

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Ректор Белорусского
государственного университета
А. Д. Король

15 июля 2024 г.

Регистрационный № 2531/м



МЕТОДЫ ПЕТРОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Учебная программа учреждения образования
по учебной дисциплине для специальности:

7-06-0532-04 Геология

Профилизация: Инженерная геология и экономика
полезных ископаемых

2024 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 7-06-0532-04-2023 специальности 7-06-0532-04 Геология № 160 от 18.05.2023, примерного учебного плана регистрационный № 7-06-05-019/пр. от 19.01.2023, учебных планов БГУ: № М48-5.7-48/уч. от 15.02.2023, № М48з-5.7-137/уч. от 29.03.2024.

СОСТАВИТЕЛЬ:

В.П.Самодуров, доцент кафедры региональной геологии факультета географии и геоинформатики Белорусского государственного университета, кандидат геолого-минералогических наук, доцент.

РЕЦЕНЗЕНТ:

Н.Ю.Денисова, начальник отдела геологии и минерагении платформенного чехла Государственного предприятия «Научно-производственный центр по геологии», кандидат географических наук.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой региональной геологии БГУ
(протокол № 11 от 31.05.2024);

Научно-методическим советом БГУ
(протокол № 9 от 28.06.2024)

Заведующий кафедрой
региональной геологии



О.В.Лукашёв

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цели и задачи учебной дисциплины

Цель учебной дисциплины – теоретическое освоение основных разделов петрофизики и понимание возможностей и роли методов петрофизики при решении теоретических и прикладных задач геологии.

Задачи учебной дисциплины:

1. представить фундаментальные сведения об определяющих факторах и закономерностях распределения физических свойств горных пород земной коры;
2. ознакомить магистрантов с методами измерения физических свойств пород, методами обработки данных и выявления закономерностей их изменения;
3. сформировать современные представления для дальнейшей научно-исследовательской, производственно-технологической и проектно-изыскательской деятельности в сфере геофизических исследований скважин;

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с углубленным высшим образованием.

Учебная дисциплина относится к модулю «Геофизические исследования» компонента учреждения образования, является дисциплиной по выбору.

Учебная дисциплина «Методы петрофизических исследований» базируется на знаниях, полученных при изучении учебных дисциплин: «Спутниковый мониторинг объектов горнодобывающего комплекса», «Региональная геодинамика».

Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «Методы петрофизических исследований» должно обеспечить формирование следующей специализированной компетенций:

СК. Применять современные технологии электроразведки и радиолокации при проведении научных исследований геологического строения территории, поисках месторождений полезных ископаемых, установлении влияния геологической среды на коммуникации, применять методы и методики петрофизических исследований при проведении научно-исследовательской деятельности.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен:

знать:

- место дисциплины «Методы петрофизических исследований» в комплексе геологических наук нефтегазовой сферы;
- фильтрационно-ёмкостные и физические свойства коллекторов;
- виды пористости и проницаемости, петрофизические типы коллекторов;
- принципиальные различия флюидов (нефти, газа, воды) по физическим параметрам и влияние пористости и флюидонасыщенности на физические свойства коллекторов;
- понятие петрофизической модели коллекторов, способы её формирования, условия применимости и ограничения петрофизических

моделей;

– линейный закон Дарси, уравнения Козени-Кармена и Арчи-Дахнова;

уметь:

– оценить состояние петрофизической изученности коллекторов конкретного месторождения и определить содержание петрофизического доизучения месторождения;

– выявить причины изменения значений физических параметров коллектора;

– получить аналитическое выражение петрофизических моделей коллекторов по измеренным значениям фильтрационно-емкостных и физических свойств коллекторов;

– определить пористость, проницаемость, флюидонасыщенность по петрофизическим моделям коллектора, оценить надёжность определения;

– найти необходимую петрофизическую информацию из фондовых, опубликованных источников, в том числе электронных;

– использовать достижения мировой петрофизической науки для постоянного самообучения и повышения своей конкурентоспособности на рынке услуг нефтегазовой сферы;

иметь навык:

–использования петрофизических данных для интерпретации материалов геофизических исследований скважин и контроля разработки месторождений углеводородов;

–оценки критических значений физических параметров для отнесения породы к коллектору, выхода из пласта конкретных флюидов;

–составления проекта петрофизических исследований при решении конкретных геологических и технологических задач в нефтегазовой сфере;

–свободного пользования компьютером и программным обеспечением для решения петрофизических задач.

