

ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Сейсмостратиграфия

**Рекомендуется для направления подготовки
020700 «Геология» ПО МАГИСТЕРСКОЙ ПРОГРАММЕ
«МОРСКАЯ ГЕОЛОГИЯ»**

Квалификация (степень) выпускника магистр

DISCIPLINE PLAN

Seismic Stratigraphy

Recommended for training programme

020700 «Geology» __*Marine Geology*_____

(specialisation or name of graduate programme)

Qualification (degree) __*Master*_____

(qualification (degree) of the graduate – Bachelor or Master)

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Сейсмостратиграфия» является ознакомление с принципами генетической интерпретации сейсмических данных на основе понимания возможностей и ограничений сейсмического метода.

Задачи освоения курса:

- знакомство с современной методикой и понятийной базой, применяющихся в секвентной стратиграфии и сейсмостратиграфии
- овладение методикой генетической интерпретации сейсмоакустических данных
- обучение навыкам комплексной интерпретации геолого-геофизических данных в компьютерной программе «Kingdom core»
- получение информации о практическом применении сейсмостратиграфического подхода в нефтяной геологии и в инженерно-геологических изысканиях
- получение навыков определения глубин палеобассейнов и элементов трансгрессивно-регрессивных циклов по сейсмическим данным, палеогеографические и палеотектонические реконструкции.

1. Goals and objectives of study

The purpose of learning the discipline «Seismic Stratigraphy» is to familiarize with the principles of genetic interpretation of seismic data on the basis of understanding the capabilities and limitations of the seismic method.

Task of the course:

- acquaintance with modern methodology and conceptual framework used in sequence stratigraphy and seismic stratigraphy
- mastering the technique of genetic interpretation of seismic data
- skills training, and integrated interpretation of geological and geophysical data in a computer program «Kingdom core»
- receive information on the practical application of seismic stratigraphical approach in Petroleum Geology and engineering-geological researches
- obtaining skills of defining the depth of paleobasins and elements of transgressive-regressive cycles according to seismic data, paleogeographic and paleotectonic reconstructions.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Сейсмостратиграфия» относится к вариативной части профессионального цикла ООП магистерской программы «Морская геология». Ее освоение базируется на курсах ООП бакалавра геологии: естественнонаучного цикла базой части,

модуля «Геология и полезные ископаемые» и блока профильной подготовки вариативной части.

Дисциплина «Сейсмостратиграфия» служит основой для изучения последующих курсов по морской геологии (в особенности - курса «Секвентная стратиграфия») и написания выпускной квалификационной магистерской работы.

2. Discipline as a part of the curriculum

Discipline «Seismic Stratigraphy» refers to the variation part of a professional cycle master's program «Marine Geology». Its development is based on the courses of the bachelor of the Geology education program: the science curriculum base part of the module «Geology and mineral resources» and block profile preparation of the variable part.

Discipline «Seismic Stratigraphy» serves as a basis for the study of the subsequent courses in marine Geology (particularly course «Sequence stratigraphy») and the writing of the graduation of the master's work.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

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

- универсальных:

– способность анализировать и оценивать философские проблемы при решении социальных и профессиональных задач (М-ОНК-1);

- способность к творчеству, порождению инновационных идей, выдвижению самостоятельных гипотез (М-СК-1);

- профессиональных:

– способность глубоко осмысливать и формировать диагностические решения проблем геологии путем интеграции фундаментальных разделов геологии, геофизики, геохимии, гидрогеологии и инженерной геологии, нефтяной геологии, экологической геологии (в соответствии со специализацией магистерской программы) и специализированных геологических знаний (М-ПК-1);

– способность использовать углубленные специализированные профессиональные теоретические и практические знания для проведения геологических, геофизических, геохимических, гидрогеологических, нефтегазовых и эколого-геологических исследований (в соответствии со специализацией магистерской программы) (М-ПК-4);

– способность свободно и творчески пользоваться современными методами обработки и интерпретации комплексной геологической, геофизической, геохимической, гидрогеологической, нефтегазовой и эколого-геологической информации (в соответствии со

специализацией магистерской. программы) для решения научных и практических задач, в том числе находящихся за пределами непосредственной сферы деятельности (М-ПК-6);

В результате освоения дисциплины «Сейсмостратиграфия» обучающийся должен:

Знать: закономерности формирования сейсмического волнового поля, правила интерпретации временных разрезов.

