофизического поля как особой формы материи.

Геофизические поля представляют собой особую форму материи, которая обеспечивает связь в Земле макрообъемов массивов горных пород в единые системы геологических тел, осуществляет передачу действия одних геологических тел на другие, удерживает гидросферу и атмосферу, поддерживает процессы энергопереноса, необходимые для существования жизни на Земле.

Геофизическим полем или физическим полем Земли называется множество значений физических величин (параметров), количественно характеризующих естественное или созданное в Земле искусственное физическое поле в пределах определенной области или территории Земли.

2. Характеристика основных естественных геофизических полей планеты.

К естественным физическим полям Земли относятся: гравитационное (поле силы тяжести), геомагнитное, температурное, электромагнитное, сейсмическое (поле упругих механических колебаний) и радиационное (поле ионизирующих излучений).

Через физические поля осуществляется взаимодействие Земли с Солнцем и со всем остальным макрокосмическим пространством. В пределах Земли и ее ближайших окрестностей природные физические поля принято называть геофизическими, что подчеркивает их непосредственную генетическую и структурную связь с нашей планетой.

Гравитационное поле – важнейший жизненный фактор для биосферы. Формирование магнитного поля планеты и значение его параметров. Электрические и электромагнитные поля атмо-, гидро- и литосферы. Сейсмоакустические эмиссии как результат деформации массивов горных пород. Внешние и внутренние источники формирования геотемпературного поля Земли.

3. Общая характеристика техногенных геофизических полей.

Искусственные неуправляемые поля (техногенные физические поля) обусловлены работой механизмов и машин, энергетических установок, транспортных средств, средств связи и других источников антропогенной деятельности.

Искусственное техногенное физическое воздействие представляет собой опосредованную передачу энергии от объектов-источников через искусственно создаваемые физические поля.

4. Наиболее активные виды техногенных физических полей.

Суммарный энергетический потенциал техногенных физических полей. Наиболее активные виды техногенных физических полей: статическое, динамическое, акустическое, температурное, электрическое и радиационное поля.

Статические и динамические нагрузки на горные породы способствуют возникновению и интенсификации геологических процессов, связанных с изменением напряженного состояния массивов горных пород, ослаблением сил сцепления и внутреннего трения, удерживающих горный массив в состоянии равновесия.

Поле вибрации создается многочисленными и разнообразными источниками: движущиеся транспортные средства, оборудование промышленных предприятий, строительные машины и механизмы, техническое оборудование зданий и инженерных сооружений.

Шумовое, или акустическое, загрязнение среды относится к категории прямого экологического воздействия, т.к. оказывает непосредственное и исключительное воздействие на живые организмы. Источники шума: наземный автомобильный и железнодорожный транспорт, воздушный транспорт, промышленные предприятия, строительные машины и механизмы.

Воздействие, вызываемое техногенным изменением температурного режима верхних слоев литосферы, в настоящее время представляет собой серьезную экологическую проблему.

Электрическое загрязнение среды проявляется в формировании электрического поля блуждающих токов и в перенасыщении приземного слоя атмосферы аэроионами, в первую очередь положительными ионами тяжелых элементов.

Радиационное воздействие представляет опасный фактор прямого воздействия на живые организмы. К естественному радиационному фону добавляется создающее загрязнение техногенное ионизирующее излучение, поступающее в окружающую среду от

новообразованных радионуклидов, используемых строительных материалов, от складированных отходов атомного производства и т.п.

1. 2 Лекция № 2 (2 часа).

Тема: «Термодинамические процессы в атмосфере. Циркуляция вод Мирового океана»

1.2.1 Вопросы лекции:

1. Основы термодинамики в атмосфере.
2. Термодинамические процессы атмосферы.
3. Составляющие гидрологического цикла.
4. Циркуляция вод.
5. Значение гидрологического цикла.

1.2.2 Краткое содержание вопросов:

1. Основы термодинамики в атмосфере.

Основным внешним фактором, действующим на атмосферу, является Солнце. Под воздействием солнечного излучения происходят разнообразные процессы переноса энергии, тепла и вещества между разными областями атмосферы и другими геосферами. Атмосфера, в основном, заполнена воздухом, и примерный молекулярный вес воздуха, как хорошо известно, равен 29, что несколько больше молекулярного веса основной компоненты воздуха — азота N_2 , равного 28. Небольшое превышение молекулярного веса воздуха над молекулярным весом азота связано с тем, что следующая по объему компонента (кислород O_2) имеет больший молекулярный вес — 32.

Одним из самых существенных факторов, определяющих поведение атмосферы, является водяной пар — известный всем газ H_2O , с молекулярной массой 18. Он присутствует в сравнительно небольших количествах в атмосфере, но, в отличие от других компонент воздуха, с водяным паром при типичных атмосферных температурах происходят фазовые переходы с выделением и поглощением тепла, поэтому его роль весьма значительна. Уравнение состояния воздуха при учете водяного пара меняется.

