

«УТВЕРЖДАЮ»  
Декан геологического факультета МГУ  
академик Д.Ю. Пущаровский  
«2» сентября 2015 года



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

## ПЛАНИРОВАНИЕ СЕЙСМИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ

Уровень высшего образования

ПОДГОТОВКА НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ В АСПИРАНТУРЕ

Направление подготовки: **05.06.01. Науки о Земле**

Направленность программы *Геофизика, геофизические методы поиска и разведки полезных ископаемых.*

Квалификация:

Исследователь. Преподаватель-исследователь.

МОСКВА 2015

1. Код и наименование дисциплины – **Планирование сейсмических наблюдений**

2. Уровень высшего образования – подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре.

3. Направление подготовки **05.06.01. «Науки о Земле»**

Направленность программы *Геофизика, геофизические методы поиска и разведки полезных ископаемых.*

4. Место дисциплины в структуре ООП: **относится к вариативной части ОПОП, дисциплина по выбору для освоения в 3 семестре второго года обучения**

5. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

*(заполняется в соответствии с картами компетенций)*

<b>Формируемые компетенции (код компетенции)</b>	<b>Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций</b>
<i>способность самостоятельно формулировать цели исследований, устанавливать последовательность решения профессиональных задач (ОПК-2);</i>	З(ОПК-2) Знать современные подходы к проектированию методики площадных съемок
	У(ОПК-2) Уметь обоснованно выбрать оптимальную методику сейсмической съемки
<i>умение профессионально выбирать и творчески использовать современное научное и техническое оборудование и</i>	З(ОПК-3) Знать современное геофизическое оборудование и компьютерные технологии для проектирования оптимальной трехмерной

компьютерные технологии, в том числе ГИС-технологии для решения научных и практических задач (ОПК-3);	методики наблюдений
	У(ОПК-3) Уметь обоснованно применять оптимальную методику сейсмической съемки для решения задач поиска и разведки месторождений нефти и газа

6. Объем дисциплины составляет 6 зачетных единицы, всего 216 часов, из которых 28 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (20 часов занятия семинарского типа, 4 часа индивидуальные консультации, 4 часа мероприятия промежуточной аттестации), 188 часа составляет самостоятельная работа обучающегося

7. Входные требования для освоения дисциплины: знание основ разведочной геофизики

8. Образовательные технологии: дисциплина частично реализуется с использованием электронного обучения и дистанционных технологий.

9. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	В том числе				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) (часы)			Самостоятельная работа обучающегося (часы)	
		Занятия сем-кого типа	Инд-ные кон-ции	всего	домашние задания	всего
<b>Тема 1.*</b> <b>Основные термины методики 3D сейсморазведки.</b> Площадные системы наблюдений. Единичная ячейка, бин, супербин, кратность наблюдений, направление «ин-лайн», направление «кросс-лайн». Зона ослабления кратности. Краевая зона миграции.	34	2	0	2	32	32

Приемный шаблон или площадная приемная расстановка. Плотность источников. Плотность трасс.						
<b>Тема 2.*</b> <b><u>Принципы выбора основных параметров методики.</u></b> Выбор кратности съемки. Расчет Зоны спадания кратности. Выбор размера бина. Горизонтальная разрешающая способность. Вынос, необходимый для выполнения скоростного анализа. Выбор ширины окаймляющей зоны для выполнения миграции. Учет краевых эффектов. Выбор длины записи.	36	4	0	4	32	32
<b>Тема 3.*</b> <b><u>Особенности приемных расстановок.</u></b> Узко-азимутальные и широко-азимутальные расстановки. Правило 85%.	36	4	2	6	30	30
<b>Тема 4.*</b> <b><u>Виды геометрии систем наблюдений и их особенности.</u></b> Параллельная геометрия или съемка в полосе. Ортогональная геометрия. «Кирпичная кладка». Наклонная (диагональная) геометрия. Шахматная (кнопочная -Button) геометрия. Зигзагообразная геометрия.	34	4	0	4	30	30
<b>Тема 5.*</b> <b><u>Группирование источников и приемников.</u></b> Проблемы группирования приемников или источников для нужд 3D-сейсморазведки. Основные положения группирования приемников. Характеристики направленности линейной группы. Создание площадных групп. Группы источников и приемников с одинаковыми пространственными параметрами. Понятие «суммо-группы» или «суммогруппирование».	36	4	2	6	30	30
<b>Тема 6.*</b> <b><u>Новые подходы к проектированию методики 3D съемки</u></b>	36	2	0	2	34	34