Уметь: выделять сейсмостратиграфические комплексы и давать их генетическую интерпретацию, воссоздавать историю геологического развития района.

Владеть: методикой сейсмической интерпретации, навыками практической интерпретации с применением современного вычислительного программного обеспечения.

3. Discipline requirements:

The result of studying the discipline is the formation of the following competences:

Universal competences:

- the ability to analyze and evaluate philosophical problems when addressing social and professional tasks (M-ONK-1);
- the ability to be creative, to generate innovative ideas, to propose independent hypotheses (M-SK-1);

Professional competences:

- the ability to deeply comprehend and generate diagnostic solutions to geological problems by integrating the fundamentals of geology, geophysics, geochemistry, hydrogeology and engineering geology, geology of oil and gas, environmental geology (in accordance with the master program specialization) and specific geological knowledge (M-PK-1);
- the ability to use advanced specialized professional theoretical and practical knowledge to carry out geological, geophysical, geochemical, hydrogeological, environmental and oil-and-gas geological research (in accordance with master program specialization) (M-PK-4);
- the ability to freely and creatively use modern methods of processing and interpretation of complex geological, geophysical, geochemical, hydrogeological, environmental and oil-and-gas geological data (in accordance with master program specialization) in order to solve scientific and practical problems, including those out of the professional scope (M-PK-6);

As a result of studying the discipline the student must:

know:

formation regularities of seismic wave field, the rules for interpreting the time sections.

be able to:

allocate seismic-stratigraphy complexes and give their genetic interpretation, to recreate the history of geological development of the district.

master:

the methodology of seismic interpretation, practical skills of interpretation using modern computing software.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины «Сеймостратиграфия» составляет 3 зачетные единицы или 108 часов (лекций 24 часа, самостоятельная работа студентов 84 часа).

Структура дисциплины

№ п/п	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Лабораторные работы	Семинары.	Самостоятельная работа студента	
1.	Введение. История развития сеймостратиграфии.	10	1	2			2	Собеседование
2.	Принципы и методика сеймостратиграфической интерпретации	10	2	2			10	Собеседование
3.	Выделение сеймостратиграфических комплексов	10	3, 4	4			12	Собеседование
4.	Типы волновых картин и их соответствие обстановкам осадконакопления	10	5	2			12	Собеседование
5.	Генетическая интерпретация сеймостратиграфических комплексов	10	6,7	4			12	Собеседование
6.	Сеймостратиграфия в нефтяной геологии	10	8	2			12	Собеседование
7.	Сеймостратиграфия как основа секвентной стратиграфии	10	9, 10	4			12	Собеседование
8.	Палеогеографические и палеотектонические реконструкции	10	11, 12	4			12	Собеседование
Промежуточная аттестация:		10						экзамен

Содержание дисциплины

Введение.

Сущность сеймостратиграфического анализа и смысл термина «сеймостратиграфия». Причины, обусловившие необходимость сеймостратиграфического подхода в нефтегазовой геологии и поисково-разведочной геофизике. История развития сеймостратиграфии. Достижения и проблемы сеймостратиграфии. Сеймостратиграфия как основная составная часть секвентной стратиграфии. Практическое применение сеймостратиграфии в нефтегазовой геологии и инженерно-геологических изысканиях.

Принципы сейсмостратиграфии.

