

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

Кафедра кадастра недвижимости, землеустройства и геодезии

Физика Земли

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

к выполнению лабораторных и практических работ
для студентов направления 21.03.03 «Геодезия и дистанционное
зондирование»
(профиль «Геодезия») всех форм обучения

Воронеж 2022

ВВЕДЕНИЕ

В соответствии с требованиями к образованности специалиста, в результате изучения теоретического курса и прохождения практического лабораторного практикума студенты приобретают необходимый объем знаний о теории физических полей Земли и глубинном строении Земли, взаимосвязях между физическими полями, изучаемыми различными методами разведочной геофизики и обусловленности параметров современного строения Земли геологическими процессами, проходившими в предшествующие геологические эпохи.

Студент должен получить представление об основных направлениях и методах научных исследований нашей планеты, ее энергетических источниках и ресурсах.

Целью преподавания курса «Физика Земли» является приобретение студентами знаний о внутреннем строении Земли, источниках ее энергии и физических полях, что необходимо для систематизации знаний, полученных ранее в рамках дисциплин базовой части и последующего логического перехода к изучению профессиональных дисциплин, завершающих процесс обучения по специальности 21.03.03 «Геодезия и дистанционное зондирование»

ОГЛАВЛЕНИЕ

Практическая работа №1. Устройство Солнечной системы.

Принципиальные особенности строения планет группы Земли. Строение планет группы Юпитера. Строение астероидов и комет.

Практическая работа №2. Изучение глобальной структуры литосферных плит мира и закономерностей их взаимного перемещения.

Практическая работа №3. Изучение геодинамических обстановок границ литосферных плит на основе построения схематизированных разрезов по заданным сечениям.

Лабораторная работа №1. Построение интерпретационных разрезов в сечении региональных геофизических профилей (геотраверсов) ГСЗ и МОВ-ОГТ.

Лабораторная работа №2. Ознакомление с различными видами геофизических карт и их трансформаций. Проведение линеamentного анализа карт и схем разного содержания.

Лабораторная работа №3. Изостатический расчет. Изучить особенности гравитационного поля Земли и роль изостазии в формировании ее современной поверхности, выполнение изостатического расчета по заданной модели.

Лабораторная работа №4. Изучить сейсмичность Земли. Наметить наиболее сейсмически активные зоны. Анализ природы сейсмически активных зон и объяснение природы сейсмичности. Обозначить области Земли, наиболее опасные по формированию цунами.

Задание на курсовую работу

Практическая работа №1.

Устройство Солнечной системы. Принципиальные особенности строения планет группы Земли. Строение планет группы Юпитера. Строение астероидов и комет.

Задание

1. Описать устройство Солнечной системы.
2. Выполнить детальное параметрическое описание одного из космических объектов Солнечной системы.
3. Провести сопоставительный анализ особенностей строения этого объекта и Земли.
4. Написать Пояснительную записку.

Общие сведения

Солнечная система зародилась 4.56 млрд. лет назад из небулы, включающей все 92 природных элемента, но преимущественно водород. В условиях ротации материал солнечной небулы был вовлечен во вращающуюся массу, что привело к формированию из газа и пыли аккреционного диска. Со временем центральный шар развивается в **«прото-Солнце»**, а остальная часть – в концентрические круги. В сторону центра протопланетный диск становится более разогретым: т.о. разогретые внутренние кольца накапливают «пыль», холодные внешние кольца – «лед».

Кинематическая энергия падения атомов газа в **«протоСолнце»** преобразовалась в тепловую, что привело к его нагреву настолько, что оно начало сиять. С ростом протозвезды возрасла ее плотность и температура. При нагреве до 1 млн. град. Началась реакция ядерного синтеза: ядра водорода объединяются, создавая ядра гелия (горение водорода), что сопровождается созданием большого количества энергии, превращая протозвезду в мощный очаг – вспыхивает новая звезда.

Еще до вспышки Солнца материал колец начал сталкиваться и объединяться, создавая все более крупные объекты - планетезимали – тела, диаметр которого превышал 1 км. Обладая большой массой, планетезиаль притягивала все ближайшие космические объекты («пыль», «лед», меньшие планетезимали) и прогрессивно росла (космический пылесос). Когда в составе планетезимали были собраны все объекты с орбиты сформировалась **«протопланета»**. Предполагается, что формирование планет завершилось между 4.568 и 4.558 млрд. лет назад.



(Рис. 1.1):

1. Солнце - средняя звезда, которая состоит из водорода (70%), гелия (28%) и тяжелых элементов (2%) . Масса Солнца в 750 раз превышает массу остальных тел Солнечной системы (99.8%);
2. Планеты, которые вращаются в одном направлении, соответствующему вращению Солнца, по эллиптическим орбитам. Выделяется две группы планет:

- 2.1) Планеты земной (внутренней) группы (Меркурий, Венера, Земля, Марс), которые состоят преимущественно из силикатов и металлов;
- 2.2) Планеты внешней группы (группы Юпитера) (Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун) – гигантские газовые планеты, состоящие из легких элементов (H и He). Вокруг планет вращаются сотни спутников.
3. Пояс астероидов, располагающийся между орбитами Марса и Юпитера. Он включает несколькими десятками тысяч малых планет, самый большой из которых Церера в диаметре достигает 960 км;
4. Кометы – блоки льда, вращающиеся на орбитах вокруг Солнца;
5. Метеориты - относительно небольшие обломки пород и металлов;
6. Газообразные облака, распространяющиеся далеко за орбиту Плутона.
- Космические объекты Солнечной системы

Порядок выполнения работы

1. С использованием лекционных материалов, рекомендованной литературы и сайтов Интернета выполняется:

- описание концепции формирования и современного устройства Солнечной системы.
- детальное параметрическое описание одного из космических объектов Солнечной системы (определяется преподавателем).

2. Выполняется сопоставительный анализ особенностей строения этого объекта и Земли (должны быть использованы табличная и описательная формы аналитического сопоставления).

3. Проводится анализ построенной модели и пишется Пояснительная записка.

Содержание отчета

По результатам работы готовится пояснительная записка, содержащая следующие разделы:

1. Цели и задачи работы.
2. Исходная фактологическая основа работы;
3. Концепции формирования и современное устройство Солнечной системы.
4. Положение заданного преподавателем космического объекта в пределах Солнечной системы и его характеристика.
5. Сопоставительный анализ особенностей строения заданного космического объекта с Землей.