2. Термодинамические процессы атмосферы.

В атмосфере происходят различные термодинамические процессы, в частности изотермические, адиабатические и другие, знакомые по курсу молекулярной физики, процессы. В основном атмосфера не изотермична, например, в тропосфере температура меняется с высотой довольно сильно, каждый километр падает примерно на 6,5 градусов.

Но в областях тропопаузы, стратопаузы, мезопаузы в некоторых диапазонах высот ее приближенно можно считать изотермичной. Как известно, распределение давления и плотности в изотермической атмосфере определяется формулой Больцмана. Однако, как правило, в атмосфере происходят заметные изменения температуры с высотой и приближение изотермической атмосферы явно неприменимо. Более подходящим приближением при рассмотрении перемещения частиц воздуха является адиабатическое приближение. При таком анализе обычно выделяется достаточно крупная частица воздуха, содержащая много молекул и представляющая собой физически бесконечно малый объем. При этом обычно считается, что частица достаточно велика по сравнению с масштабами микроструктуры среды и достаточно мала по сравнению с внешними характерными масштабами задачи. Поскольку воздух плохой проводник тепла и его теплопроводность низка, можно считать, что по мере перемещения с ветром этой частицы с потоком других частиц она слабо обменивается энергией с окружающей средой, т. е. можно использовать адиабатическое приближение. Такая простейшая модель, тем не менее, отражает основное физическое явление и объясняет многие процессы в атмосфере.

3. Составляющие гидрологического цикла.

Основными составляющими гидрологического цикла являются: испарение, осадки, перенос влаги воздухом, речной сток.

На поверхность суши выпадает больше осадков, чем испаряется с ее поверхности. Избыток влаги в виде речного стока поступает в океан. В годовом гидрологическом цикле участвует малая часть общего запаса воды.

Время пребывания воды в различных стадиях гидрологического цикла существенно различается. Время пребывания воды в океане составляет около 4000 лет, время пребывания в водах суши — 100 лет, в атмосфере — всего 10 дней.

4. Циркуляция вод.

Общая циркуляция — это осредненное за длительное время движение вод океана. Она вызывается термохалинными процессами (осадки, испарение, нагревание, охлаждение), касательным напряжением ветра, действием атмосферного давления. Отдельные участки общей циркуляции проявляются в форме течений различной *природы*. По происхождению течения подразделяются на *дрейфовые*, *градиентные*, *конвекционные*, *приливные*, суспензионные, а также течения, вызванные волнами. По области локализации течения подразделяются на *поверхностные*, *глубинные*, *придонные*. Повсеместно в океане образуются зоны сходимости и расходимости течений — фронты, конвергенции,

дивергенции. Например, такие как северный полярный фронт, южный полярный фронт, субтропическая конвергенция, субполярная дивергенция и др.

В океанах выделяются зональные течения, к ним относятся пассатные течения, Антарктическое круговое (циркумполярное) течение. Меридиональные течения замыкают зональные течения в единую систему, в них выделяют западные пограничные (Гольфстрим, Бразильское, Агульясово, Куроисио) и восточные пограничные течения (Канарское, Калифорнийское, Перуанское). Особую группу представляют собой экваториальные течения, расположенные в узкой (по ширине) экваториальной зоне, а также переменные во времени течения — муссоны.

5. Значение гидрологического цикла.

Гидрологический цикл играет важнейшую роль в формировании климата на Земле. В настоящее время все водные объекты гидрологического цикла подвержены антропогенному воздействию. Особенно сильному загрязнению подвержены воды суши и внутренние моря. Зонами экологического бедствия являются бассейн Волги, Каспийское, Черное, Балтийское, Средиземное моря. Крупномасштабное загрязнение Мирового океана нефтепродуктами и поверхностно-активными веществами может повлиять на испарение с морской поверхности. В результате антропогенных воздействий нарушается естественный гидрологический цикл. В современном состоянии гидросферу можно считать замкнутой системой, так как обмен с недрами Земли незначителен.

1.3 Лекция № 3 (2 часа).

Тема: «Процессы переноса тепла в литосфере. Геофизические и геохимические процессы в условиях техногенеза»

1.3.1 Вопросы лекции:

1. Температура недр Земли.
2. Механизмы переноса тепла.
3. Понятие техногенеза.
4. Геофизические процессы в условиях техногенеза.
5. Геохимические процессы в условиях техногенеза.

1.3.2 Краткое содержание вопросов:

1. Температура недр Земли.

Тепловой поток является произведением теплопроводности горных пород на градиент температуры. Все измерения показывают, что геотермический градиент

направлен вглубь Земли, что означает повышение температуры с глубиной. Среднее значение геотермического градиента около $20^{\circ}\text{C}/\text{км}$. Однако наблюдаются значительные отклонения от этого значения в различных областях земной поверхности. Различные значения теплового потока коррелируют с различными геологическими структурами.