Природа сейсмических отражений. Синхронные и асинхронные геологические границы и стратиграфическая обусловленность отражающих горизонтов. Физические свойства осадков и пород, влияющие на формирование волновой картины. Скоростная характеристика разреза и ее значение для сейсмостратиграфии. Влияние разрешающей способности сейсмических методов на детальность и достоверность геологической информации. Условность понятия «сейсмофация». Использование данных бурения и морского донного пробоотбора. Сейсмостратиграфические комплексы и их физические аналоги.

Методика сейсмостратиграфической интерпретации.

Выделение сейсмостратиграфических комплексов. Исследование внутренней структуры сейсмостратиграфических комплексов. Использование морфологии отраженных волн в сейсмостратиграфической интерпретации. Типы рисунков отражений. Выделение сейсмофаций. Типы пространственной формы сейсмофациальных единиц и их ассоциаций. Оценка энергетического режима осадконакопления. Использование динамических характеристик отраженных волн в сейсмостратиграфической интерпретации. Факторы, определяющие амплитуду сейсмических отражений. Интерференционный характер сейсмических отражений и связанные с этим ограничения динамического анализа. Генетическая интерпретация сейсмостратиграфических комплексов.

Определение относительных колебаний уровня моря по сейсмическим данным.

Понятие об относительных колебаниях уровня моря. Соотношение относительных колебаний уровня моря с трансгрессиями и регрессиями. Определение колебаний уровня моря по прибрежному подошвенному налеганию. Индикаторы мелководных и прибрежных обстановок осадконакопления и признаки снижения уровня моря на сейсмических разрезах. Проградационные и агградационные комплексы, условия их формирования и связь с положением уровня моря.

Проявление литодинамических процессов в сейсмическом волновом поле

Сейсмическое изображение оползней, обвалов, обломочных потоков, турбидитов, крипа, контуритов, дрифтов. Изучение современных литодинамических процессов сейсмическими и гидролокационными методами и использование этих данных при исследовании древних отложений.

Определение обстановок осадконакопления по сейсмическим данным.

Примеры волновых картин, характерных для различных обстановок осадконакопления: озер, рек, дельтовых комплексов, прибрежной зоны, шельфа,

континентального склона, конусов выноса, абиссальных равнин. Сейсмическое изображение диапиров, грязевых вулканов, рифов. Использование наборов сейсмических признаков для идентификации обстановок осадконакопления. Принципы анализа сейсмических атрибутов. Сейсмостратиграфическая интерпретация 3-D данных. Сейсмостратиграфия как основа секвентной стратиграфии. Выделение границ секвенций и основных седиментационных поверхностей по сейсмическим данным. Генетическая сейсмическая интерпретация и определение обстановок осадконакопления как основа выделения системных трактов. Переход от сейсмофаций к истинным геологическим фациям. Прогноз литологического состава разреза и его вероятностный характер.

Применение сейсмостратиграфии при поиске неантиклинальных ловушек углеводородов и в инженерно-геологических изысканиях.

Распознавание геологических тел, представляющих интерес в качестве неантиклинальных ловушек углеводородов. Проявление скоплений углеводородов в сейсмическом волновом поле. Газо-водяные и нефте-водяные контакты. Примеры применения сейсмостратиграфической интерпретации для оценки геологических опасностей и рисков при прокладке подводных трубопроводов и обустройстве морских месторождений.

4. The structure and content of the discipline (in Russian and English):

Overall study content is 3 credits, 108 (lectures -24, self-study – 84) hours.

Discipline structure

№	Discipline section	Semester	Week of semester	Types of work including self-study (hours)				Forms of current performance control (by weeks of semester) Forms of interim assessment (by semesters)
				Lectures	Lab. work	Seminars	Self-study	
1	Introduction. History of the development of seismic stratigraphy.	10	1	2			2	conversation
2	Principles and methodology of seismic stratigraphic interpretation	10	2	2			10	conversation
3	Selection of seismic-stratigraphical complexes	10	3, 4	4			12	conversation
4	Types of wave patterns and their compliance with the sedimentary environments	10	5	2			12	conversation
5	Genetic interpretation of seismic-stratigraphical complexes	10	6,7	4			12	conversation
6	Seismostratigraphy in Petroleum Geology	10	8	2			12	conversation
7	Seismic Stratigraphy as a basis of Sequence Stratigraphy	10	9, 10	4			12	conversation
8	The paleogeographic and paleotectonic reconstruction	10	11, 12	4			12	conversation
Interim certification:		10						Exam

Discipline content

Introduction.

