

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
ГЕОФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
ВЛАДИКАВКАЗСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
(ГФИ ВНЦ РАН)

---

---



**ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**СЕЙСМОЛОГИЯ**

**Рекомендуется для направления подготовки  
научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению  
05.06.01 Науки о земле**

**Направленность «Геофизика, геофизические методы поисков полезных  
ископаемых»**

## **Цели и задачи освоения дисциплины**

1. Приобретение и закрепление ранее полученных современных знаний о фундаментальных законах излучения и распространения сейсмических волн в Земле, теориях и методах изучения внутреннего строения Земли при помощи сейсмических волн, современных представлений о природе и основных закономерностях сейсмичности Земли в целом и сейсмического режима различных областей, современных моделях физики очага землетрясения и процессов его подготовки, принципах и методах оценки сейсмической опасности, сейсмического районирования и прогноза землетрясений.

2. Приобрести умения планировать эксперименты по изучению глубинного строения Земли сейсмическими методами, обрабатывать и интерпретировать получаемые данные, проводить инструментальные сейсмические наблюдения, в том числе – в эпицентральной зоне сильных землетрясений, определять параметры очагов землетрясений по сейсмическим записям и макросейсмическим проявлениям, планировать и проводить работы по общему, детальному и микросейсмическому районированию, составлять заключения о сейсмической опасности конкретных территорий и объектов.

3. Овладеть навыками установки и обслуживания сейсмической регистрирующей аппаратуры, анализа сейсмических записей, выделения сейсмических событий и вступлений отдельных сейсмических волн, оценки по ним положения очага и магнитуды землетрясения, определения интенсивности сотрясений (балльности) по макросейсмическим проявлениям землетрясения, составления и анализа карт сейсмического районирования.

## **2. Место дисциплины в структуре ОПП:**

Дисциплина «Сейсмология» преподается аспирантам второго года обучения и представляет дисциплину вариативной части ОПП. Дисциплина «Сейсмология» базируется на курсе «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых». Аспиранты, обучающиеся по данному курсу, должны знать основы математического анализа, термины и понятия по курсу Общая геология.

## **3. Требования к результатам освоения дисциплины:**

Процесс изучения учебной дисциплины «Сейсмология» направлен на формирование элементов следующих компетенций:

### **а) универсальных (УК):**

1) Способность к критическому анализу и оценке современных научных

достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);

**б) общепрофессиональных (ОПК):**

1) способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в области геофизики с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);

**в) профессиональных (ПК):**

1) способность интегрировать фундаментальные и прикладные разделы геофизики (в том числе гравимагниторазведка, геоэлектрика, сейсмология и сейсморазведка, математическая геофизика, геофизические исследования скважин и интерпретация геофизических данных) и специализированные геологические и геофизические знания (в том числе о физических процессах, протекающих в Земле, и внутреннем строении Земли и других планет) для решения проблем геологии и геофизики (ПК-1);

2) Способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области геофизики и решать их с помощью современной аппаратуры, оборудования, информационных технологий, с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта (ПК-2);

3) Способность свободно и творчески пользоваться современными методами обработки и интерпретации комплексной геофизической информации для решения научных и практических задач, в том числе находящихся за пределами непосредственной сферы деятельности (ПК-3);

4) Способность к профессиональной эксплуатации современного геофизического полевого и лабораторного оборудования и приборов (ПК-5).

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

1. **Знать:** фундаментальные законы излучения и распространения сейсмических волн в Земле, теории и методы изучения внутреннего строения Земли при помощи сейсмических волн, современные представления о природе и основных закономерностях сейсмичности Земли в целом и сейсмического режима различных областей, современные модели физики очага землетрясения и процессов его подготовки, принципы и методы оценки сейсмической опасности, сейсмического районирования и прогноза землетрясений.

2. **Уметь:** планировать эксперименты по изучению глубинного строения Земли сейсмическими методами, обрабатывать и интерпретировать получаемые данные,

проводить инструментальные сейсмические наблюдения, в том числе – в эпицентральной зоне сильных землетрясений, определять параметры очагов землетрясений по сейсмическим записям и макросейсмическим проявлениям, планировать и проводить работы по общему, детальному и микросейсмическому районированию, составлять заключения о сейсмической опасности конкретных территорий и объектов.

3. **Владеть навыками:** установки и обслуживания сейсмической регистрирующей аппаратуры, анализа сейсмических записей, выделения сейсмических событий и вступлений отдельных сейсмических волн, оценки по ним положения очага и магнитуды землетрясения, определения интенсивности сотрясений (балльности) по макросейсмическим проявлениям землетрясения, составления и анализа карт сейсмического районирования.