Температуру в недрах Земли можно оценить из следующих соображений. Поскольку $\text{grad}T$ не возрастает с глубиной, то на глубинах $l * 100 \text{ км}$ T не более 2000°C . Более точно T на этих глубинах можно определить по T очагов вулканов, находящихся на этих глубинах, которая составляет приблизительно 1200°C . На глубинах 400 км происходят фазовые переходы минералов $\text{MgSiO}_3\text{-Fe}_2\text{SiO}_3$, температура которых равна $1600 \pm 50^{\circ}\text{C}$.

Мантия Земли по отношению к сейсмическим волнам ведет себя как твердое тело, поэтому за верхний предел температур принимается распределение температур около кривой плавления, зависящей от давления.

2. Механизмы переноса тепла.

Теплопроводность. Если считать, что перенос тепла осуществляется только за счет теплопроводности, то в силу большой инерционности этого механизма следует предположить, что основная масса (80-90%) источников тепла сосредоточена в наружном 100-километровом слое горных пород, что представляется маловероятным. Поэтому очевидно наличие и других механизмов переноса тепла в недрах Земли.

Перенос тепла лучеиспусканием и экситонами. При температурах свыше $800\text{-}1500^{\circ}\text{C}$ значительное количество тепла передается через породу лучеиспусканием. При более высоких температурах можно ожидать преобладания лучистого переноса. Эффективность этого переноса определяется прозрачностью силикатных минералов к красным и инфракрасным лучам.

Тепловая конвекция. В жидкой среде она может вынести большое количество тепла даже при сравнительно небольшом градиенте. По-видимому, именно конвекцией передается тепло вверх через внешнее ядро. Многие данные, связанные с происхождением основных поверхностных структур, свидетельствуют о существовании конвекции в мантии. Вязкость верхней мантии может быть достаточно малой, чтобы допустить конвекцию при сравнительно небольшом температурном градиенте, превышающем адиабатический.

3. Понятие техногенеза.

В условиях современного развития человеческого общества геофизические и геохимические кризисы в ландшафтах и в целом определяется не только совокупностью природных процессов, характеризующих трансформацию(мобилизацию и иммобилизацию) веществ и энергии, их миграцию и аккумуляцию, но и в значительной степени разнообразными воздействиями, связанными с деятельностью человека.

Техногенез – это совокупность геохимических и геофизических процессов, связанных с деятельностью человечества.

4. Геофизические процессы в условиях техногенеза.

Техногенные изменения в недрах Земли в платформенных условиях при добыче углеводородов протекают относительно быстро в сравнении с естественной геодинамикой и, как правило, имеют отдаленные последствия. Изменения в гидрогазодинамике обуславливают соответствующие мало исследованные техногенные изменения в геодинамике твердой части земной коры. Их последствия могут привести к крупнейшим техногенным катастрофам и чрезвычайным ситуациям: землетрясениям, провалам земной поверхности, изменениям в балансе и качестве подземных вод зоны активного водообмена.

Формирование и эволюция напряженно-деформированного состояния, геофизических процессов и сейсмичность земной коры определяются ее строением, естественной динамикой и совокупностью воздействий на геологическую среду. В связи с этим нами выполнен анализ геологического строения и геодинамики верхней части земной коры Южного Предуралья, уточнена ее геодинамическая модель и проанализировано напряженно-деформированное состояние, в значительной мере определяющие реакцию геологической среды на техногенные воздействия.

Неоднородность строения земной коры приводит к неоднородному распределению напряжений и к их концентрации в местах контактов блоков. Медленные деформации земной коры, вызываемые природными и техногенными причинами, приводят к подвижкам по поверхности контактов. В результате происходит сброс напряжений и выделение сейсмической энергии. Выяснение конкретных причин их возникновения предполагает познание особенностей геологического строения территории в плане его исторического становления.

5. Геохимические процессы в условиях техногенеза.

В геохимическом аспекте техногенез включает:

- извлечение химических элементов из природной среды (добыча полезных ископаемых), их концентрацию (обогащение руды на горнообогажительных комбинатах);
- перегруппировку химических элементов, изменение химического состава соединений, в которые эти элементы входят, а также создание новых химических веществ (выплавка сплавов черных и цветных металлов, создание полимерных материалов);
- рассеяние вовлеченных в техногенез элементов в окружающей среде. Рассеивание химических элементов может быть планомерным процессом (внесение химических удобрений, орошение полей сточными водами, компостами) и побочным непредусмотренным процессом (выбросы в атмосферу продуктов сгорания, загрязнение почв и водоемов промышленными стоками, аварийные выбросы).

1. 4 Лекция № 4 (2 часа).