Структура учебной дисциплины

Дисциплина изучается в 3 семестре очной формы получения углубленного высшего образования, 4 семестре заочной формы получения углубленного высшего образования. Всего на изучение учебной дисциплины «Методы петрофизических исследований» отведено:

– для очной формы получения углубленного высшего образования – 90 часов, в том числе 40 аудиторных часов, из них: лекции – 16 часов, практические занятия – 24 часа.

– для заочной формы получения углубленного высшего образования - 90 часов, в том числе 10 аудиторных часов, из них: лекции – 4 часа, практические занятия – 6 часов.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Форма промежуточной аттестации по учебной дисциплине – экзамен.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1 Введение в петрофизику

Краткий исторический обзор развития петрофизики. Цели и задачи освоения дисциплины. Определение и виды коллекторов. Коллектор в структуре ловушек нефти и газа. Литологические, фильтрационно-ёмкостные и петрофизические свойства коллектора.

Тема 2 Магнитные свойства горных пород

Виды намагниченности. Ферромагнетизм. Измерения магнитных свойств пород. Магнетизм минералов и руд железа. Закономерности распределения магнитных свойств пород. Палеомагнетизм.

Тема 3 Поверхностные явления и свойства. Глинистость

Диэлектрическая проницаемость флюидов, поверхностное натяжение, смачиваемость, капиллярное давление. Порометрия. Ёмкость катионного обмена, двойной электрический слой, удельная поверхность порового пространства, сорбционные ёмкости, показатель гидрофильности, набухаемость.

Массовая, объёмная и относительная глинистость, коэффициенты глинистости. Качественные параметры глин. Петрофизические типы глин (классификация по поверхностной активности). Значение глинистости в изменении фильтрационно-ёмкостных свойств коллекторов.

Тема 4 Пористость и проницаемость горных пород

Влажность: химически связанная, физически связанная (плёночная, углов пор и тупиковых пор, капиллярно удержанная) вода. Структура поровой воды в глинах; свойства прочно связанной (аномальной) воды.

Пористость. Классификация пор по происхождению, по размерам. Структура порового пространства, влияние размера пор на процессы формирования и разработки залежи. Обобщённая модель поровой среды: традиционная; по Элланскому.

Флюидонасыщенность: нефтеносный, газonosный и водоносный коллекторы, коэффициенты флюидонасыщения, зона предельного нефтегазонасыщения, коэффициент связанной воды.

Линейный закон Дарси, абсолютная проницаемость, уравнение Козени-Кармана; фазовые (эффе́ктивные) и относительные проницаемости; определение фазовых проницаемостей по результатам измерения капиллярного давления; граничные и критические значения водонасыщенности коллекторов.

Тема 5 Физические свойства и петрофизические модели коллекторов

Физические свойства горных пород. Факторы, влияющие на физические свойства горных пород. Особенности физических свойств пород-коллекторов нефти и газа. Физические параметры флюидов. Понятие петрофизической модели коллектора.

Тема 6 Модель электропроводности

Электропроводность. Удельная электропроводность (удельное сопротивление). Классификация минералов по электропроводности: минералы проводники, полупроводники и диэлектрики. Факторы, влияющие на электропроводность горных пород: минеральный состав, структура, пористость и характер насыщения, температура и давление.

Модель электропроводности коллекторов. Исходные положения модели коллектора в отношении электропроводности. Модель полностью водонасыщенной породы (параметр пористости, влияние глинистости и минерализации пластовой воды); модель частично водонасыщенной породы (параметр насыщения, коэффициенты газо- и нефтенасыщенности). Петрофизические уравнения связи с пористостью и нефтенасыщенностью коллектора. Уравнение Арчи-Дахнова. Петроэлектрические критерии коллектора, выхода нефти, воды и воды с нефтью.

Тема 7 Модель диффузионно-адсорбционной активности

Естественная электрическая поляризация. Контактные разности потенциалов. Виды электрической поляризации неглинистых горных пород. Электродный потенциал и поляризация окислительно-восстановительной природы. Фильтрационные потенциалы.

Модель диффузионно-адсорбционной активности коллекторов: диффузионные и диффузионно-адсорбционные потенциалы; уравнение Нерста; процессы в тонких и широких капиллярах; влияние глинистости и песчаности коллекторов. Изменение диффузионно-адсорбционной поляризации в разрезе нефтяной залежи; условие связи с пористостью и проницаемостью коллекторов. Петрофизические уравнения связи; граничные значения относительного диффузионно-адсорбционного потенциала для коллекторов.

Тема 8 Модель естественной радиоактивности

Явление радиоактивности, закон радиоактивного распада, радиоактивное равновесие. Содержания урана, тория и калия в осадочных горных породах, разделение глин по соотношению радиоактивных элементов. Подвижности радиоактивных элементов в эпигенетических процессах на месторождениях углеводородов; радиоактивность битумов, карбонатов.