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

Общая трудоемкость дисциплины «Сейсмология» составляет 8 зачетных единиц, 288 часов, из которых аудиторная нагрузка составляет 52 часа (лекции - 26 часов, семинары – 26 часов), самостоятельная работа аспирантов - 236 часов.

#### **Раздел 1. Структурная сейсмология.**

1. Глубинное строение Земли по сейсмологическим данным. Распространение сейсмических волн в Земле. Типы сейсмических волн, их основные характеристики. Общие представления об использовании сейсмических волн для изучения строения Земли.
2. Основы динамической теории упругости. Тензоры напряжений и деформаций. Связь напряжений и деформаций. Упругая энергия. Функция Грина в динамической теории упругости.
3. Описание сейсмических источников. Сейсмический момент. Тензор сейсмического момента.
4. Упругие волны от точечного источника. Волновое поле в безграничной однородной среде. Лучевая теория продольных и поперечных волн в дальней зоне. Диаграмма направленности излучения точечного источника.
5. Отражение и преломление продольных и поперечных волн на плоских границах. Вывод формул для коэффициентов отражения и преломления. Понятие о критических углах; неоднородные волны и фазовые сдвиги. Влияние неидеальной упругости и дисперсия скорости.
6. Физическая природа и типы анизотропии. Распространение продольных и поперечных

волн в анизотропной среде. Расщепление поперечных волн.

7. Отражение и преломление сферических волн. Сферические волны как суперпозиция плоских и цилиндрических волн. Головные волны.

8. Поверхностные волны в вертикально-неоднородной среде. Волны Рэлея и Лява. Основная и высшие гармоники. Групповая и фазовая скорость.

9. Собственные колебания Земли.

10. Методы изучения сферически симметричной Земли. Свойства годографов основных фаз объемных волн. Метод отражений для расчета синтетических сейсмограмм.

11. Сейсмические волны в трехмерно-неоднородной среде. Лучевые построения. Рассеяние на случайных неоднородностях. Представление о методах расчета синтетических сейсмограмм.

12. Обратные задачи сейсмологии. Сейсмическая томография. Линеаризованные методы и методы Монте-Карло.

13. Методы обработки цифровых сейсмических данных. Спектральные методы, деконволюция, пространственно-временная фильтрация, миграция.

14. Сейсмическая регистрирующая аппаратура.

15. Место сейсмологии в науках о Земле. Землетрясения как проявление динамики Земли. Сейсмология и тектонофизика.

16. Сейсмология и уменьшение ущерба от землетрясений. Сейсмические свойства грунтов. Сейсморайонирование и прогноз сейсмических воздействий. Диагностика цунамигенных землетрясений. Нелинейная физика и проблема предсказания землетрясений.

## **Раздел 2. Сейсмичность Земли.**

1. Глобальная и региональная сейсмичность. Глобальная и региональная сейсмичность. Сеймотектоника. Геодинамика и сейсмичность (сейсмогеодинамика). Основные сейсмогеодинамические структуры Земли (спрединг, субдукция, трансформные смещения литосферы и др.).

2. Сейсмические службы. Каталоги землетрясений и их унификация. Методы оценки представительности информации о землетрясениях разных магнитуд (графики повторяемости сейсмических событий, графики накопления событий).

3. Энергетическая классификация землетрясений. Магнитуда землетрясений. Типы магнитуд и их физические основы. Сейсмический момент. Моментная магнитуда. Соотношения магнитуд.

4. Макросейсмические шкалы интенсивности землетрясений. Соотношения величин сейсмической интенсивности (в баллах) и количественных параметров колебаний (смещения, скорости, ускорения).
5. Механизмы очагов землетрясений. Поля упругих напряжений и деформаций.
6. Сейсмический режим. Основные параметры. Глобальная и региональная повторяемость землетрясений.
7. Долгосрочный прогноз землетрясений. Методы и примеры результатов.
8. Сейсмическое районирование. Концепции и методологии. Детерминистические и вероятностные методы. История исследований по сейсмическому районированию в России и мире.
9. Модели источников землетрясений (зоны возникновения очагов землетрясений – зоны ВОЗ) и их использование при сейсмическом районировании. Региональный подход к сейсмической параметризации зон ВОЗ. Прогнозная (виртуальная) сейсмичность.
10. Палеосейсмологические и археосейсмологические методы изучения крупных землетрясений прошлого (доинструментального) периода.
11. Инженерная сейсмология и сейсмостойкое строительство. Строительные нормы и правила. Спектральный состав сейсмических волн и его значение для проектирования сейсмостойкого строительства.
12. Оценка сейсмической опасности и сейсмического риска.
13. Географические информационные системы (ГИС). Роль ГИС-технологий в сейсмологии и в сейсмическом районировании. Формирование баз и банков сейсмологических данных.