Тема: «Геофизические методы исследования. Геохимические приборы и оборудование. Геохимические методы исследования. Геофизический и геохимический мониторинг»

1.4.1 Вопросы лекции:

1. История вопроса. Геофизические методы.
2. Геохимическое опробирование. Лабораторный анализ отобранных проб.
3. Основные приборы, применяемые в анализе.
4. История вопроса. Геохимические методы.
5. Основа методологии геофизического и геохимического мониторинга.

1.4.2 Краткое содержание вопросов:

1. История вопроса.

Геофизические исследования — группа методов, основанных на изучении естественных и искусственно создаваемых физических полей (электрических, акустических и др.), физических свойств горных пород, пластовых флюидов, содержания и состава различных газов в буровом растворе. Применяются для изучения геологического разреза скважин и массива горных пород в околоскважинном и межскважинном пространствах, контроля технического состояния скважин и разработки нефтяных и газовых месторождений.

Первые геофизические исследования (термометрия) выполнены Д.В. Голубятниковым в 1908 на нефтяных промыслах Баку. В 1926 братьями Шлюмберже (Франция) был предложен электрический каротаж. Высокая эффективность электрического каротажа обеспечила его быстрое внедрение и развитие других методов

геофизических исследований. В СССР в разработку теории и техники геофизических исследований большой вклад внесли Л.М. Альпин, В.Н. Дахнов, С.Г. Комаров и др. Важные исследования в этой области выполнены в США Г. Арчи, Г. Гюйо, Дж. Доллом и др.

Геофизические методы.

Предметом исследований геофизических методов (прикладной геофизики) являются: глубинные структуры земной коры на суше и океанах (платформенные, геосинклинальные, рифтовые области, океанические впадины и др.), кристаллический фундамент, осадочный чехол, полезные ископаемые в них, верхняя часть земной коры, называемая геологической (геофизической) средой или верхней частью разреза. Целью прикладной геофизики является восстановление строения, состава, истории развития этих объектов земной коры на основе косвенной информации о физических полях.

Основными задачами геофизических исследований земной коры являются следующие: изучение состава, строения и состояния пород, слагающих земную кору, а также их динамику, выявление полезных ископаемых и изучения геологической среды как основы для промышленного, сельскохозяйственного, гражданского и военного освоения и сохранения ее экологических функций, как источника жизни на Земле путем косвенного изучения физических полей. Формально они сводятся к обнаружению геологических объектов, оценки их геометрии, а по физическим свойствам определение их геологической природы.

В соответствии с решаемыми задачами основными прикладными направлениями и методами геофизических исследований земной коры являются: глубинная, региональная, разведочная (нефтегазовая, рудная, нерудная, угольная), инженерная (инженерно-геологическая, гидрогеологическая, почвенно-мелиоративная, мерзлотно-гляциологическая) и экологическая геофизика.

2. Геохимическое опробование. Лабораторный анализ отобранных проб.

Литогеохимические. Опробование скальных горных пород, рыхлых отложений, кор выветривания, почв. Объем пробы – с учетом требований лаборатории к количеству анализируемого материала (величине навески), а также необходимости сохранять часть материала (дубликат пробы). Обычно порядка 150-200 г. Предварительная обработка – дробление, истирание, деление (квартование) пробы.

Гидрогеохимические. Отбор проб воды из поверхностных водотоков, источников, подземных вод по скважинам. Обычный объем – 0,5-1 л. Все анализируемые пробы должны иметь одинаковый объем, чтоб можно было сравнивать результаты без

дополнительных пересчетов. Как правило, отдельно анализируется содержание взвешенного и растворенного вещества. Вначале отделяется нерастворимый осадок (отстаиванием или фильтрованием), затем испарение для определения содержания и состава растворенных солей.

Биогеохимические. Определяется содержание химических элементов в растительных, реже животных тканях. Применяются различные варианты. Чаще всего – сжигание и анализ зольного остатка. Объем пробы – с учетом выхода зольного остатка (лучше определить путем проведения предварительных опытных работ). Древесина содержит больше минеральных веществ (зольного остатка больше), в листве и в травянистых растениях их меньше. Другой вариант – отжимание и последующий анализ содержащейся в растениях воды.

Атмогеохимические. Обычно используются газоанализаторы, позволяющие определять содержание газов на месте (в приземных слоях атмосферы или в подземных атмосферах).

Гамма-спектрометрические методы (наземная и аэрогамма-спектрометрия) – дистанционное определение суммарного содержания радиоактивных изотопов. По форме является геофизическим методом (и может рассматриваться в этом ряду), но по сути – вид геохимии, так как определяется содержание элементов.

Лабораторный анализ отобранных проб.