The essence of seismic stratigraphic analysis and the meaning of the term «seismic stratigraphy». The reasons for the necessity of seismic stratigraphic approach in Oil and Gas Geology and Exploration geophysics. History of the development of Seismic Stratigraphy. Achievements and problems of Seismic Stratigraphy. Seismic Stratigraphy as the main component of Sequence Stratigraphy. Practical application of the Seismic Stratigraphy in Petroleum Geology and engineering-geological researches.

Principles of Seismic Stratigraphy.

Nature of seismic reflections. Synchronous and asynchronous geological boundaries and stratigraphic conditionality of the reflecting horizons. Physical properties of sediments and rocks, influencing the formation of the wave pattern. Velocity characteristic of the rocks and its significance for the stratigraphy. The impact of the resolution of seismic methods in detail and reliability of the geological information. The conditionality of the concept of «seismic facia». The use of drilling data and sea bottom sampling. Seismic stratigraphical complexes and their physical counterparts.

Methodology of seismic stratigraphic interpretation.

Selection of seismic-stratigraphical complexes. The study of the internal structure of seismic-stratigraphical complexes. Use the morphology of the reflected waves in seismic stratigraphic interpretation. Types of drawings reflections. Selection of the seismic facia. Types of spatial shape of the seismic-facial units and their associations. Evaluation of energy regime of sedimentation. Using of the dynamic features of the reflected waves in seismic stratigraphic interpretation. Factors determining the amplitude of the seismic reflections. Interference nature of seismic reflections and limitations associated with this dynamic analysis. Genetic interpretation of the seismic-stratigraphical complexes.

The determination of relative sea-level fluctuations on seismic data.

The concept of relative fluctuation of the sea level. The ratio of relative sea-level fluctuations with transgressions and regressions. Definition of fluctuations of the sea level for coastal onlap. Indicators of the shallow and coastal environments of sedimentary deposits and signs of declining sea level on seismic sections. Prograde and aggrade complexes, conditions of their formation and the relationship with the situation sea level.

Lithodynamic processes on seismic data.

Seismic image of the landslides, avalanches, debris flows, turbidites, creep, contourite, drifts.

Study of modern lithodynamic processes by seismic and sonar methods and the use of these data in the study of ancient sediments.

The definition of the situations of sedimentation on the seismic data.

Examples wave patterns, typical for different situations of sedimentation: lakes, rivers, deltaic complexes, coastal shelf, continental slope, removal cones, abyssal plains. Seismic image of the diapirs, mud volcanoes, reefs. The use of seismic characteristics to identify the situations of sedimentation. Principles of analysis of seismic attributes. Seismic stratigraphical interpretation of 3-D seismic data. Seismic Stratigraphy as a basis of Sequence Stratigraphy. Identification of boundaries sequences and the main sedimentation surface seismic data. Genetic interpretation and determination of the sedimentary environments as a basis for allocating system paths. The transition from seismic facies to true geological facies. Forecast of the lithological composition of the section and its probabilistic nature.

Application of Seismic Stratigraphy during search a non-anticlinal traps of hydrocarbons and during engineering-geological researches.

Recognition of geological bodies of interest as a non-anticlinal traps of hydrocarbons. Manifestation of hydrocarbon accumulations in seismic wave field. Gas-to-water and oil-to-water contacts. Examples of the application of seismic stratigraphic interpretation for assessment of geological hazards and risks at the laying of subsea pipelines and construction of offshore drilling fields.