Модель естественной радиоактивности коллекторов. Влияние литологического состава скелета (песчаники, алевролиты, карбонаты, присутствие калиевых полевых шпатов), наличие и содержание глинистого и карбонатного цемента, состава (поверхностной активности) глин. Модели пористости и глинистости: уравнения связи.

Тема 9 Модель нейтронной пористости

Нейтронные характеристики горных пород. Нейтроны, взаимодействие с горными породами. Замедляющие и поглощающие свойства горных пород и флюидов.

Модель нейтронной пористости коллекторов. Физико-геологические основы взаимосвязи нейтронных характеристик горных пород и пористости. Водородосодержание, учёт химически и физически связанной воды. Петрофизические уравнения.

Тема 10 Акустические свойства пород

Упругие свойства горных пород. Напряжения и деформации горных пород и флюидов. Упругие модули. Продольные и поперечные упругие колебания, скорости упругих волн, интервальное время, коэффициент затухания. Упругие модели горных пород. Упругие свойства осадочных горных пород, изменение с глубиной.

Акустические модели пористости, влияние глинистости и нефтенасыщенности. Физическое содержание коэффициентов в уравнениях регрессии.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Очная форма получения углубленного высшего образования с применением дистанционных образовательных технологий
(ДОТ)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Введение в петрофизику	1						Устный опрос
2	Магнитные свойства горных пород	1	2					Устный опрос, отчёт по практической работе
3	Поверхностные явления и свойства. Глинистость.	1	2					Устный опрос, отчёт по практической работе
4	Пористость и проницаемость горных пород	1	2					Собеседование, отчёт по практической работе
5	Физические свойства и петрофизические модели коллекторов	2	2					Устный опрос, отчёт по практической работе
6	Модель электропроводности	2	2					Устный опрос, отчёт по практической работе
7	Модель диффузионно-адсорбционной активности	2	2					Устный опрос, отчёт по практической работе
8	Модель естественной радиоактивности	2	4					Устный опрос, отчёт по практической работе
9	Модель нейтронной пористости	2	4					Собеседование, отчёт по практической работе
10	Акустические свойства пород	2	4					Устный опрос, отчёт по практической работе
ИТОГО		16	24					

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Заочная форма получения углубленного высшего образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное	
1	Введение в петрофизику	0,5					Устный опрос
2	Магнитные свойства горных пород	0,5	1				Устный опрос, отчёт по практической работе
3	Поверхностные явления и свойства. Глинистость.	0,5	1				Устный опрос, отчёт по практической работе
4	Пористость и проницаемость горных пород	0,5	1				Собеседование, отчёт по практической работе
5	Физические свойства и петрофизические модели коллекторов	0,5	1				Устный опрос, отчёт по практической работе
6	Модель электропроводности	0,5	1				Устный опрос, отчёт по практической работе
7	Модель диффузионно-адсорбционной активности	0,5	0,5				Устный опрос, отчёт по практической работе
8	Модель естественной радиоактивности	0,5	0,5				Устный опрос, отчёт по практической работе
ИТОГО		4	6				

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература

1. Стогний, В. В. Аэрогеофизика : учебное пособие для вузов / В. В. Стогний. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2022. - 242 с.
2. Платов, Н. А. Основы инженерной геологии : учебник / Н. А. Платов. - 5-е изд., доп. - Москва : ИНФРА-М, 2021. - 190 с.