Приближенно-количественный спектральный анализ. Суть – в испарении анализируемого вещества и определения интенсивности спектральных линий, по которой и оценивается содержание. Две разновидности. Метод просыпки – для легко испаряющихся элементов. Метод испарения – для тугоплавких. Интенсивность «на глазок» оценивает аналитик, сравнивая ее с эталоном. Отсюда большие величины погрешности, поэтому метод пригоден лишь в тех случаях, когда содержания различаются на порядки (в десятки, сотни и более раз).

Количественный спектральный анализ. То же, но с инструментальным определением. Наиболее точной считается методика внешнего стандарта: параллельное сжигание двух проб, одна из которых – с известным стандартным содержанием элемента. Анализ намного точнее приближенно-количественного, но соответственно и дороже.

Атомно-абсорбционный анализ. Анализируется раствор, из которого атомы определяемого элемента сорбируются на какую-либо поверхность. Для разных элементов применяются различные сорбенты. Высокие значения чувствительности и воспроизводимости. Самый дорогой метод.

Рентгеноспектральный анализ. Препарат облучается рентгеновскими лучами, по интенсивности линий вызванного излучения определяется содержание элементов. Используются внутренние эталоны для каждого из элементов, с которыми осуществляется сравнение. Интенсивность определяется инструментально по количеству импульсов, соответствующих определенной линии спектра. Метод эффективен для определения содержаний элементов порядка сотых долей процента и выше (порог чувствительности – порядка 10⁻⁴%).

3. Основные приборы, применяемые в анализе.

Спектрофотометр — прибор для исследования свойств различных веществ на основе анализа спектрального состава отраженного или прошедшего через вещество излучения в оптическом диапазоне по отражению (поглощению) различных длин волн электромагнитного излучения. Так же используется для измерения спектральных характеристик излучателей и объектов, взаимодействовавших с излучением, а также для спектрального анализа и фотометрирования.

Атомно-абсорбционный спектрометр состоит из источника первичного излучения, который дает поглощаемое излучение, устройства для превращения анализируемой пробы в атомный пар, системы ввода пробы, оптической диспергирующей системы, детектора и электронных устройств для сбора и обработки полученных данных.

4. История вопроса. Геохимические методы.

Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых постепенно приобретают все более широкое признание, по мере того как совершенствуются их теоретические основы и уточняется техника практического применения. Геохимические методы применяются в настоящее время для поисков самых разнообразных месторождений полезных ископаемых, в том числе месторождений олова, вольфрама, молибдена, свинца, цинка, меди, урана, тория, ртути, кобальта, никеля, бора, бериллия, селена, нефти, горючих газов и многих других.

Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых впервые были предложены и стали применяться в России начиная с 1917 г., когда Н. С. Курнаков, изучая калий в рассолах соляных варниц, открыл Верхне-Камское месторождение калийных солей и прогнозировал находки подобных месторождений и в других районах.

В 1932 г. В. А. Соколов предложил для поисков нефтяных залежей метод газовой съемки, основанный на определении в почвенном воздухе метана и других углеводородов. В том же году Н. И. Сафронов начал применять для интерпретации электрических

анамалий на полиметаллических месторождениях Рудного Алтая изучение рыхлых отложений с целью определения в них различных металлов, заложив тем самым понятие о вторичных ореолах рассеяния элементов вблизи рудных месторождений и основы металлометрической съемки. В 1934 г. А. П. Соловов на оловорудном месторождении Хапчеранга доказал наличие вторичных ореолов рассеяния олова. В 1935 г. металлометрические работы в Восточном Забайкалье, проведенные указанным автором, привели к первым открытиям промышленных месторождений, чем впервые была определена практическая ценность металлометрического метода. В то же время проводились металлометрические исследования на месторождениях олова, золота, меди и других металлов в разных районах СССР (М. Ф. Зенин, Б. Л. Флеров и др.), причем эти исследования носили соответственно названия станнометрических, аурометрических, купрометрических и т. д. съемок. В 1936 г. А. А. Сауков выявил широкие ореолы рассеяния ртути в коренных породах, окружающих некоторые ртутные месторождения, рассматривая эти ореолы как результат миграции металла в газообразном состоянии.

Теоретические основы биогеохимического метода были заложены также в нашей стране трудами В. И. Вернадского и А. П. Виноградова. Д. П. Малюга начиная с 1937 г. систематически проводит почвенно-флористические исследования вначале на месторождениях силикатного никеля, а затем и ряда других полезных ископаемых — кобальта, хрома, меди, урана и др. С. М. Ткалич в 1938 г. и последующих годах изучает возможность использования ряда растений в качестве индикаторов при геохимических методах поисков и разведки некоторых металлов на Дальнем Востоке и в Красноярском крае. В послевоенное время, начиная с 1945 г., изыскания в этом направлении были начаты Геологической службой США и некоторыми частными горнорудными компаниями и университетскими лабораториями. Примерно с того же времени геохимические методы поисков стали применяться также в Англии и ее колониях, во Франции, Канаде и некоторых других странах.