Практическая работа №2. Изучение глобальной структуры литосферных плит Мира и закономерностей их взаимного перемещения.

Задание

1. Маркировать разными цветами границы литосферных плит: а) растяжения (СОХ, рифты) – красным, б) сжатия (субдукционные зоны) – синим, в) сдвига (трансформные границы плит) – зеленым.
2. Надписать названия плит, используя вспомогательную схему.
3. Показать векторами направления движения литосферных плит и их скорости (см/год), используя вспомогательную схему и диаграммы.
4. Обозначить типы разрезов литосферы (континентальный, шельфовый, океанический).
5. Написать Пояснительную записку.

Общие сведения

Планета Земля расслоена на оболочки.

Главные оболочки земли А – кора (океаническая – до 10 км; континентальная – 40 км); В1- литосферная мантия (океаническая – до 100 км; континентальная – 150-200 км);

(А + В1) – литосфера

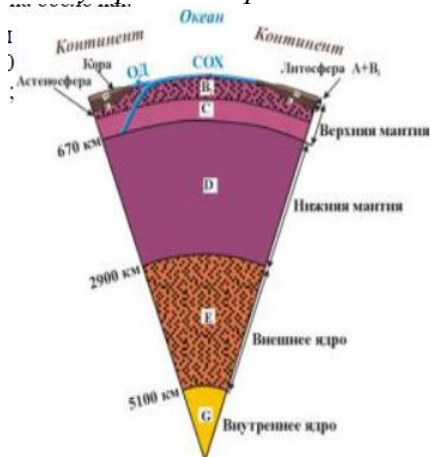
В2 – астеносфера; С – переходная зона;

(В1+В2+С) – верхняя мантия

Д1- нижняя мантия;

(С+Д1) – мезосфера Д2 – переходная зона; Е – внешнее ядро;

Г- внутреннее ядро.

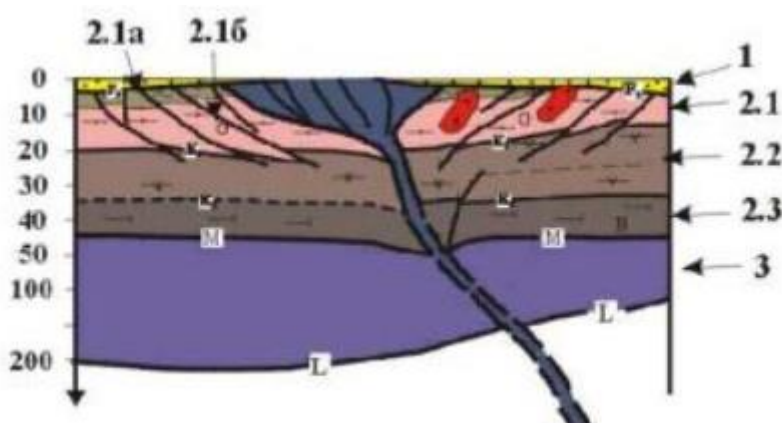


Отмечаются резкие различия в строении верхних оболочек континентов и океанов

Параметры континентальной литосферы

1. Вулканогенно-осадочный слой (Н= 0-15 км; $V_p=1.7-5.0$ км/с).
2. Консолидированная кора (Н= 30-50 км):
 - 2.1. Гранитно-метаморфический слой. (Н= 12-20 км; $V_p=5.8-6.4$ км/с):
 - 2.1.а – Вулканогенно-осадочный складчатый слой ; 2.1.б – Гранито-гнейсовый слой;
 - 2.2. Средняя кора (Н= 10-12 км, $V_p=6.5-6.8$ км/с);
 - 2.3. Нижняя кора (Н= 10-12 км, $V_p=6.9-7.2$ км/с);

3.Литосферная мантия ($H=100-250$ км; $V_p=7.8-8.6$ км/с).



Параметры океанической литосферы

•Океаническая кора:

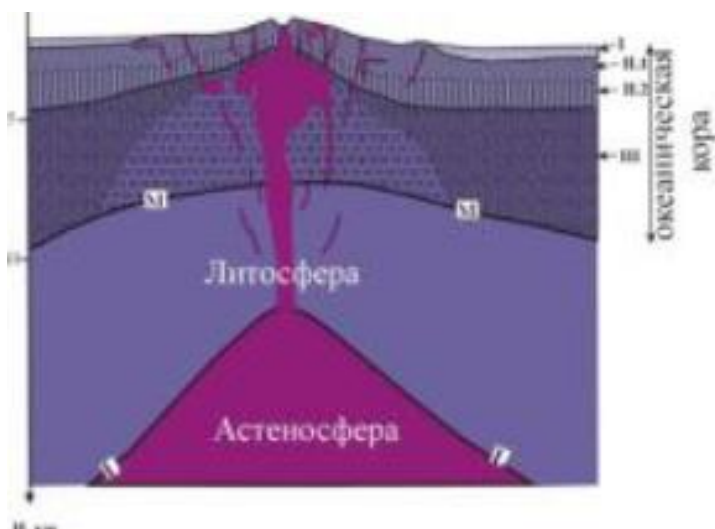
I – осадочный слой ($H=1-1.5$ км; $V_p=1.7-2.0$ км/с; II - ($H=1.5-3$ км):

IIa – лавы толтеит. базитов ($V_p=3.6-4.3$ км/с) IIб паралл. дайки

($V_p=5.2-5.8$ км/с)

III - ($H=5.0-7.5$ км): IIIa – габбро, IIIб – дуниты, гарцбургиты, перидотиты ($V_p=6.5-7.0$ км/с)

Литосферная мантия - $V_p=8.2$ км/с



Концепция дрейфа континентов

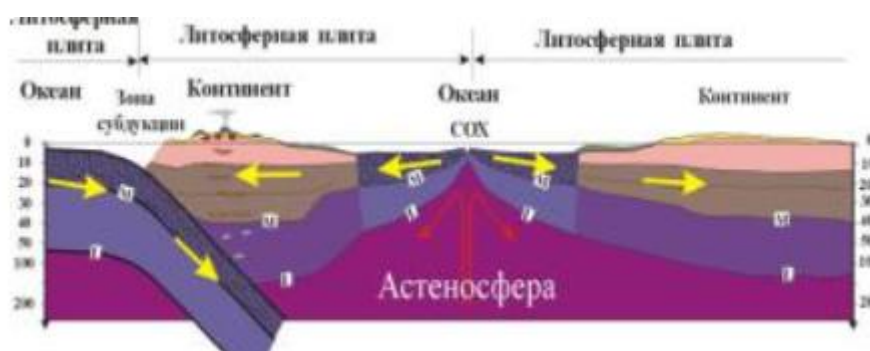
А.Вегенер в начале XX века сформулировал концепцию «Дрейфа континентов»: первоначально (до мезозойской эры) современные континенты составляли единый суперконтинент, названный им ПАНГЕЯ; в Мезозое (250-65 млн лет) Пангея была расколота на современные континенты, которые перемещались друг относительно друга. В своей работе он предполагал, что раскол континентов обусловлен силами ротации Земли и континентальная кора продвигалась через океаническую кору как корабль продвигается в воде.