Дополнительная литература

3. Ерофеев Л.Я., Вахромеев Г.С., Зинченко В.С., Номоконова Г.Г. Физика горных пород. - Томск: Изд-во ТПУ, 2006. - 520с
<http://www.twirpx.com/file/54044/>
4. Добрынин В.М., Вендельштейн Б.Ю., Кожевников Д.А. Петрофизика. – М.: «Нефть и газ», 2004, 1991. – 368с. <http://www.oilcraft.ru/load/4-1-0-72>
5. Ладынин А.В. Петрофизика. Лекции для студентов геологических специальностей. - Новосибирск: НГУ, 2002. - 120 с.
<http://window.edu.ru/window/library?p rid=28201>
6. Петрофизика: Справочник. В трех книгах. Книга первая. Горные породы и полезные ископаемые. / Под ред. Н.Б. Дортман. – М.: Недра, 1992. – 391 с.
http://www.hge.pu.ru/index.php?Itemid=71&id=598&option=com_content&task=view
7. Амикс Дж., Басс Д., Уайтинг Р. Физика нефтяного пласта. – М.: Гостоптехиздат, 1962. – 572 с.
http://www.oilcraft.ru/load/fizika_neftjanogo_plasta/4-1-0-416
8. Номоконова Г.Г. Петрофизика http://e-le.lcg.tpu.ru/public/PFP_0611/index.html
9. Номоконова Г.Г. Физика горных пород. http://e-le.lcg.tpu.ru/public/FGP_0651/index.html
10. Меркулов В.П. Основы геофизических исследований скважин.
<http://mdl.lcg.tpu.ru:82/course/view.php?id=86>
11. Буряковский Л.А., Джафаров И.С., Джеваншир Р.Д. Прогнозирование физических свойств коллекторов и покрышек нефти и газа. – М.: Недра, 1982. – 200 с.
12. Добрынин В.М., Вендельштейн Б.Ю., Резванов Р.А., Африкян А.Н. Промысловая геофизика, М.: Недра, 1986, – 362 с.
13. Интерпретация результатов каротажа сложных коллекторов. Москва, “Недра”, 1984 год, 256 с. <http://www.oilcraft.ru/load/5-1-0-90>
14. Петерсилье В.И., Пороскун В.И., Яценко Г.Г. Методические рекомендации по подсчету геологических запасов нефти и газа объемным методом– Москва-Тверь, ВНИГНИ, НПЦ “Тверьгеофизика”, 2003. – 257 с.
<http://www.oilcraft.ru/load/4-1-0-297>
15. Петрофизическая характеристика осадочного покрова нефтегазоносных провинций: Справочник. – М.: Недра, 1985. – 193с.
16. Сваровская Н.А. Физика пласта. – Томск: Изд.-во ТПУ, 2003. – 155с.

Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой отметки

Для текущего контроля качества усвоения знаний студентами магистратуры используется следующий диагностический инструментарий: устный опрос, собеседование, отчет по практической работе.

Формой промежуточной аттестации по дисциплине «Методы петрофизических исследований» учебным планом предусмотрен экзамен.

Для формирования итоговой отметки по учебной дисциплине используется модульно-рейтинговая система оценки знаний студента магистратуры, дающая возможность проследить и оценить динамику процесса достижения целей обучения. Рейтинговая система предусматривает использование весовых коэффициентов для текущей и промежуточной аттестации студентов магистратуры по учебной дисциплине.

Формирование итоговой отметки в ходе проведения контрольных мероприятий текущей аттестации (примерные весовые коэффициенты, определяющие вклад текущей аттестации в отметку при прохождении промежуточной аттестации):

- собеседование – 50 %;
- отчет по практической работе – 50 %.

Итоговая отметка по дисциплине рассчитывается на основе итоговой отметки текущей аттестации (модульно-рейтинговой системы оценки знаний) 40 % и экзаменационной отметки 60 %.

Примерная тематика практических занятий

Занятие № 1. Влияние глинистости на фильтрационно-ёмкостные свойства коллекторов.

Занятие № 2. Структура порового пространства. Капиллярное давление.

Занятие № 3. Расчёт удельной поверхности поровых каналов коллектора.

Занятие № 4. Модели пористой среды коллектора.

Занятие № 5. Методы расчётов фазовых проницаемостей.

Занятие № 6. Удельное электрическое сопротивление пластовых вод.

Занятие № 7. Модель электропроводности коллектора.

Занятие № 8. Физические свойства углеводородов.

Занятие № 9. Сводные физико-геологические разрезы нефтеносных районов.

Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины

При организации образовательного процесса используются:

практико-ориентированный подход, который предполагает:

- освоение содержания образования через решения практических задач;
- приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности;

- ориентацию на генерирование идей, реализацию групповых студенческих проектов, развитие предпринимательской культуры;

- использованию процедур, способов оценивания, фиксирующих сформированность профессиональных компетенций;

технология развития критического мышления, которая представляет собой систему, формирующую навыки работы с информацией в процессе чтения и письма; методы чтения различного рода учебных текстов предполагают использование графических организаторов, дневников чтения, концептуальных карт, таблиц, кластеров, а также приемов, направляющих работу студентов с информацией.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы

При изучении учебной дисциплины «Методы петрофизических исследований» рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

- поиск (подбор) и обзор литературы и электронных источников по индивидуально заданной проблеме учебной дисциплины «Методы петрофизических исследований»;

- выполнение домашнего задания;

- изучение материала, вынесенного на самостоятельную проработку;

- подготовка к практическим занятиям;

- научно-исследовательские работы;

- анализ статистических и фактических материалов по заданной теме, составление схем и моделей на основе статистических материалов;

- подготовка к участию в конференциях и конкурсах.