Геохимические методы.

Геохимические методы поисков основаны на массовом опробовании горных пород, почв, природных вод, растений, почвенного и подпочвенного воздуха и на определении в них, как правило, весьма малых концентраций тех или иных элементов. Это вытекает из основной задачи геохимических поисков — обнаружения ореолов и потоков рассеяния химических элементов, генетически связанных с месторождениями полезных ископаемых и характеризующихся, как правило, достаточно низкими концентрациями искомых элементов, хотя и превышающими их кларки. Сама разработка геохимических методов поисков стала возможной лишь после того, как предварительно были разработаны

соответствующие методы анализа, позволившие выявлять указанные ореолы и потоки рассеяния. Эти методы весьма разнообразны, но все они обладают некоторыми общими особенностями. Этими особенностями являются: а) высокая чувствительность, б) достаточная точность и в) высокая производительность. Особенно широкое применение при геохимических поисках, в частности при металлометрической съемке, нашел эмиссионный спектральный анализ. Этот метод отличается исключительно высокой производительностью и простотой выполнения и не требует сложных операций по предварительной обработке проб. Он обладает очень высокой чувствительностью и позволяет одновременно анализировать пробу на десятки разных элементов. Газовая съемка и газовый каротаж, применяемые для поисков залежей нефти и газа, требуют специальных методов анализа газов. Обычно вначале производится общий анализ газа, т. е. определяются главнейшие компоненты газовой смеси: углекислый газ, кислород, водород, азот, окись углерода и сумма углеводородных газов. Эти определения обычно производятся на приборе ВТИ (Всесоюзного теплотехнического института). Определение отдельных газов осуществляется частью путем поглощения их теми или иными реагентами (углекислый газ — едкой щелочью, кислород — пирогаллолом), частью путем сжигания в определенных условиях (водород — в присутствии окиси меди, углеводороды — в присутствии кислорода воздуха над раскаленной платиновой спиралью). Азот вместе с благородными газами (аргон, гелий, неон, криптон, ксенон) определяется по разности между объемом взятого газа и суммой объемов уже определенных при анализе газов. Особое внимание при анализе газа должно быть, очевидно, обращено на углеводороды: помимо определения их суммарного количества необходимо произвести отдельный анализ этих газов на метан и тяжелые углеводороды. При поисках месторождений радиоактивных руд эманационным методом необходимо определять газообразный радон. Метод его определения (так же, как и методы определения его аналогов — торона и актинона) основан на том, что как эманации, так и их ближайшие продукты распада испускают α -частицы, сильно ионизирующие воздух, что используется в специальных измерительных приборах. В последние годы для целей поисков используются: изотопный состав элементов, воздействие нейтронов на горные породы и т. д. Изотопный состав элементов определяется на масспектрографах. Воздействие нейтронов на горные породы используется при нейтронном каротаже: с этой целью в буровую скважину опускают генератор быстрых нейтронов и детектор γ -излучения. По характеру и интенсивности вторичного излучения судят об элементах и их концентрации на пути быстрых нейтронов. Таковы принципы некоторых методов анализа, применяемых при геохимических поисковых работах. Эти методы все более совершенствуются, чувствительность и

точность определений повышается, растет производительность полевых и стационарных лабораторий, снижается стоимость анализов. Все это представляет большое значение для совершенствования и самих геохимических поисков, включающих в себя, как одну из важнейших неотъемлемых частей, аналитические методы.

5. Основа методологии геофизического и геохимического мониторинга.

В основу методологии исследования и мониторинга геофизического и напряженно-деформированного состояния недр нефтегазоносных районов в условиях техногенного воздействия на нее нами принят комплексный подход, учитывающий взаимовлияние геологических структур, динамики гидрогеосистемы, добычи полезных ископаемых и напряженно-деформированного состояния среды. Сравнительный анализ геологического строения, системы разломов, динамики подземных вод, напряженности и сейсмичности позволяет районировать территорию региона по геофизической и сейсмической активности. Комплексный подход ориентирован на теоретическое обобщение и дальнейшее развитие представлений о взаимодействиях в системе геологическая среда - гидрогеосистема - напряженно-деформированное состояние и сейсмичность верхней части земной коры в условиях техногенеза.

Применение данных мониторинга.

В целях обеспечения безопасной эксплуатации месторождений углеводородов целесообразно принять непрерывный контроль сейсмической активности основными методами геофизического и сейсмического мониторинга, сохранив методы геодезического контроля деформации земной поверхности лишь на участках аномально высокой сейсмической активности, которые выявляются по результатам сейсмического мониторинга. Комплексная система геодезического контроля деформации земной поверхности с сейсмическим мониторингом позволяет существенным образом повысить эколого-промышленную безопасность объектов нефтегазового комплекса с уменьшением на нее затрат.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

2.1 Лабораторная работа № 1 (2 часа).