Концепция тектоники литосферных плит

К 1968 году была сформулирована концепция, описывающая движущие силы и механизмы перемещения континентальных и океанических плит. В рамках этой концепции постулируется:

1. Внешняя относительно жесткая оболочка Земли, включающая земную кору и верхнюю часть мантии («**литосферу**»), плавает на относительно мягкой, пластичной оболочке («**астеносфере**»). Вещество астеносферы обладает свойствами жидкости (очень медленно течет под воздействием внешних напряжений и реализует конвективную форму передачи тепла);
2. Литосфера континентов и океанов резко различается по составу и мощности:

а) «легкая» литосфера континентов имеет среднюю мощность 150-200 км; земная кора имеет среднюю мощность – 35-40 км и состоит из силикатных пород относительно пониженной плотности; б) «тяжелая» океаническая литосфера имеет мощность от 80-100 км (старая) до 7-10 км в пределах СОХ (молодая). Ее кора мощностью 7-10 км состоит из мафических пород повышенной плотности.



3. Литосферная оболочка Земли разбита на отдельные сегменты, называемые «**литосферными плитами**», которые автономно дрейфуют в астеносферной среде.

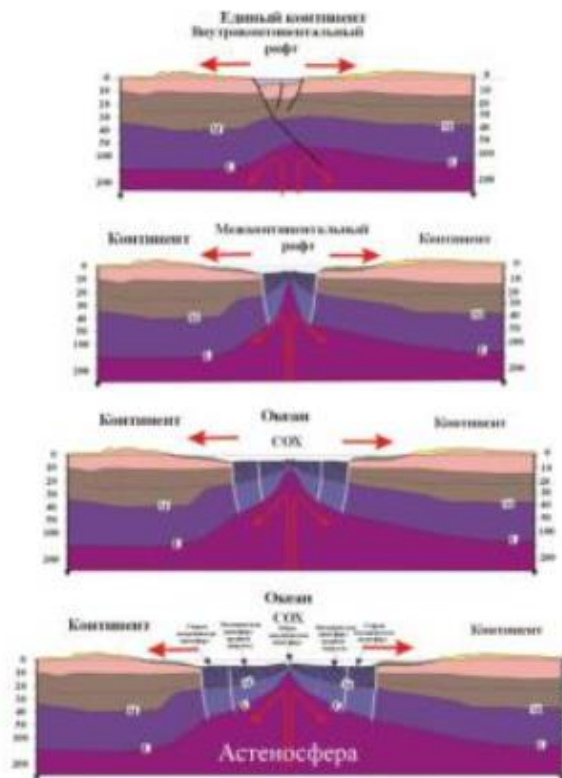
В пределах литосферной оболочки Земли выделяется 8 больших плит и сопоставимое число малых плит. Результаты наблюдений на международной сети геодезических станций, выполненные

с использованием системы «GPS», позволили

рассчитать направления и абсолютные значения скоростей перемещения литосферных плит, которые составляют от 1 до 9 см/год.

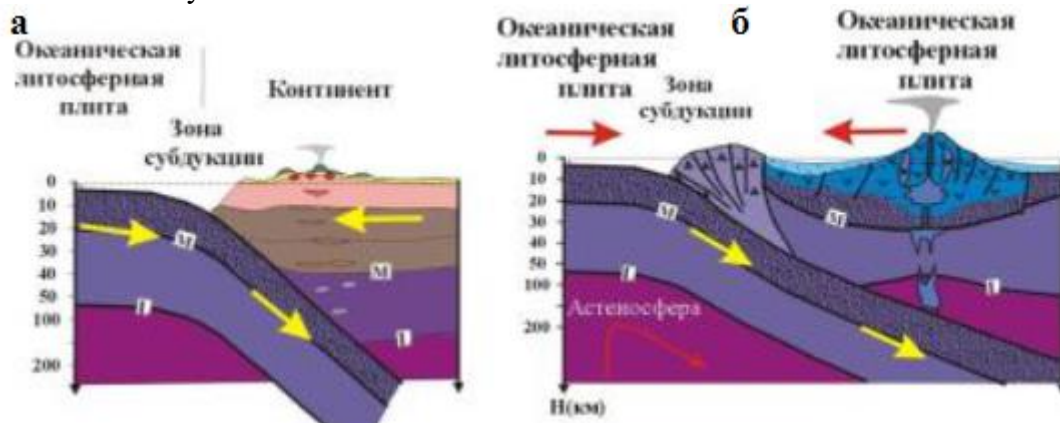
4. Вдоль границ растяжения (движения литосферных плит развивается в противоположных направлениях) происходит формирование новой литосферы океанического типа. Новая литосфера формируется в пределах

срединно-океанических хребтов (СОХ). Такие границы называются **конструктивными** или **дивергентными**.



5. Вдоль границ **сжатия** (при встречном движении литосферных плит) происходит поглощение океанической литосферы. Литосфера поглощается в субдукционных зонах. Такие границы называются **деструктивными** или **конвергентными**. Выделяется два типа субдукционных границ:

а) Островные дуги – при погружении океанической литосферы под океаническую; б) Активные континентальные окраины – при погружении океанической литосферы под континентальную.



6. Вдоль границ касательного движения литосферных плит развиваются границы **сдвига** (консервативные, трансформные).

7. В качестве энергетических источников перемещения литосферных плит рассматриваются конвективные процессы в мантии

Порядок выполнения работы

1. Составляется система условных обозначений.

Типы разрезов земной коры и верхней мантии: а) континентальный, б) переходный (континентальный шельф), в) океанический.

Типы границ литосферных плит: растяжения, сжатия, сдвига. Обозначения направления и скорости движения литосферных плит.