Физически обоснованная последовательность действий при проектировании 3D методики, направленная на оценку и достижение необходимого соотношения сигнал/шум, высокой разрешающей способности и требуемой глубинности. Последовательность из 14 этапов планирования методики.						
Промежуточная аттестация**	4	-	4	4	-	-
<b>Итого</b>	<b>216</b>	<b>20</b>	<b>8</b>	<b>28</b>	<b>188</b>	<b>188</b>

*\*Текущий контроль успеваемости может быть реализован в рамках занятий семинарского типа или индивидуальных консультаций*

*\*\* Промежуточная аттестация проходит в форме зачета*

10. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы аспирантов по дисциплине.

**а) основная литература:**

1. Walton G.C. 1972, Three-dimensional seismic method: Geophysics, 37, 417–430.
2. Yilmaz, O., 1987, Seismic data processing: Soc. Expl.Geophys.

**б) дополнительная литература:**

1. Anstey, N., 1986, Whatever happened to ground roll?: The Leading Edge, 5, no. 3, 40–45.
2. Bruhl M., Vermeer G., Kiehn M. 1996, Fresnel zones for broadband data, Geophysics, 61, No.2, 600–604
3. Cambois G. 2000, Can P-wave AVO be quantitative? The Leading Edge, 11, 1246-1251.
4. Cooper N.J. 2004, A world of reality—Designing land 3D programs for signal, noise, and prestack migration .Part 1 of a 2-part tutorial. The Leading Edge, 10, 1007-1014.
5. Cooper N.J. 2004, A world of reality—Designing land 3D programs for signal, noise, and prestack migration .Part 2 of a 2-part tutorial. The Leading Edge, 12, 1230-1235.
6. Cooper, N. J., Williams, R.G., Wombell, R., and Notfors, C.D., 1997, An improved 3-D DMO implementation for orthogonal cross-spread acquisition geometries: EAGE Extended Abstracts, paper A051.
7. Cordsen A., Galbraith M., and Peirce J ; ed. Hardage B.A., 2000, Planning land 3-D seismic surveys, Geophysical developments series ; no. 9.SEG, Tulsa
8. Cordsen A., 1995, How to find the optimum 3D fold: 65th Ann. Internat. Mtg., Soc. Expl. Geophys., Expanded Abstracts, 96-97.
9. Cordsen, A., and Lawton, D.C., 1996, Designing 3-component 3D seismic surveys: 66th Ann. Internat. Mtg., Soc. Expl. Geophys., Expanded Abstracts, 81–83.
10. Craig M.S. 2003, Array evaluation using walkaway data: 73 Ann. Internat. Mtg. Soc. Expl. Geophys., Expanded Abstracts, 31-34