Тема: «Геохимические классификации химических элементов. Микро- и макроэлементы биосферы и их роль для живых организмов. Тяжелые металлы и их особенности».

2.1.1 Цель работы: изучить классификации хим.элементов и рассмотреть их особенности.

2.1.2 Задачи работы:

1. Ознакомиться и изучить основные геохимические классификации хим. элементов биосферы.

2. Изучить основные макроэлементы и микроэлементы, наиболее распространенные в биосфере. Дать характеристику биофильным элементам (С, N, О, Р, Н, К, S); определить их место в жизнедеятельности организмов.

3. Ознакомиться с основными биологически активными веществами, оказывающие эффект на живые организмы.

4. Ознакомиться с понятиями тяжелые металлы, технофильность, индикаторы, организмы-аккумуляторы. Изучить частные методики определения содержания соединений тяжелых металлов в почве, воде, растениях.

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Набор демонстрационного оборудования (мультимедиа проектор, экран, ноутбук, средства звуковоспроизведения) и учебно-наглядные пособия.

2.1.4 Описание (ход) работы:

Отработать и закрепить навыки распределения химических элементов в зависимости от классификационных геохимических критериев по предложенным заданиям. Ознакомиться с показателями относительного использования хим. элементов, относительного техногенного накопления хим. элементов, инструментами и оборудованием для проведения камеральных исследований.

2.2 Лабораторная работа № 2 (2 часа).

Тема: «Геохимические круговороты основных химических элементов в окружающей среде».

2.2.1 Цель работы: изучить геохимические круговороты основных химических элементов в окружающей среде.

2.2.2 Задачи работы:

1. Ознакомиться с понятием геохимического круговорота элементов.
2. Изучить основные геохимические циклы химических элементов в биосфере.
3. Отработать методику составления геохимических круговоротов основных химических элементов: азота, фосфора, серы, кислорода, кремния, и др.

2.2.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Набор демонстрационного оборудования (мультимедиа проектор, экран, ноутбук, средства звуковоспроизведения) и учебно-наглядные пособия.

2.2.4 Описание (ход) работы:

Отработать методику составления геохимических круговоротов основных химических элементов: азота, фосфора, серы, кислорода, кремния.

2.3 Лабораторная работа № 3 (2 часа).

Тема: «Минерально-сырьевая база основных стран-экспортеров природных ресурсов. Основные формы нахождения хим. элементов. Самостоятельные минеральные виды. Основные принципы кристаллохимии».

2.3.1 Цель работы: изучить минерально-сырьевую базу основных стран-экспортеров природных ресурсов; рассмотреть основные формы нахождения химических элементов.

2.3.2 Задачи работы:

1. Ознакомиться с понятиями: руда, промышленное, сельскохозяйственное, минеральное сырье. Изучить классификации сырья, полезных ископаемых и их месторождений.
2. Изучить распределение мировых запасов минерально-сырьевых ресурсов по регионам мира, Российской Федерации.
3. Освоить и закрепить методику составления картосхемы месторождений полезных ископаемых.
4. Ознакомиться с понятием формы нахождения элементов. Изучить основные принципы кристаллохимии.
5. Определить связь основных свойств минералов с кристаллохимическими показателями.

2.3.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Набор демонстрационного оборудования (мультимедиа проектор, экран, ноутбук, средства звуковоспроизведения) и учебно-наглядные пособия.

2.3.4 Описание (ход) работы:

Знакомиться с составлением баланса запасов месторождений полезных ископаемых. Освоить и закрепить методику составления картосхемы месторождений полезных ископаемых. Определить связь основных свойств минералов с кристаллохимическими показателями. Отработать и закрепить навыки описания свойств минералов.

2.4 Лабораторная работа № 4 (2 часа).

Тема: «Биогенная форма нахождения элементов в биосфере. Состояние рассеяния элементов. Характеристика техногенных соединений биосферы. Изоморфная форма нахождения хим. элементов. Факторы изоморфизма».

2.4.1 Цель работы: изучить биогенную форму нахождения элементов и состояние рассеяния в биосфере; охарактеризовать техногенные соединения; рассмотреть изоморфную форму нахождения химических элементов, факторы изоморфизма.

2.4.2 Задачи работы:

1. Изучить особенности биогенной формы нахождения химических элементов в растениях, животных, вирусах и бактериях. Изучить понятие биогеохимических провинций и их классификацию.
2. Ознакомиться с основными элементами, находящиеся в состоянии рассеяния. Изучить закон всеобщего рассеяния элементов в биосфере.
3. Дать понятие техногенных соединений, классификация.
4. Изучить характеристики некоторых техногенных соединений, не имеющих природных аналогов. Применение техногенных соединений.
5. Перечислите и охарактеризуйте основные изоморфные формы элементов.
6. Определить роль изоморфных смесей для человека. Расскажите принцип распределения элементов в рядах изоморфизма.

