Д.П. Плакс М.А. Богдасаров

Геология

*Допущено
Министерством образования
Республики Беларусь
в качестве учебного пособия для студентов
учреждений высшего образования
по специальностям «География (научно-
педагогическая деятельность)»,
«Биология и география»*

Минск
«Вышэйшая школа»
2016

УДК 551.1/.4(075.8)
ББК 26.3я73
П37

Рецензенты: кафедра физической географии Белорусского государственного педагогического университета имени М. Танка (доцент, кандидат геолого-минералогических наук *Г.И. Литвинюк*; заведующий кафедрой кандидат географических наук *А.В. Таранчук*); заведующий кафедрой инженерной геологии и геофизики Белорусского государственного университета доктор геолого-минералогических наук *А.Ф. Санько*

Все права на данное издание защищены. Воспроизведение всей книги или любой ее части не может быть осуществлено без разрешения издательства.

Плакс, Д. П.
П37 Геология : учеб. пособие / Д. П. Плакс, М. А. Богдасаров. – Минск : Вышэйшая школа, 2016. – 431 с. : ил.
ISBN 978-985-06-2651-6.

Рассматриваются вещественный состав и структура земной коры, состав и свойства минералов и горных пород, их генезис и закономерности пространственного размещения, эндогенные и экзогенные процессы, история развития современных континентов и океанов, эволюция географической среды и ее основных компонентов: растительных и животных организмов, климата, рельефа, полезных ископаемых.

Предназначено для студентов учреждений высшего образования по специальностям «География (научно-педагогическая деятельность)», «Биология и география».

УДК 551.1/.4(075.8)
ББК 26.3я73

ISBN 978-985-06-2651-6

© Плакс Д.П., Богдасаров М.А., 2016
© Оформление. УП «Издательство “Вышэйшая школа”», 2016

ПРЕДИСЛОВИЕ

Геология – одна из основополагающих наук и учебных дисциплин в системе естественнонаучного образования. Полнота знаний по ней определяет успех освоения студентами как смежных, так и комплексных наук о Земле. Студенты, изучая геологию, получают знания о вещественном составе земной коры, о составе и свойствах минералов и горных пород, их генезисе и закономерностях пространственного размещения. В курсе геологии рассматриваются вопросы о структуре земной коры, об истории развития современных континентов и океанов, эволюции географической среды и ее основных компонентов – растительных и животных организмов, климата, рельефа. Геология свидетельствует о материальности мира, научно объясняет многообразие различных явлений в природе, многочисленными фактами доказывает и объясняет эволюцию животных и растений, происхождение человека.

Геологическое строение играет решающую роль в формировании рельефа территории, гидрографической сети, оказывает существенное влияние на состав атмосферы и гидросферы, почвенного покрова и органического мира. От него во многом зависит характер хозяйственной деятельности человека. Состояние минерально-сырьевой базы в существенной мере определяет уровень экономического развития государства. Прогресс современного общества невозможно представить без применения в хозяйственной деятельности новых технологий и материалов, большого количества энергоресурсов. В Республике Беларусь создаются условия для изучения собственных недр, что вызывает потребность государства в кадрах, способных нестандартно взглянуть на проблемы разведки и добычи полезных ископаемых.

Геологические знания в содержании современного географического образования еще не занимают должного места. Школьники, а в значительной степени и студенты получают лишь начальные геологические сведения. В то же время геология как наука и учебная дисциплина тесно связана со многими естественнонаучными и техническими направлениями образования. Изучение геологии в высшем учебном заведении должно стать важной составляющей современного образования студента и позволить ему получить объективное представление о строении окружающего мира, геологических процессах, опре-

деляющих экологически безопасную жизнедеятельность, природопользование и природообустройство.

Кроме прикладной направленности геологии надо учитывать ее воздействие на развитие логического мировосприятия в отношении природных явлений. Она формирует умение систематизировать и применять на практике знания, полученные по различным учебным дисциплинам. На знании фундаментальных геологических законов базируется большинство вопросов географического прогноза. Поэтому составной частью курса является естественная иерархическая цепь перехода от общих геологических понятий к процессам формирования отдельных природных объектов.

Цель курса – формирование у студентов знаний об особенностях состава и строения Земли, земной коры, атмосферы, гидросферы и формирующих их процессах, геологических закономерностях эволюции Земли.

Задачи курса:

■ усваивание знаний об особенностях состава и строения Земли и земной коры, геологических процессах, фундаментальных геологических закономерностях, лежащих в основе современного понимания строения и развития Земли;

■ получение знаний о шкале геологического летоисчисления, истории возникновения и развития Земли, причинно-следственных связях между различными геологическими явлениями и процессами;

■ формирование умений и навыков определения минералов, горных пород и окаменелостей;

■ формирование материалистического подхода к изучению и объяснению природных явлений.