### **Раздел 3. Физика и прогноз землетрясений.**

1. Прогноз землетрясений. Цели и задачи прогноза.
2. Физические предпосылки прогноза землетрясений. Лабораторные исследования процесса формирования разрыва. Аналогия между результатами лабораторных экспериментов и полевых наблюдений.
3. Виды прогноза землетрясений.
4. Модели и процессы подготовки землетрясений. Стадии подготовки землетрясений.
5. Предвестники землетрясений. Типы предвестников.
6. Методы и алгоритмы прогноза землетрясений. Анализ комплекса прогностических параметров.
7. Воздействия на сейсмический процесс.

8. Примеры успешных прогнозов и существующие трудности.
9. Социально-экономические проблемы прогноза.
10. Аппаратурное обеспечение прогнозных работ.
11. Организация прогностических полигонов и центров обработки.
12. Структура и стратегия прогнозных работ.

#### **Раздел 4. Инструментальная и очаговая сейсмология.**

1. Сейсмология среды и сейсмология очага землетрясения. Цели, задачи, методы решения.
2. Сейсмология среды. Общее представление об использовании сейсмических волн для изучения строения Земли. Глубинное строение Земли по сейсмологическим данным.
3. Очаговая сейсмология. Общие представления. Методы исследования. Важнейшие прикладные задачи.
4. Сейсмические источники. Сейсмический момент, тензор сейсмического момента. Механизм очага как частный случай.
5. Обратная задача очага землетрясения в дальней зоне. Методы инверсии. СМТ - как наиболее распространенный рутинный метод.
6. Обратная задача очага землетрясения в ближней зоне.
7. Развитие сейсмологической регистрирующей аппаратуры от сейсмоскопа до современных цифровых систем. Принципы измерения смещений почвы. Инерционная сейсмометрия.
8. Устройство и принципы работы широкополосного сейсмометра с обратной связью. Калибровка широкополосных сейсмометров. Способы определения собственных шумов.
9. Цифровая регистрация. АЧХ и ФЧХ сейсмометрического канала. Обработка цифровых записей.
10. Частотный и динамический диапазон сейсмических сигналов. Микросейсмический шум. Спектр мощности как наиболее объективная форма представления сигнала и шума.
11. Стационарные сети сейсмологических наблюдений. Типы сетей, оснащение, задачи.
12. Эпицентральные сейсмологические наблюдения.
13. Определение основных параметров очага землетрясения при эпицентральных или локальных наблюдениях: координаты, глубина, магнитуда. Наиболее распространенные методы и программы. Гипоцентрия с двойными разностями.
14. Сейсмический режим. Основные параметры. Повторяемость землетрясений – один из основных (фундаментальных) законов сейсмологии.

15. Макросейсмика. Макросейсмическая шкала. Уравнение макросейсмического поля. Определение параметров исторических землетрясений.

16. Оценка сейсмической опасности. Детерминистский и вероятностный подходы. Зоны ВОЗ. Сейсмическое районирование.

### Структура дисциплины.

№ п/п	Раздел дисциплины	Курс	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу аспирантов (трудоемкость в часах)				Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации
			лекции	семинары	контроль	самост. работа аспиранта	
1	Структурная сейсмология	2	8	8		66	Собеседование
2	Сейсмичность Земли	2	8	8		66	Собеседование
3	Физика и прогноз землетрясений	2	4	4		32	Собеседование
4	Инструментальная и очаговая сейсмология	2	6	6		72	Собеседование, реферат
Итого:	8 З.Е. или 288 часов		26	26		236	

### 5. Рекомендуемые образовательные технологии

При реализации программы дисциплины «Сейсмология» используются различные образовательные технологии – аудиторные занятия проводятся в виде лекций и семинаров с использованием ПК и компьютерного проектора, самостоятельная работа аспирантов подразумевает работу под руководством преподавателя (консультации и помощь в подготовке к контрольным работам) и индивидуальную работу аспиранта в библиотеке ГФИ ВНИЦ РАН.