2. С использованием материалов, представленных в данном задании на контурную схему Мира выносятся или маркируются параметры, указанные выше.

3. Проводится анализ построенной модели и пишется Пояснительная записка.

Содержание отчета

По результатам работы готовится пояснительная записка, содержащая следующие разделы:

1. Цели и задачи работы. Исходная фактологическая и научнометодическая основа работы; Методика проведения работы и принятая система условных обозначений; Анализ полученных результатов.

Практическая работа №3. Изучение геодинамических обстановок границ литосферных плит на основе построения схематизированных разрезов по заданным сечениям.

Задание

- 1.Изучить особенности глубинных разрезов земной коры и верхней мантии для различных геодинамических обстановок;
- 2.Построить схематизированные разрезы по сечениям, заданным преподавателем на контурной схеме Мира.
- 3.Подготовить Пояснительную записку.

Общие сведения

Классификация геодинамических обстановок проводится в соответствии с их положением относительно границ литосферных плит в период их формирования:

- 1. Внутриплитные структурно-вещественные проявления (СВП): горячие точки и мантийные плюмы, внутриконтинентальные рифты, внутриплитные бассейны, пассивные континентальные окраины.**
- 2.СВП дивергентных границ литосферных плит:**
межконтинентальные рифты, океанические рифты.
- 3.СВП конвергентных границ литосферных плит: островные дуги, активные континентальные окраины, коллизионные орогены.**
- 4.СВП трансформных границ литосферных плит (зоны региональных сдвигов).**

Внутриплитные СВП:

Горячая точка – изометричная область проявления внутриплитной (базальтоидной магмы), обусловленная процессами в верхней мантии.

Мантийный плюм - изометричная область проявления внутриплитной магматической активности (базальтоидной и щелочно-базальтоидной магмы), обусловленная процессами в нижней мантии вплоть до ядра.

Внутриконтинентальный рифт – протяженный, опущенный блок или грабен, заложение которого связывается с растяжением, утонением и разрывом литосферы.

Главные особенности глубинного строения: рифтовая долина; полого наклонная зона деструкции литосферы; утонение земной коры и литосферы в целом; изменение физических параметров подкоровой мантии.

Параметры рифтовой долины: $-L = n \cdot 1000 \text{ км}$, $W=30-60 \text{ км}$, $H<10-12 \text{ км}$.

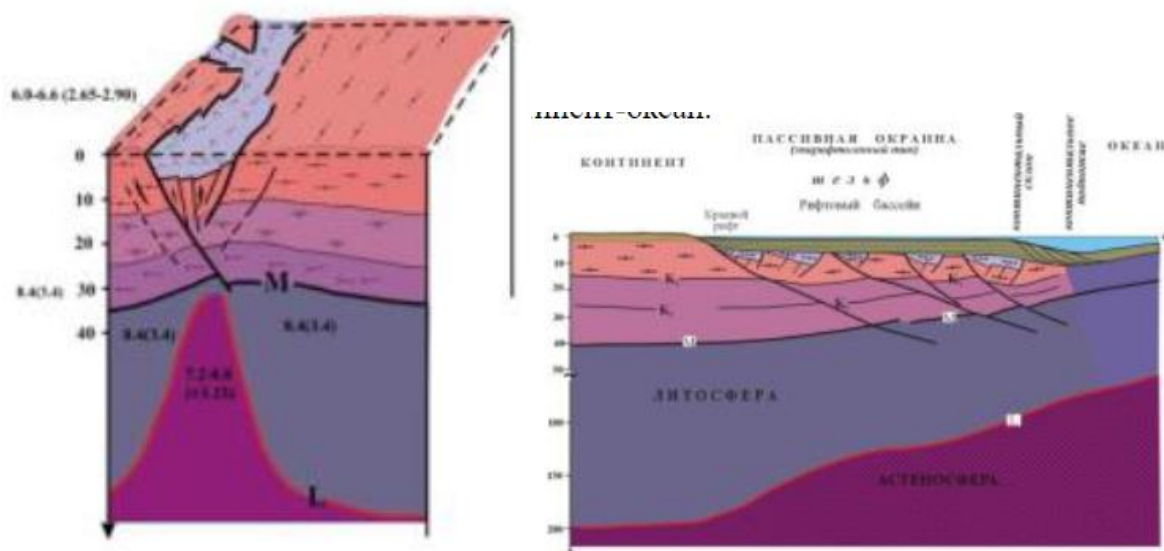
Состав: молассоидные толщи и щелочные базальтоиды.

Пассивная континентальная окраина (ПКО)– формируется в переходной зоне континент-океан.

Эпирифтогенный тип ПКО формируется на стадии раскола суперконтинента:

формирование грабенов, излияние щелочных лав, разрыв сплошности и формирование

океанических бассейнов.



Главные элементы: шельф, континентальный склон, континентальное подножие.

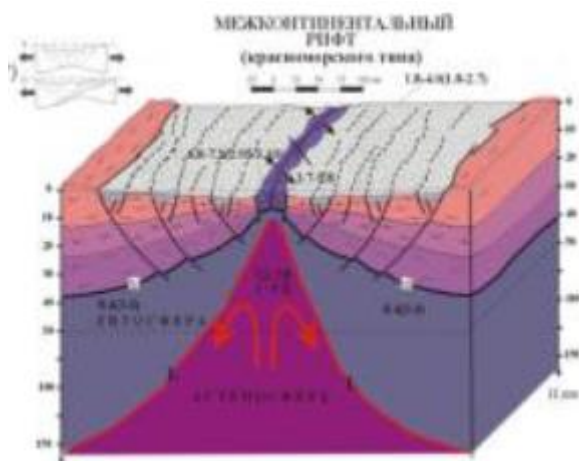
СВП дивергентных границ литосферных плит

Межконтинентальный рифт.