2.4.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Набор демонстрационного оборудования (мультимедиа проектор, экран, ноутбук, средства звуковоспроизведения) и учебно-наглядные пособия.

2.4.4 Описание (ход) работы:

Усвоить процесс образования органического вещества с помощью составления схемы. Освоить характеристики некоторых техногенных соединений, не имеющих природных аналогов. Изучить принцип распределения элементов в рядах изоморфизма.

2.5 Лабораторная работа № 5 (2 часа).

Тема: «Водные растворы и газовые смеси. Коллоидная и сорбированная формы нахождения элементов».

2.5.1 Цель работы: изучить водные растворы, газовые смеси, коллоиды и сорбированные формы нахождения элементов.

2.5.2 Задачи работы:

1. Дайте характеристику водным растворам, охарактеризуйте состояние воды в биосфере и состав природных растворов.
2. Дайте характеристику газовым смесям, охарактеризуйте природные газы в биосфере.
3. Дайте характеристику коллоидным формам нахождения элементов.
4. Дайте характеристику сорбированным формам нахождения элементов в биосфере.

2.5.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Набор демонстрационного оборудования (мультимедиа проектор, экран, ноутбук, средства звуковоспроизведения) и учебно-наглядные пособия.

2.5.4 Описание (ход) работы:

Освоить и закрепить навыки составления реакций образования и распада воды. Изучить химические и физико-химические свойства газов атмосферы.

2.6 Лабораторная работа № 6 (2 часа).

Тема: «Планета земля как физическое тело. Основные геофизические характеристики планеты».

2.6.1 Цель работы: рассмотреть основные геофизические характеристики планеты.

2.6.2 Задачи работы:

1. Дать общую физическую характеристику Земли.
2. Охарактеризовать атмосферу Земли.
3. Охарактеризовать внутреннее строение и литосферу Земли.
4. Охарактеризовать гидросферу Земли.

2.6.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Набор демонстрационного оборудования (мультимедиа проектор, экран, ноутбук, средства звуковоспроизведения) и учебно-наглядные пособия.

2.6.4 Описание (ход) работы:

Провести сравнительный анализ физического состояния вещества планеты Земля в сравнении с другими планетами Солнечной системы.

2.7 Лабораторная работа № 7 (2 часа).

Тема: «Радиационная активность атомных ядер. Типы радиоактивного распада. Закон радиоактивного распада. Распад атомных ядер – основа геофизических полей».

2.7.1 Цель работы: рассмотреть типы радиоактивного распада, представить закон радиоактивного распада.

2.7.2 Задачи работы:

1. Охарактеризовать ядерный распад как основу для геофизических полей.
2. Дать понятие радиоактивности, активности, периода полураспада ядер.
3. Рассказать основные типы радиоактивного распада.
4. Охарактеризовать естественные и искусственные источники радиации.
5. Объяснить закон радиоактивного распада и связь между активностью и массой радионуклидов.

2.7.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Набор демонстрационного оборудования (мультимедиа проектор, экран, ноутбук, средства звуковоспроизведения) и учебно-наглядные пособия.

2.7.4 Описание (ход) работы:

Изучить и освоить типы радиоактивного распада ядер по предложенным заданиям.
Изучить и освоить закон радиоактивного распада по предложенным заданиям.

2.8 Лабораторная работа № 8 (2 часа).

Тема: «Основы методики проведения эколого-геофизических исследований. Методы анализа вещества; эколого-геофизические методы изучения и оценки окружающей среды. Основы методики проведения эколого-геохимических исследований. Методы анализа вещества; эколого-геохимические методы изучения и оценки окружающей среды».

2.8.1 Цель работы: освоить основы эколого-геофизических исследований; освоить основы эколого-геохимических исследований.

2.8.2 Задачи работы:

1. Изучить основы методики проведения эколого-геофизических исследований. Рассмотреть методы анализа вещества.
2. Освоить эколого-геофизические методы изучения и оценки окружающей среды.
3. Изучить основы методики проведения эколого-геохимических исследований. Рассмотреть методы анализа вещества.
4. Освоить эколого-геохимические методы изучения и оценки окружающей среды.

2.8.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Набор демонстрационного оборудования (мультимедиа проектор, экран, ноутбук, средства звуковоспроизведения) и учебно-наглядные пособия.

2.8.4 Описание (ход) работы:

Освоить основы методики проведения эколого-геофизических исследований, методы анализа вещества; эколого-геофизические методы изучения и оценки состояния окружающей среды. Освоить основы методики проведения эколого-геохимических исследований, методы анализа вещества; эколого-геохимические методы изучения и оценки качества окружающей среды.

**3. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ**

Не предусмотрено РУП.

**4. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ПРОВЕДЕНИЮ СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ**

Не предусмотрено РУП.