### 6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов.

#### 6.1 Примерные темы рефератов по разделам дисциплины



1. Геофизические предвестники землетрясений. Концепция предвестника – статистический и физический аспекты.
2. Объективные и субъективные факторы, стоящие на пути успешного прогноза землетрясений.
3. Собственные колебания Земли

## **6.2 Контрольные вопросы и задания для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

В течение преподавания курса «Сейсмология» в качестве форм текущего контроля успеваемости аспирантов используются такие формы, как доклад по теме реферата и его оценка; собеседование (контрольные вопросы) по окончании каждой темы. По итогам выполнения и сдачи контрольных работ (собеседований) и реферата проводится кандидатский экзамен, на который выделяется 36 часов.

### **Контрольные вопросы:**

#### **По разделу 1.**

- Модели PREM. Типы и стандартные годографы сейсмических волн для сферически-симметричной Земли.
- Функция Грина для однородной среды.
- Типы объёмных сейсмических волн в изотропной среде, их скорости
- Вывод формул для коэффициентов отражения и преломления на плоских границах раздела. Преобразование типов сейсмических волн на границах раздела.
- Типы сейсмических волн, распространяющихся в анизотропных средах.
- Групповая и фазовая скорости сейсмической волны.
- Поверхностные волны Релея и Лява.
- Определение профиля скорости по данным о скоростной дисперсии волны Рэлея.
- Сейсмические лучи и поля времён: определение, основные уравнения и методы расчёта.
- Постановка и способы решения обратной задачи сейсмической томографии. Пассивная и активная сейсмическая томография: особенности и применение при изучении глубинного строения Земли.

#### **По разделу 2.**

- Распределение землетрясений по поверхности земного шара

- Механизмы очага землетрясения. Зависимость преобладающих механизмов очага от тектонической обстановки.
- Зависимость между частотой и магнитудой землетрясений.
- Способы определения магнитуды землетрясения.
- Шкала бальности MSK-64.
- Основные принципы сейсмического районирования.
- Типы карт общего сейсмического районирования ОР-97. Их использование при проектировании различных объектов.
- Способы изучения сильных землетрясений в историческом и доисторическом прошлом.

### **По разделу 3.**

- Модель лавинно-неустойчивого трещинообразования.
- Признаки подготовки сильного землетрясения, проявляющиеся в сейсмическом режиме.
- «Несейсмические» предвестники землетрясений.
- Виды прогноза землетрясений.
- Примеры успешных прогнозов землетрясений.
- Существующие алгоритмы прогноза землетрясений.
- Основные проблемы прогноза землетрясений.

### **По разделу 4.**

- Представление очага землетрясения в виде тензора дипольного момента (СМТ).
- Определение параметров тензора очага в ближней и дальней зоне.
- Классификация типов сейсморегистрирующей аппаратуры.
- Устройство современного широкополосного сейсмометра.
- Стационарные и временные сейсмические сети: предназначение и аппаратура, используемая для их освещения.
- Организация временных сейсмических сетей в эпицентральной зоне землетрясений.
- Типы волн, выделяемых на записях сейсмических сетей
- «Ручной» способ экспресс-оценки положения очага и магнитуды землетрясения по сейсмическим записям.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