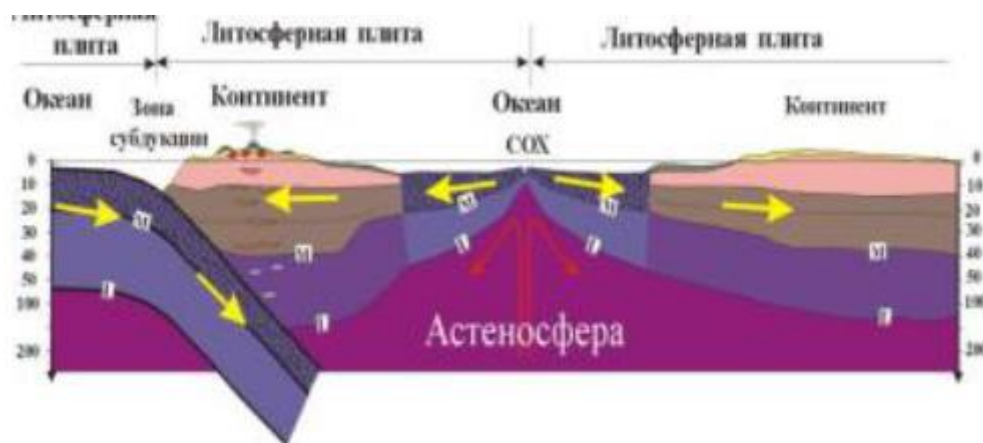
Тектонотип - Красное море: L =

2000 км, W < 500 км. Осевая часть

— океаническая литосфера; периферия — утоненная кора континентального типа. Структура описывается моделью «чистого сдвига».



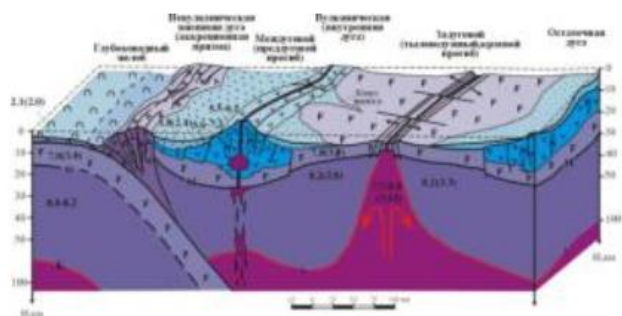
Срединно-океанический рифт (СОХ) — дивергентные границы плит, в пределах которых в рез-те спрединга происходит формирование новой океанической коры.



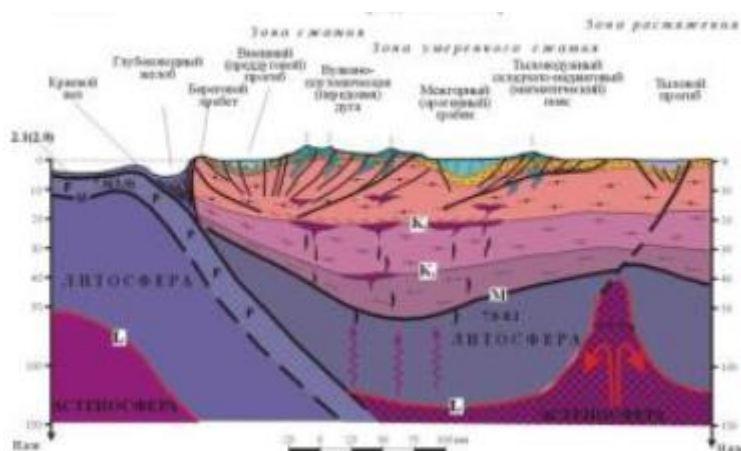
Ширина СОХ - до 1000-2000 км. В осевой части - узкая экструзивная зона.

СВП конвергентных границ литосферных плит Островная дуга (ОД) формируется над зоной погружения

океанической коры под остров на океанической (энсиматическая ОД) или континентальном (энсиалическая ОД) литосфере. Полный разрез энсиматической ОД включает: глубоководный желоб, внешнюю дугу (аккреционную призму), междугуовой бассейн, вулканическую (внешнюю) дугу, задуговой бассейн.

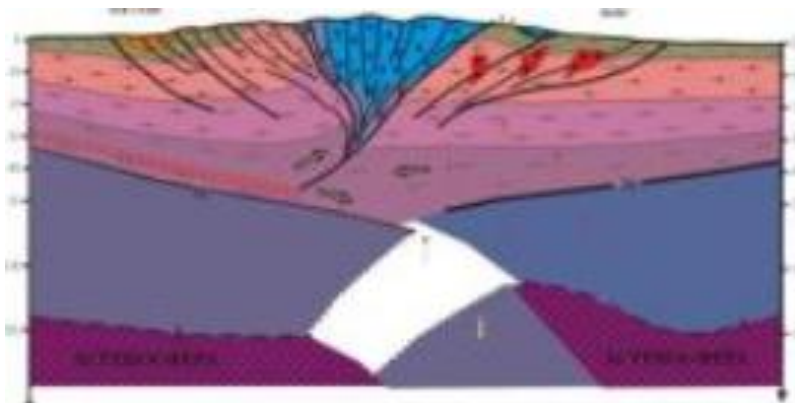


Активная континентальная окраина (АКО) формируется над зоной погружения океанической коры под континент. В составе активной окраины андского типа выделяются: глубоководный желоб, береговой хребет, преддуговой



прогиб, вулкано-плутоническая дуга, межгорный орогенный грабен, тыловой рифтогенный прогиб.

Коллизионный ороген уральского типа включает: форланд (деформированная окраина погружавшейся плиты), включающий складчатонадвиговый пояс и краевой бассейн; сутурную зон



формируется на месте закрывшегося океана); хинтерланд (деформированная окраина перекрывающей плиты), включающий складчато-надвиговый пояс и краевой бассейн.

Кроме того выделяются коллизионные рифты, рифты складчатонадвиговых поясов, рифты типа Рейнского грабена, остаточные океанические бассейны.

Порядок выполнения работы

1. Составляется система условных обозначений основных вещественных комплексов и типов границ.
2. С использованием обобщенных моделей по заданному преподавателем сечению составляется схематизированный глубинный разрез.
3. Проводится анализ построенной модели и пишется Пояснительная записка.

Содержание отчета

По результатам работы готовится пояснительная записка, содержащая следующие разделы:

1. Цели и задачи работы;
2. Исходная фактологическая и научно-методическая основы работы;
3. Методика проведения работы и принятая система условных обозначений;
4. Анализ полученных результатов.

Лабораторная работа № 1. Выполнение геологической интерпретации фрагмента регионального геофизического профиля МОВ-ОГТ (геотраверса) «Уралсейс».

Задание

1. Изучить содержание рабочего банка данных.
2. Оформить рамку заданного Вам фрагмента исследований.
3. Вынести с тектонической карты на профиль главные геологические границы.
4. Провести линеаментный анализ сейсмического поля.
5. Вынести особые точки потенциальных полей.
6. Наметить положение разрывных нарушений и границ слоев.
7. Написать Пояснительную записку.