5. Рекомендуемые образовательные технологии

При реализации программы дисциплины «Сейсмостратиграфия» при чтении лекций используется ПК и мультимедийные средства представления материала. Самостоятельная работа студентов подразумевает работу под руководством преподавателя (консультации) и индивидуальную работу студентов с сейсмическими материалами на кафедре, в компьютерных классах и библиотеке Геологического факультета.

5. Recommended methodology

While implementing the program of the discipline «Seismic Stratigraphy» when lecturing using PC and multimedia presentation. Independent work of students involves work under the guidance of a teacher (consultations) and individual work of students with seismic materials at the Department, in the computer classrooms and the library of the Geological faculty.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

В течение преподавания курса «Сейсмостратиграфия» в качестве форм текущего контроля успеваемости студентов используется собеседование. По итогам обучения в 10-ом семестре проводится экзамен.

Контрольные вопросы:

1. Природа сейсмических отражений и их хроностратиграфическая значимость.
2. Понятие «сейсмофация» и его условность
3. Сейсмические признаки глубоководных, мелководных, прибрежных и континентальных обстановок осадконакопления.
4. Сейсмические признаки высокоэнергетичных и низкоэнергетичных обстановок.
5. Определение относительных колебаний уровня моря по сейсмическим данным.
6. Типы волновых картин и их соответствие реальным обстановкам.
7. Газонасыщенные отложения на временных разрезах.
8. Области повышенного давления порового флюида на сейсмических разрезах.
9. Литодинамические процессы и их проявление в волновом поле.
10. Понятие «секвенция», типы секвенций.
11. Основные реперные поверхности в терминах секвентной стратиграфии.
12. Типы несогласий и их проявление в волновых картинах.
13. Флюидопроявления и их проявление на сейсмических записях.
14. Корреляция сейсмических данных с материалами бурения и пробоотбора.
15. Неантиклинальные ловушки углеводородов и их сейсмические признаки.
16. Определение газо-нефтяных, газо-водяных и водо-нефтяных контактов.
17. Выявление опасных для строительства процессов и явлений по сейсмическим данным.
18. Газовые гидраты и их сейсмические характеристики

6. Marking for current performance control and interim assessment during and at the end of the course

During of teaching the course «Seismic Stratigraphy» as forms of monitoring the academic progress of the students used the interview. Upon completion of training in the 10th semester exam.

Control questions:

1. Nature of seismic reflections and their chronostratigraphical significance.
2. The concept of «seismic facies» and its conventionality

3. Seismic signs of deep, shallow, coastal and continental environments of sedimentary deposits.
4. Seismic characteristics of high-energy and low-energy environments.
5. The determination of relative sea-level fluctuations on seismic data.
6. Types of wave patterns and their correspondence to sedimentary environments
7. Gas charged sediments of the seismic sections.
8. Areas of increased pore fluid pressure on seismic sections.
9. Lithodynamic processes and their manifestation in the wave field.
10. The concept of «sequence», types of sequences.
11. The main reference surface in terms of sequence stratigraphy.
12. Types of disagreements and their manifestation in wave patterns.
13. Fluid escape features and their manifestation on seismic records.
14. Correlation of seismic data with the materials of the drilling and sampling.
15. Non-anticlinal traps of hydrocarbons and their seismic characteristics.
16. Determination of gas – oil, gas – water and water-oil contact.
17. The identification of hazardous construction processes and phenomena on the seismic data.
18. Gas hydrates and their seismic characteristics

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Ч. Пейтон (Ред.) Сейсмическая стратиграфия, в 2-х томах. Москва, изд-во «Мир», 1982
2. Р. Шерифф, Л. Гелдарт Сейсморазведка, в 2-х томах. Москва, изд-во «Мир», 1987
3. V. Abreu, J. Neal, K. Bohacs Sequens Stratigraphy of Siliciclastic Systems – The Exxon Mobil Methodology (Atlas of Exercises).
4. O. Catuneanu Principles of sequence stratigraphy. Elsevier, 2006, Alberta, Canada.