### Рекомендуемая литература:

1. Аки К., Ричардс П. Количественная сейсмология. Пер. с англ. / М.: Мир. 1983.
2. Арефьев С.С. Эпицентральные сейсмологические исследования. М. Академкнига, 2003, 376с.
3. Бот М. Спектральный анализ в геофизике. Пер. с англ. / М.: Недра. 1980.
4. Буллен К. Введение в теоретическую сейсмологию. М.:Мир,1966.
5. Виноградов С.Д., Мирзоев К.М., Саломов Н.Г. Исследования сейсмического режима при разрушении образцов / Душанбе. Дониш. 1975.
6. Добровольский И.П. Механика подготовки тектонического землетрясения / М. Наука. 1984.
7. Добровольский И.П. Теория подготовки тектонического землетрясения / М.: Наука. 1991, 217 с.
8. Голицын Б.Б. Избранные труды / Т. 2. Изд. АН СССР. 1960.
9. Жарков В. Н. Внутреннее строение Земли и планет. М. :Наука, 1983.// Гл. 1,3.
10. Завьялов А.Д. Среднесрочный прогноз землетрясений: основы, методика, реализация / М. Наука. 2006.
11. Ивакин Б.И. Методы моделирования сейсмических волновых явлений М. Наука. 1969.
12. Касахара К. Механика землетрясений. Пер. с англ. М.: МИР. 1985. – 264 с.
13. Кокс А., Харт Р.. Тектоника плит. Пер. с англ. М.: МИР. 1989. – 427 с.
14. Кондорская Н.В., Шебалин Н.В.. Новый каталог сильных землетрясений на территории СР / М. Наука. 1977.
15. Костров Б.В. Механика очага тектонического землетрясения М. Наука. 1975.
16. Любушин А.А. Кластерный анализ свойств низкочастотного микросейсмического шума. – Физика Земли, 2011, №4.
17. Медведев С.В. Инженерная сейсмология / М.: Госстройиздат. 1962.
18. Моги К. Предсказание землетрясений. Пер. с англ. М.: МИР. 1988. – 382 с.
19. Молоденский С.М. Коррективы в схему строения земли по новым данным о нутации, приливах и собственных колебаниях // Физика Земли. [HYPERLINK "http://elibrary.ru/issues.asp?id=9330&jyear=2010&selid=866154"](http://elibrary.ru/issues.asp?id=9330&jyear=2010&selid=866154) 2010. № 7. С. 3-28.
20. Мухамедиев Ш.А. Предотвращение сильных землетрясений: реальная цель или утопия? // Физика Земли. 2010. № 11. С. 49-60.
21. Мячкин В.И. Процессы подготовки землетрясений / М. Наука.1978.

22. Мячкин В.И. Физические процессы в очагах землетрясений / М. Наука. 1980.
23. Николис Г., Пригожин И. Самоорганизация в неравновесных системах. Пер. с англ. М.: МИР. 1979.
24. Райс Дж. Механика очага землетрясения / М. Наука. 1982.
25. Ризниченко Ю.В. (отв.ред.) Методы детального изучения сейсмичности / Изд. АН СССР. 1960. (Труды ИФЗ АН СССР, № 9 (176).
26. Розенблют Э., Ломнитц Ц. (ред.) Сейсмический риск и инженерные решения / М. Недра. 1981.
27. Садовский М.А., Болховитинов Л.Г., Писаренко В.Ф. Деформирование геофизической среды и сейсмический процесс / М. Наука. 1987.
28. Природные опасности России. Монография в 6 томах. Том 2. Сейсмические опасности (Отв. ред. Г.А.Соболев), М.: Изд. «КРУК». 2000. 296 с.
29. Прогноз землетрясений и геодинамические процессы. Часть I. Кособоков В.Г. Прогноз землетрясений: основы, реализация, перспективы / Вычислительная сейсмология. Вып.36. М. ГЕОС. 2005.
30. Пузырев Н. Н. Методы и объекты сейсмических исследований. Новосибирск, 1997.
31. Райс Дж. Механика очага землетрясения / М. Наука. 1982.
32. Саваренский Е.Ф., Кирнос Д.П. Элементы сейсмологии и сейсмометрии. М.: Изд-во техн.-теор. лит-ры, 1955. 544 с.
33. Саваренский Е. Ф. Сейсмические волны. М.: Недра, 1972.
34. Садовский М.А. (отв. ред.) Предвестники землетрясений ВИНТИ. 1973.
35. Садовский М.А. (отв. ред.) Физика очага землетрясения / М. Наука. 1975.
36. Садовский М.А.(отв. ред.) Комплексные исследования по физике Земли / М. Наука.1989.
37. Садовский М.А., Болховитинов Л.Г., Писаренко В.Ф. Деформирование геофизической среды и сейсмический процесс / М. Наука. 1987.
38. Садовский М.А., Писаренко В.Ф., Родионов В.Н. От сейсмологии к геомеханике. О модели геофизической среды / Вестник АН СССР. Л 1. 1983.
39. Сейсмическое районирование территории СССР (Ред. С.В.Медведев), М.: Наука. 1968. 476 с.
40. Сейсмическое районирование территории СССР. Методические основы и региональное описание карты 1978 г. М.: Наука, 1980. 307 с.
41. Скаженник А.Г., Арефьев С.С. Оцифровка аналоговых сейсмических записей // Сейсмические приборы, 2003, Сейсмические приборы, вып. 39, с. 36-42.