Общие сведения

В распоряжение исполнителя предоставляется рабочий банк данных по профилю Уралсейс, содержащих геологическую и геофизическую информацию, представленную в виде набора слоев

в пакете программ Corel-Draw:

1. **«Тектоническая карта»** - фрагмент тектонической карты с вынесенным положением профиля «Уралсейс». На карте цветом и крапом и индексами отражены структурно-вещественные комплексы: коричневый цвет – моласса; болотно-зеленые – пассивной окраины; синие – островных дуг; красные – коллизионные ганитоидные плутоны; ареал цвета морской волны (на востоке площади) – область развития мезозойскокайнозойского платформенного чехла Западно-Сибирской геосинеклизы.

2. **«Рамка»** - шкала глубин и шкала километровой отметки на дневной поверхности.

3. **«Особые точки»** - особые точки гравитационного и магнитного полей.

4. **«Названия, крап»** - названия геологических структур, крап и индексы структурно-вещественных комплексов.

5. **«МДС»** - сейсмический разрез верхней коры МОВ-ОГТ, обработанный с использованием метода динамической сейсморазведки (данные В.М.Ступака).

6. **«МДС-рефлективность»** - разрез МДС в показателях рефлективности;

7. **«Слои»** - границы слоев земной коры, приуроченные к подошвам высоко рефлективных пачек (жирные линии) и наиболее контрастные линеаменты.

8. **«Псевдоплотностной разрез»** - построенный с использованием алгоритма Ю.П.Горячева.

9. **«Особые точки»** гравитационного и магнитного полей, рассчитанные с использованием алгоритма Ю.П.Горячева.

Порядок выполнения работы

С использованием лекционных материалов, рекомендованной литературы и сайтов Интернета выполняется:

1. Оформляется рамка фрагмента геотраверса (выносятся линейные шкалы в км).
2. На верхнюю границу разреза с тектонической карты выносятся границы геологических комплексов и разрывных нарушений.
3. В сечении разреза выделяются и прослеживаются высокорефлективные пачки; маркируются их нижние границы.

4.Проводится линеаментный анализ сейсмического поля.

5.На разрез выносятся особые точки потенциальных полей, намечается положение разрывных нарушений и границ слоев.

7.Готовится пояснительная записка.

Содержание отчета

По результатам работы готовится пояснительная записка, содержащая следующие разделы:

1.Цели и задачи работы.

2.Исходная фактологическая основа работы;

3.Методика комплексной интерпретации геолого-геофизических данных в сечении опорного геофизического профиля (геотраверса).

4. Особенности глубинного строения структурных зон Уральской складчатой области.

Лабораторная работа № 2. Ознакомление с различными видами геофизических карт и их трансформаций. Проведение линеаментного анализа карт и схем разного содержания.

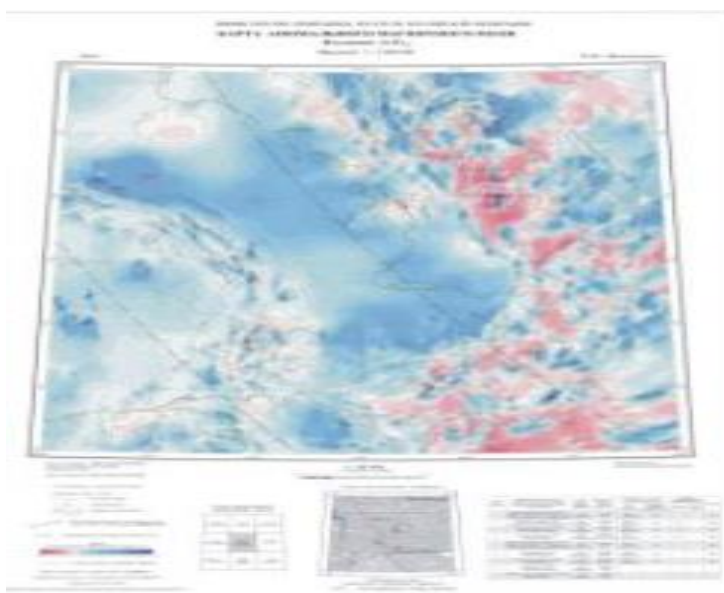
Задание.

1. Ознакомиться с отечественными и зарубежными картами аномального магнитного поля и гравитационного поля. Научиться читать легенду карт, оценивать ее содержание и детальность.
2. Познакомиться с различными видами трансформаций геофизических полей: карты, полученные в результате спектрального разложения и и пересчетов в верхнее полупространство; карты в форме искусственного псевдорельефа; карты районирования, рассчитанные с использованием алгоритмов распознавания образов с обучением.
3. Познакомиться с примерами трехмерного геолого-геофизического моделирования по материалам интерпретации потенциальных полей.
4. Выполнить линеаментный анализ разнотипных геофизических

карт по фрагменту листа
Госгеолкарты-1000.

Общие сведения

Потенциальные геофизические поля (гравитационное и магнитное) определяется суммарным аномальным эффектом источников разных размерностей, глубины залегания и



плотности (интенсивности намагничивания).

•Карты гравитационного и аномального магнитного полей (АМП)- одна из основ геологического картирования во всех масштабах исследований:

1:2 500 00- 1:5 000 000

сводный масштаб; 1:1 000 000 – региональный масштаб ГГК-1000, 1:200 000 – среднемасштабное картирование (ГГК-200), 1:50 000 – 1:10000
детальные работы.

Так алгоритмы спектрального анализа или фильтрации потенциальных полей применяются для оценки характера распределения петрофизических неоднородностей на разноглубинных уровнях разреза земной коры.

Алгоритмы представления потенциальных полей в форме псевдорельефа с заданным расположением искусственного источника света применяются для трассирования тектонических границ структур и отдельных разрывных нарушений заданных

направлений. В практике обычно рассчитывается не менее двух карт с ортогональным расположением искусственных источников.

Карты «безэталонной классификации» двух и более разнотипных полей применяются для выполнения районирования территории исследований. В результате обработки и геологической интерпретации гравитационного и магнитного полей моделируется: структура разрывных дислокаций (на поверхности), морфология главных разрывных дислокаций, морфология петрофизически контрастных геологических объектов (сутурных зон, вулканических и осадочных депрессий, интрузивных массивов и др).

Порядок выполнения работы

Работа выполняется в компьютерном классе кафедры ГФХМР. Необходимый файл объемом около 45 мбайт находится на сервере кафедры. Преподаватель характеризует особенности тектоники площади исследований и их проявления в потенциальных полях.