б) дополнительная литература:

1. A. Brown Interpretation of Three-Dimensional Seismic Data. AAPG, SEG, 1999, Oklahoma, USA.
2. А.М. Никишин и др. Глубоководные осадочные системы: объемные модели, основанные на 3D сейсморазведке и полевых наблюдениях. Москва, Макс пресс, 2012.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Специальная интерпретационная программа «Kingdom core»

Базы данных: www.nbmgu.ru - библиотека Московского государственного Университета

www.elibrary.ru – научная электронная библиотека

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для материально-технического обеспечения дисциплины «Сейсмостратиграфия» используются ПК кафедры литологии и морской геологии, библиотека Геологического факультета МГУ.

8. Necessary facilities and equipment

For maintenance of discipline «Seismic Stratigraphy» used PC, Department of lithology and marine Geology library of the Geological faculty.

9. Краткое содержание курса:

Обсуждается актуальность сейсмостратиграфического подхода в нефтегазовой геологии, поисково-разведочной геофизике и инженерно-геологических изысканиях. Рассматриваются примеры волновых картин, характерных для различных обстановок осадконакопления. Дается современная понятийно-терминологическая основа сейсмостратиграфии как основной составляющей части секвентной стратиграфии. Подробно рассматривается методика генетической интерпретации сейсмостратиграфических комплексов, возможность перехода от сейсмofаций к истинным геологическим фациям и вероятностный характер этого перехода.

9. Discipline content (annotation)

Discussed the relevance seismic stratigraphical approach in Petroleum Geology, Exploration Geophysics and engineering-geological researches. The examples wave patterns, typical for different sedimentary environments . Given modern terminological basis of the stratigraphy as the main component part of Sequence Stratigraphy. Discusses in detail the technique of genetic interpretation of seismic-stratigraphical complexes, the possibility of transfer from seismic facies to true geological facies and the probabilistic nature of this transition.

10. Учебно-методические рекомендации для обеспечения самостоятельной работы студентов

Темы рефератов по разделам дисциплины:

1. Сейсмические признаки глубоководных обстановок.
2. Сейсмические признаки шельфовых отложений.

3. Определение относительных колебаний уровня моря по сейсмическим данным
4. Гравитационные процессы на континентальных склонах
5. Эрозионные и аккумулятивные процессы в морях и океанах
6. Методика выделения опасных для строительства процессов и явлений по данным морской сейсморазведки.

10. Educational and methodological recommendations for self-study

Topics of essays by sections of discipline:

1. Seismic signs of deep-sea sedimentary environments
2. Seismic characteristics of offshore deposits.
3. The determination of relative sea-level fluctuations on the seismic data
4. Gravitational processes on the continental slopes
5. Erosion and accumulation processes in seas and oceans
6. The methodology for allocating dangerous for the construction processes and phenomena according to the marine seismic industry.

Разработчики:

Геологический ф-т МГУ, научный сотрудник кафедры литологии и морской геологии
А.Г. Росляков; 8(495)939-12-48, 8-903-521-66-77 arosl@rambler.ru

Эксперты:

Институт Океанологии
им. П.П. Ширшова РАН

Зав. лабораторией сейсмостратиграфии
С.Л. Никифоров

Геологический ф-т МГУ
им. М.В. Ломоносова

доцент А.В. Старовойтов

Программа одобрена на заседании Ученого совета Геологического факультета МГУ
протокол № от

Декан
геологического факультета МГУ,
академик

Д.Ю. Пушаровский

Developers:

Faculty of Geology, MSU, scientist of the lithology and marine geology department A.G. Roslyakov; 8(495)939-12-48, 8-903-521-66-77 arosl@rambler.ru

Experts:

1. P.P. Shirshov Institute of Oceanology laboratory Director
S.L. Nikiforov

2. Faculty of Geology, MSU professor A.V. Starovoitov

The program has been approved by Academic Council of Faculty of Geology, MSU (protocol №)