Используются современные информационные технологии: размещен в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (учебно-программные материалы, методические указания к практическим занятиям, материалы текущей и промежуточной аттестации, задания, тесты, вопросы для самоконтроля и др.; список рекомендуемой литературы).

Эффективность самостоятельной работы студентов магистратуры проверяется в ходе текущей и промежуточной аттестации. Для общей оценки качества усвоения студентами магистратуры учебного материала используется модульно-рейтинговая система.

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Определение и виды коллекторов. Коллектор в структуре ловушек нефти и газа.
2. Литологические, фильтрационно-ёмкостные и петрофизические свойства коллектора.
3. Диэлектрическая проницаемость флюидов, поверхностное натяжение, смачиваемость, капиллярное давление.

4. Ёмкость катионного обмена, двойной электрический слой, удельная поверхность порового пространства, сорбционные ёмкости, показатель гидрофильности, набухаемость.
5. Массовая, объёмная и относительная глинистость, коэффициенты глинистости.
6. Значение глинистости в изменении фильтрационно-ёмкостных свойств коллекторов.
7. Влажность: химически связанная, физически связанная (пленочная, углов пор и тупиковых пор, капиллярно удержанная) вода.
8. Структура поровой воды в глинах; свойства прочно связанной (аномальной) воды.
9. Пористость. Классификация пор по происхождению, по размерам.
10. Структура порового пространства, влияние размера пор на процессы формирования и разработки залежи.
11. Обобщённая модель поровой среды: традиционная; по Элланскому.
12. Флюидонасыщенность: нефтеносный, газоносный и водоносный коллекторы, коэффициенты флюидонасыщения, зона предельного нефтегазонасыщения, коэффициент связанной воды.
13. Линейный закон Дарси, абсолютная проницаемость, уравнение Козени-Кармана; фазовые (эффективные) и относительные проницаемости.
14. Определение фазовых проницаемостей по результатам измерения капиллярного давления; граничные и критические значения водонасыщенности коллекторов.
15. Физические свойства горных пород. Факторы, влияющие на физические свойства горных пород.
16. Особенности физических свойств пород-коллекторов нефти и газа. Физические параметры флюидов. Понятие петрофизической модели коллектора.
17. Электропроводность. Удельная электропроводность (удельное сопротивление). Классификация минералов по электропроводности: минералы проводники, полупроводники и диэлектрики.
18. Факторы, влияющие на электропроводность горных пород: минеральный состав, структура, пористость и характер насыщения, температура и давление.
19. Модель электропроводности коллекторов. Исходные положения модели коллектора по электропроводности.
20. Модель полностью водонасыщенной породы (параметр пористости, влияние глинистости и минерализации пластовой воды); модель частично водонасыщенной породы (параметр насыщения, коэффициенты газо- и нефтенасыщенности).
21. Петрофизические уравнения связи с пористостью и нефтенасыщенностью коллектора. Уравнение Арчи-Дахнова.
22. Петроэлектрические критерии коллектора, выхода нефти, воды и воды с нефтью.

23. Модель диффузионно-адсорбционной активности коллекторов: диффузионные и диффузионно-адсорбционные потенциалы; уравнение Нернста.
24. Петрофизические уравнения связи; граничные значения относительного диффузионно-адсорбционного потенциала для коллекторов.
25. Модель естественной радиоактивности коллекторов. Влияние литологического состава скелета (песчаники, алевролиты, карбонаты, присутствие калиевых полевых шпатов), наличие и содержание глинистого и карбонатного цемента.
26. Модель нейтронной пористости коллекторов. Физико-геологические основы взаимосвязи нейтронных характеристик горных пород и пористости.
27. Упругие свойства горных пород. Напряжения и деформации горных пород и флюидов. Упругие модули. Продольные и поперечные упругие колебания, скорости упругих волн, интервальное время, коэффициент затухания.
28. Упругие модели горных пород. Упругие свойства осадочных горных пород, изменение с глубиной.
29. Акустические модели пористости, влияние глинистости и нефтенасыщенности. Физическое содержание коэффициентов в уравнениях регрессии.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УО

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы изучаемой учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Учебная дисциплина не требует согласования			

Заведующий кафедрой
региональной геологии,
к.г.-м.н., доцент



О.В.Лукашёв

31.05.2024

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

на ____ / ____ учебный год

№№ пп	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
_____ (протокол № ____ от _____ 202_ г.)

Заведующий кафедрой,
Доцент _____

О.В. Лукашёв

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета,
Доцент _____

Е.Г. Кольмакова