В оболочке программы Corel-Draw проводится линеаментный анализ указанного преподавателем фрагмента площади исследований в следующей последовательности: линеаментный анализ трансформаций магнитного поля; уточнение положения линеаментов на базовой карте магнитного поля; линеаментный анализ гравитационного поля.

Составленная схема с системой условных обозначений выводится на печать. Оформляется Пояснительная записка, содержащая описание целей и задач работы, характеристику методики ее проведения и условных обозначений, а также основные результаты работы и полученные выводы.

Содержание отчета

По результатам работы готовится пояснительная записка, содержащая следующие разделы:

1. Цели и задачи работы.
2. Исходная фактологическая и научно-методическая основа работы;
3. Методика проведения работы и принятая система условных обозначений;
4. Анализ полученных результатов

Лабораторная работа № 3. «Изучение особенностей гравитационного поля Земли и роли изостазии в формировании ее современной поверхности, выполнение изостатического расчета по заданной модели».

Задание

1. Изучить особенности гравитационного поля Земли и роль изостазии в формировании ее современной поверхности;
2. Выполнить изостатический расчет по заданной модели.
3. Подготовить Пояснительную записку.

Общие сведения

Земля ведет себя, как если бы она имела твердую оболочку, плавающую в жидкой среде. Поверхностный слой может поддерживать собственными силами малые массы, но не массы мощностью в десятки км (горные цепи). Большие массы (частично) поддерживаются плавучестью, что приводит к изменению высоты поверхности в зависимости от денудации или дополнения масс. Эта

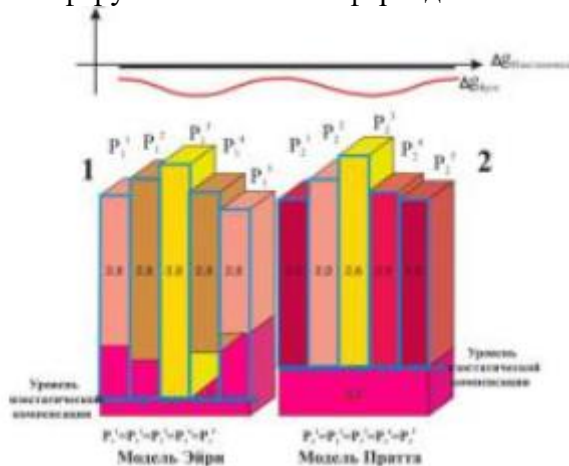
«**изостатическая компенсация**» стремится уменьшить большие аномалии. Величина изостатической аномалии зависит от того, насколько данная область далека от «изостатического равновесия».

Выделяется две причины нарушения изостатического равновесия: нагрузка появилась сравнительно недавно; действуют силы, которые нарушают это равновесие.

Можно было бы ожидать, что над горами «g» больше благодаря их массе, но наблюдаемое поле часто много меньше расчетного (по величине и плотности гор). Гималаи, Анды – расхождение может достигать 1/3 расчетной величины. Причина: горы имеют низкоплотный корень и плавают согласно закону Архимед, который гласит: уменьшение веса тела равно весу жидкости, вытесненной частью тела, погруженной в эту жидкость.

Модели изостазии Эйри и Пратта

Модель Эйри исходит из предположения, что литосферные блоки имеют одинаковую плотность и рельеф поверхности компенсируется погружением блоков в астеносферы. Изостатическая компенсация достигается при равенстве весов призм, включающих литосферу и часть астеносферы до нижней отметки самого глубоко погруженного блока:



$$(hLA L haA a) (hLB L haB a)$$

Модель **Пратта** предполагает, что литосферные блоки имеют разные плотности, но погружены на одну глубину: выше блок – меньшая плотность.

$$hLA LA hLB LB$$

Модели Эйри и Пратта требуют наличия вертикальных разломов на всю мощность литосферы. Таких объектов нет в природе. В реальных условиях более адекватна модель «листа фанеры»: малый груз поддерживается силой упругости фанеры; средний груз

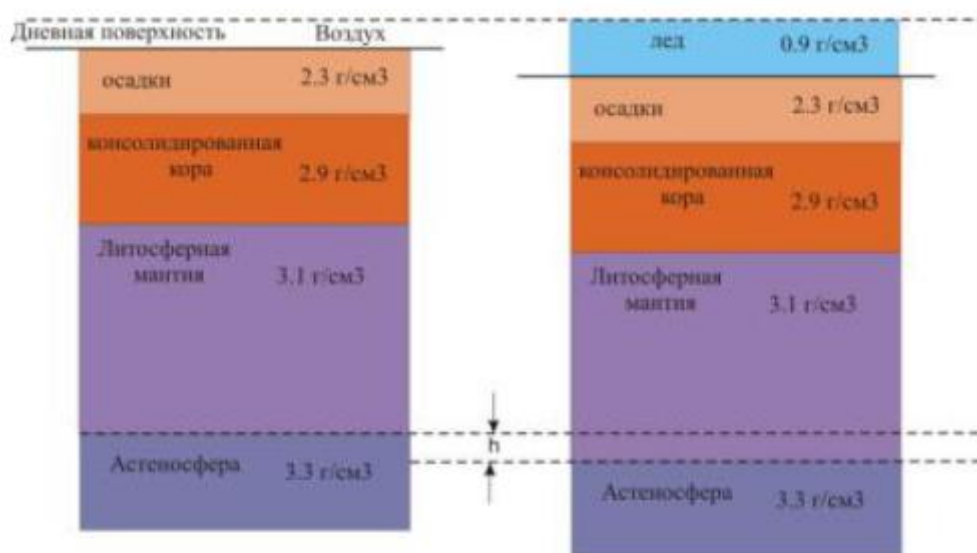
вызывает значительное прогибание листа и удерживается частично силой фанеры, частично – плавучестью, равной весу вытесненной жидкости; большой груз поддерживается, главным образом, плавучестью (классическая изостатическая модель). На континентах плавучесть проявляется при размерах объектов более 100 км; в океанах (тонкая литосфера) – при размерах объектов около 10 км.

Задание

На какую глубину «h» погрузится подошва литосферы при формировании на поверхности литосферной плиты мощного ледника?

Порядок выполнения работы

1. Изучается лекционный материал. 2. С использованием заданных формул выполняется изостатический расчет. 3. Проводится анализ построенной модели и пишется Пояснительная записка.