11. Crews, G. A., Henderson, G. J., Musser, J. A., and Bremner, D. L., 1989, Applications of new recording systems to 3-D survey designs: 59th Ann. Internat. Mtg., Soc. Expl. Geophys., Expanded Abstracts, 624–631.
12. Ebrom, D., Li, X., McDonald, J., and Lu, L., 1995, Bin spacing in land 3-D seismic surveys and horizontal resolution in time slices: *The Leading Edge*, 14, 37–40.
13. Galbraith M., 2004, A new methodology for 3D survey design, *The Leading Edge*, 10, 1017-1036.
14. Gardner, G.H. F., and Canning, A., 1994, Effects of irregular sampling on 3-D prestack migration: 64th Ann. Internat. Mtg., Soc. Expl. Geophys., Expanded Abstracts, 1553–1556.
15. Kerekes, A., 2001, Seismic array design by spatial convolution, *Geophysics*, v. 66, no. 4, 1195–1207.
16. Liner C.L. and Underwood W.D. 1999, 3-D seismic survey design for linear  $v(z)$  media: *Geophysics*, 64, no. 2, 486–493.
17. Levin F.K., 1989, The effect of geophone arrays on random noise, *Geophysics*, v. 54, No. 11; 1466-1473.
18. Lindsey, J. P., 1991, Crooked lines and taboo places: what are the rules that govern good line layout?: *The Leading Edge*, 10, No. 11, 74–77.
19. Margrave, G. F., 1997, Seismic acquisition parameter considerations for a linear velocity medium: 67th Ann. Internat. Mtg., Soc. Expl. Geophys., Expanded Abstracts, 47–50.
20. Morse P.F., Hildebrandt G., F. 1989, Ground roll suppression by the stackarray, *Geophysics*, v.54, no. 3, 290-301
21. Nyland D., 2004, Seismic survey design in environmentally sensitive regions of the National Petroleum Reserve-Alaska *The Leading Edge*, 10, 1055–1060.
- Ongkiehong, L., and Askin, H., 1988, Towards the universal seismic acquisition technique: *First Break*, 5, 435–439.
22. Padhi, T., and Holley, T. K., 1997, Wide azimuths—why not?: *The Leading Edge*, 16, 175–177.
23. Rigdon H.K. and Thomas L.W. 1987, Evaluation of seismic field arrays in the temporal frequency domain, *The Leading Edge*, 11, 46-52
24. Smith, J.W., and McKinley, H. J., 1996, Now what's happened to ground roll? A 3D perspective on linear-moveout noise rejection: 66th Ann. Internat. Mtg., Soc. Expl. Geophys., Expanded Abstracts, 72–75.
25. Suarez G., 2004, Designing 3D seismic surveys in the Macal area using seismic modeling, *The Leading Edge*, 10, 1071–1076.
26. Vermeer G.J.O. 1991, Symmetric sampling: *The Leading Edge*, 10, No. 11, 21–27.
27. Vermeer G.J.O. 1994, 3D symmetric sampling: 64th Ann. Internat. Mtg., Soc. Expl. Geophys., Expanded Abstracts, 906–909.
28. Vermeer G.J.O. 1998a, 3-D symmetric sampling: *Geophysics*, 63, 1629–1647.
29. Vermeer G.J.O. 1998b, 3-D symmetric sampling in theory and practice: *The Leading Edge*, 17, 1514–1519.
30. Vermeer G.J.O. 1999a, Factors affecting spatial resolution: *Geophysics*, 64, 942–953.
31. Vermeer G.J.O. 2003, 3D seismic survey design optimization, *The Leading Edge*, 10, 934-941
32. Vermeer G.J.O. 2004, An ambitious geometry for 3D land acquisition, *The Leading Edge*, 10, 1043-1046
33. Vermeer, G. J. O., den Rooijen, H. P. G. M., and Douma, J., 1995, DMO in arbitrary 3D geometries: 65th Ann. Internat. Mtg., Soc. Expl. Geophys., Expanded Abstracts, 1445–1448.

#### 11. Ресурсное обеспечение:

Для материально-технического обеспечения дисциплины Техническая геофизика используются: лаборатория сейсморазведки кафедры Сейсмометрии и геоакустики, компьютерный класс отделения Геофизики, специализированная аудитория с ПК и компьютерным проектором, библиотека Геологического факультета МГУ.

#### 12. Язык преподавания – **русский**

#### 13. Краткое содержание дисциплины (аннотация)

Рассматриваются площадные системы наблюдений. Изучаются принципы выбора основных параметров методики, выбор кратности съемки. Анализируются особенности узко-азимутальных и широко-азимутальных расстановок. Рассматриваются виды геометрии систем наблюдений и их особенности. Исследуются проблемы группирования приемников и источников для нужд 3D-сейсморазведки. Изучается проблема создания площадных групп, в том числе - групп источников и приемников с одинаковыми пространственными параметрами. Предлагается физически обоснованная последовательность действий при проектировании 3D методики наблюдений, направленная на достижение высокой разрешающей способности и требуемой глубинности сейсмических исследований.