42. Смирнов В.Б. Прогностические аномалии сейсмического режима. I. Методические основы подготовки исходных данных // Геофизические исследования. 2009. Т. 10. № 2. С. 7-22
43. Соболев Г.А. Основы прогноза землетрясений / М. Наука. 1993.
44. Соболев Г.А., Пономарев А.В. Физика землетрясений и предвестников / М. Наука. 2003.
45. Соболев Г.А. , Арора Б., Смирнов В.Б. и др. Прогностические аномалии сейсмического режима. II. Западные Гималаи. // Геофизические исследования. 2009. Т. 10. № 2. С. 23-36.
46. Собственные колебания Земли. М. :Мир, 1964./ Ред. В. Н. Жарков.
47. Уломов В.И. Сейсмичность // Большая Российская энциклопедия. В 30 т. Том "Россия". 2004. С. 34–39.
48. Уломов В.И. О глобальных изменениях сейсмического режима Земли в период 1965–2005 гг. // Доклады академии наук, том 414, №3. Геофизика. 2007.
49. Физические основы прогнозирования разрушения горных пород при землетрясениях. / Ред. Садовский М. А., Соболев Г. А. М.: Наука, 1987. 126 с.
50. Хакен Г. Синергетика. Пер. с англ. М.: МИР. 1980.
51. Шамина О.Г. Модельные исследования физики очага землетрясения М. Наука. 1981.
52. Шебалин Н.В. Избранные труды. Сильные землетрясения // М.: Изд. Академии горных наук. **1997**. 542 с. *Редакционная коллегия:* В.Н.Страхов, Г.А.Соболев, А.В.Николаев, Ж.Я.Аптекман, С.С.Арефьев, Р.Э.Татевосян, П.Н.Шебалин, О.О.Эртелева.
53. Шебалин Н.В., Арефьев С.С. Макросейсмическое поле. // В кн. Природные опасности России. Сейсмические опасности, том 2. М., **2000**, с 30-35
54. Экспериментальные и численные методы в физике очага землетрясения. / Ред. Садовский М. А. М.: 1989. 237 с.
55. Du Z., Vinnik L.P., Foulger G.R. Evidence from p-to-s mantle converted waves for a flat "660-km" discontinuity beneath iceland // *Earth and Planetary Science Letters*. 2006. Т. 241. № 1-2. PP. 271-280
56. Stein S., Wysession M. An introduction to seismology, earthquakes, and earth structure. Blackwell Publishing, 2003, 498 p.
57. Vinnik L.P., Farra V. S velocity reversal in the transition zone // Geophysical Research Letters. 2006. Т. 33. № 18.

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

Специализированные аудитории с возможностью использования компьютерного проектора. Специализированные аудитории (компьютерные классы) с возможностью проводить практические занятия. Библиотека ГФИ ВНЦ РАН.

## **9. Краткое содержание дисциплины (аннотация)**

Настоящая программа предназначена для аспирантов и соискателей, специализирующихся в области сейсмологии, сейсмичности Земли, землетрясений, оценки и прогноза сейсмической опасности и сейсмического районирования, а также – применения сейсмических методов для изучения глубинного строения Земли. Программа основывается на следующих дисциплинах, изучаемых аспирантами, проходящими подготовку по направлению «геофизика» и иным естественнонаучным и физико-математическим направлениям: математический анализ, линейная алгебра, методы математической физики, механика сплошных сред, численные методы, программирование. В связи со значительным развитием в последние годы сейсмологии и сейсмометрии отдельные пункты специального раздела программы могут быть дополнены и детализированы применительно к конкретной тематике аспирантской или соискательской работы. Основное содержание программы определяется перечнем основной рекомендуемой литературы. Отдельные статьи по специальным разделам сейсмологии, опубликованные в отечественных и иностранных журналах, а также сериях трудов, могут быть рекомендованы в индивидуальном порядке. В программе указаны лишь основные периодические издания и серии (на русском языке).

Отдельное место в курсе отведено теме физических основ предсказания землетрясений. Несмотря на то, что задача прогноза землетрясений далека еще от окончательного решения, активное внедрение физики в эту проблему объясняет причины многих неудачных прогнозов и позволяет выработать реалистичные требования, как к системам наблюдений, так и к алгоритмам прогноза. Цель настоящего курса – ознакомить аспирантов с современными физическими представлениями о процессе подготовки землетрясения, обсудить основные проблемы научных исследований в области прогноза, определить место этих проблем в физической картине процесса подготовки землетрясения, рассмотреть основания наиболее перспективных направлений в решении проблемы прогноза землетрясений, горных ударов и других катастрофических явлений сходной природы.

В процессе изучения дисциплины практические занятия предусматривают решение конкретных задач по анализу сейсмических записей, каталогов, материалов макросейсмических исследований, а также – по изучению и работе с сейсмологической аппаратурой.