Мощности слоев:

Лед	2 км
Осадочный слой	3
Консолидированная кора	30
Литосферная мантия	100
Астеносфера	?

По результатам работы готовится пояснительная записка, содержащая следующие разделы:

1. Цели и задачи работы.
2. Исходная фактологическая и научно-методическая основа работы;
3. Методика проведения работы и принятая система условных обозначений;
4. Анализ полученных результатов.

Лабораторная работа №4. «Изучение сейсмичности Земли, анализ природы сейсмически активных зон и объяснение природы сейсмичности».

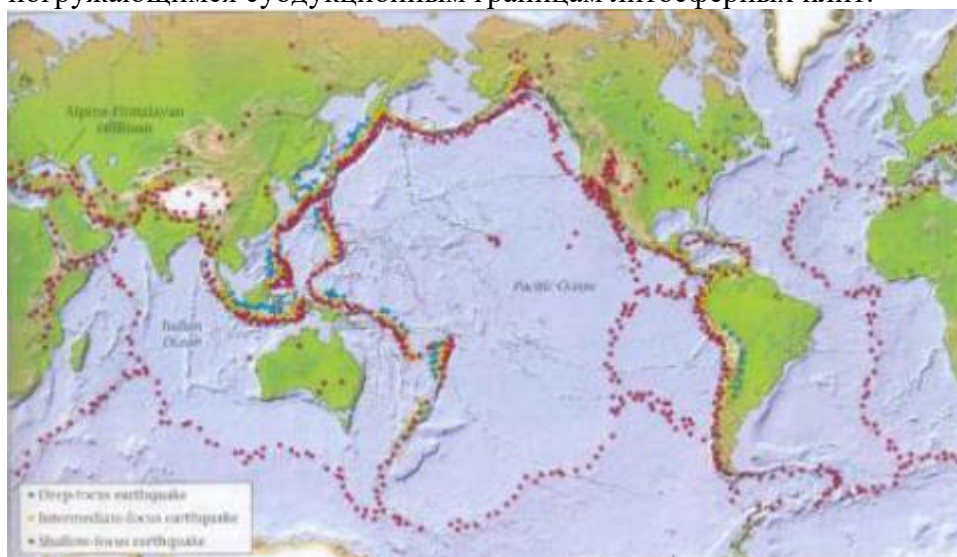
Задание

1. Обозначить на картограмме Мира сейсмически наиболее активные зоны.
2. Провести анализ природы сейсмически активных зон. Дать объяснение природе сейсмичности.
3. Привести схематические разрезы типовых сейсмических зон. Объяснить механизм землетрясения и причины различий в глубинности источников.
4. Указать, какие формы рельефа являются последствиями землетрясения.
5. Показать на картограмме области наиболее опасные по формированию цунами.
6. Подготовить Пояснительную записку.

Общие сведения

Землетрясение приводит к сотрясению Земли неожиданному перемещению сегментов Земли и формированию разрывных нарушений. Разломы формируются тогда, когда увеличивающееся тектоническое напряжение превышает предел прочности пород.

Причина землетрясения – прохождение сейсмической волны. Основная часть тектонических землетрясений локализуется в пределах сейсмических поясов, приуроченных к границам литосферных плит. Нормальные (коровые) землетрясения на континентах локализуются преимущественно в пределах верхней и средней коры на глубинах 15-20 км в геодинамических обстановках внутриплитных региональных сдвигов, рифтовых и коллизионных зон. Промежуточные (на глубине 70-300 км) и глубокофокусные (в мантии на глубинах свыше 300 км) землетрясения, как правило, приурочены к погружающимся субдукционным границам литосферных плит.



Задание на курсовую работу

Структура пояснительной записки

По результатам работы готовится пояснительная записка, содержащая следующие разделы:

1. Цели и задачи работы.
2. Исходная фактологическая и научно-методическая основа работы;
3. Методика проведения работы и принятая система условных обозначений;
4. Анализ полученных результатов.

Темы курсовых работ для студентов

А. Фундаментальные проблемы физики Земли

1. Магнитное поле Земли и физические основы исследования ее эволюции.
2. Инверсии геомагнитного поля и самообращение намагниченности горных пород.
3. Аномалии поля Земли и тектоника литосферных плит
4. Землетрясение как физическое явление
5. Прогноз землетрясений: проблемы и перспективы
6. Закономерности сейсмических режимов по данным лабораторного моделирования
7. Связь сейсмической активности с типом механизма очага землетрясений
8. Оценка напряженного состояния среды по параметрам сейсмичности
9. Принципы и основные методы регистрации механических колебаний Земли
10. Обзор существующих сейсмических сетей (по данным Интернет)
11. Физические принципы действия вертикального сейсмометра
12. Физические принципы действия горизонтального сейсмометра
13. Измерение скорости распространения в Земле продольных и поперечных упругих волн от землетрясений
14. Измерение скорости распространения в Земле прямых и отраженных от плоской границы упругих волн

Б. Прикладные задачи физики Земли

1. Современные методы вычислительного эксперимента для моделирования разработки нефтяных месторождений
2. Физико-химические основы современных методов увеличения нефтеотдачи
3. Физико-химические основы создания инновационных способов разработки сланцевой нефти
4. Прогностические сейсмические аномалии недавних сильнейших землетрясений
5. Мониторинг режима наведенной сейсмичности (на примере водохранилищ)
6. Геодинамический мониторинг месторождений углеводородов
7. Геофизический мониторинг особо ответственных промышленных объектов (АЭС, ГЭС, магистральных нефтегазопроводов и др.)
8. Электромагнитные предвестники землетрясений
9. Магнитные методы в разведке и разработке месторождений полезных ископаемых.
10. Мониторинг высотных зданий

При желании студентов могут быть рассмотрены и другие темы курсовых работ.

Основная литература

- 1.Егоров А.С. Физика Земли: учебник. Санкт-Петербург, 2015. Национальный минерально-сырьевой университет «Горный». Регистрационное свидетельство № 43546, № государственной регистрации обязательного экземпляра электронного издания – 03211600201. <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=71707>
- 2.Кобранова В.Н. Петрофизика: Учеб. для вузов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Недра, 1986. - 392 с.
- 3.Физика Земли: учебник / В.С. Захаров, В.Б. Смирнов. — М.: ИНФРА-М, 2017. — 328 с. <http://znanium.com/bookread2.php?book=635229>