#### 14. Преподаватель (преподаватели) - **д.т.н. профессор Гайнанов Валерий Гарифьянович (vgain@hotmail.ru)**

**Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине «Планирование сейсмических наблюдений»  
на основе карт компетенций выпускников**

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине	КРИТЕРИИ и ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине «Планирование сейсмических наблюдений»					ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА
	1	2	3	4	5	
З(ОПК-2) Знать современные подходы к проектированию методики площадных съемок	отсутствие знаний	фрагментарные представления о способах проектирования методики сейсмических наблюдений	сформированные представления о способах проектирования методики сейсмических наблюдений	сформированные представления о современных подходах к проектированию методики площадных съемок	Систематизированные знания о современных подходах к проектированию методики площадных съемок на любых геологических объектах	<i>индивидуальное собеседование</i>
У(ОПК-2) Уметь обоснованно выбрать оптимальную методику сейсмической съемки	отсутствие умений	осуществляет выбор методики профильной съемки на простых геологических объектах	осуществляет выбор оптимальной методики профильной съемки на сложных объектах	осуществляет выбор методики площадной съемки на простых геологических объектах	осуществляет выбор оптимальной методики площадной съемки на сложных объектах	<i>практические контрольные задания</i>
З(ОПК-3) Знать современное геофизическое оборудование и компьютерные технологии для проектирования	отсутствие знаний	Знает основы технологии и оборудование для проектирования двумерной методики наблюдений на простых	Знает основы технологии и оборудование для проектирования двумерной методики наблюдений на	Знает технологию и оборудование для проектирования трехмерной методики наблюдений на	В совершенстве знает технологию и оборудование для проектирования трехмерной методики наблюдений на сложных геологических	<i>индивидуальное собеседование</i>



оптимальной трехмерной методики наблюдений		геологических объектах	сложных геологических объектах	простых геологических объектах	объектах	
У(ОПК-3) Уметь обоснованно применять оптимальную методику сейсмической съемки для решения задач поиска и разведки месторождений нефти и газа	отсутствие умений	применяет методику профильной съемки на простых геологических объектах	применяет методику профильной съемки на сложных геологических объектах	применяет методику площадной съемки на простых геологических объектах	обоснованно применяет оптимальную методику площадной съемки на сложных геологических объектах	<i>практические контрольные задания</i>

## **Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения**

### **Примерные темы рефератов по разделам дисциплины**

1. Проблема выбора основных параметров трехмерной методики наблюдений.
2. Основные особенности площадных приемных расстановок.
3. Обзор типов систем наблюдений.
4. Теория группирования источников и приемников.
5. Современные подходы к проектированию методики площадных съемок.

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

В течение преподавания курса Планирование сейсмической съемки в качестве форм текущего контроля успеваемости студентов используются такие формы, как заслушивание и оценка доклада по теме реферата, собеседование, промежуточное тестирование. По итогам обучения проводится зачет.

### **Контрольные вопросы:**

1. Площадные системы наблюдений.
2. Единичная ячейка,
3. Бин, супербин,
4. Кратность наблюдений,
5. Направление «ин-лайн», направление «кросс-лайн».
6. Зона ослабления кратности.
7. Краевая зона миграции.
8. Приемный шаблон
9. Площадная приемная расстановка.
10. Плотность источников.
11. Плотность трасс.

12. Выбор кратности съемки.
  13. Расчет Зоны спадания кратности.
  14. Выбор размера бина.
  15. Горизонтальная разрешающая способность.
  16. Вынос, необходимый для выполнения скоростного анализа.
  17. Выбор ширины окаймляющей зоны для выполнения миграции.
  18. Учет краевых эффектов.
  19. Выбор длины записи.
  20. Узко-азимутальные расстановки.
  21. Широко-азимутальные расстановки.
  22. Параллельная геометрия или съемка в полосе.
  23. Ортогональная геометрия.
  24. Геометрия типа «Кирпичная кладка».
  25. Наклонная геометрия.
  26. Шахматная геометрия.
  27. Зигзагообразная геометрия.
  28. Проблемы группирования приемников или источников.
  29. Основные положения группирования приемников.
  30. Характеристики направленности линейной группы.
  31. Создание площадных групп.
  32. Группы источников и приемников с одинаковыми пространственными параметрами.
  33. Понятие «суммо-группы».
  34. Последовательность действий при проектировании оптимальной 3D методики.
-