Курс строится на принципах:

■ научности – соответствия содержания образования уровню современной науки;

■ доступности – соответствия излагаемого материала уровню подготовки студентов;

■ системности – осознания места изучаемого вопроса в общей системе знаний, его связи со всеми элементами этой системы;

■ согласованности с другими изучаемыми дисциплинами, а также реализации межпредметных связей;

■ целостности – учета специфики разделов курса и их взаимосвязи;

■ связи теории с практикой, показывающей важность применения фундаментальных знаний для решения прикладных задач;

■ элективности, заключающейся в обеспечении возможности выбора и индивидуального пути профессионального становления студента.

Студент должен знать:

■ определение важнейших понятий: минерал, горная порода, полезные ископаемые, геологические процессы, геологическая история, литосфера, уровни организации литосферы;

■ классификации минералов, горных пород, полезных ископаемых, геологических процессов, форм рельефа;

■ основные геологические закономерности, связывающие геологические процессы, минералы, горные породы, полезные ископаемые, формы рельефа;

■ геологические и географические факторы, механизмы протекания, закономерности проявления, следствия важнейших геологических процессов;

■ закономерности развития геологических структур в геологическом цикле, масштабы геотектонических циклов и геохронологию;

■ закономерности геологического круговорота земного вещества, место в нем круговорота воды и биологического круговорота;

■ закономерности исторического развития литосферы, рельефа, атмосферы, гидросферы, климата и органического мира, теории и гипотезы образования материков и океанов;

■ характеристику основных этапов развития Земли.

Студент должен уметь:

■ макроскопически определять важнейшие минералы и горные породы в полевых и лабораторных условиях;

■ документировать геологические обнажения, делать зарисовки геологических структур, иллюстрировать геологические процессы и формы рельефа;

■ диагностировать генезис отложений и условия их формирования, составлять схемы взаимосвязи геологических явлений;

■ читать и строить геологические карты, профили и разрезы, стратиграфические колонки, определять по ним геологические структуры и восстанавливать историю их развития;

■ устанавливать взаимосвязи между природными условиями, геологическими процессами, геологическим строением и размещением месторождений полезных ископаемых.

Все темы дисциплины логически связаны между собой. Изложение сопровождается рисунками, в том числе демонстрирующими геологические разрезы. Некоторая важная информация представлена в виде таблиц, которые позволяют студентам легче усваивать материал.

При подготовке пособия авторы использовали учебники ведущих советских, российских и белорусских геологов, энциклопедические издания, геологические справочники, а также научные публикации. Для более глубокого понимания проблем геологии рекомендуется изучить список литературных источников, который приводится в конце книги.

С учетом специфики дисциплины и профиля обучения целесообразно использовать такие формы самостоятельной работы, как индивидуальное изучение раздаточных материалов (коллекций минералов, горных пород, окаменелостей), литературы по основным разделам дисциплины и подготовка докладов и рефератов.

Авторы выражают искреннюю признательность рецензентам А.Ф. Санько и Г.И. Литвинюку, а также Л.И. Мурашко и В.С. Хадыевой за глубокий и всесторонний анализ рукописи, ее отдельных частей и сделанные рекомендации.

Все замечания и предложения, направленные на усовершенствование книги, примем с благодарностью.

Авторы

ГЛАВА 1. СТАНОВЛЕНИЕ ГЕОЛОГИИ КАК НАУКИ

1.1. История развития геологии

Геология, как и многие науки, возникла сравнительно недавно, но люди занимались поиском необходимых природных соединений для нужд общества еще в древности. Этот поиск был вызван необходимостью, так как недра Земли являются той материальной базой, на которой развиваются общественное производство и материальная культура, чей рост теснейшим образом связаны с изучением и всесторонним освоением Земли.

В каменном веке люди добывали из недр минералы и горные породы, пригодные для внешней обработки (кремень, нефрит, обсидиан, яшму и др.); в бронзовом – породы, содержащие медь и олово; в железном – железо, что возможно лишь при тщательном изучении местности и ее особенностей. Свидетельства подобного изучения (памятники глубокой древности, созданные за тысячелетия до нашей эры) встречаются, например, в виде горных выработок, известных во многих местах земного шара, и подтверждают глубокие эмпирические знания особенностей распространения и залегания некоторых руд (медь, железо, серебро, золото, олово, свинец, ртуть) и умение использовать эти знания. Горные выработки палеолитических людей доказывают то, что наши предки разбирались не только в рудах, но и во вмещающих руды породах. Поэтому горные выработки, являющиеся как бы памятниками искусства древних рудокопов, не утратили значения и в наше время, они широко применяются в поисковой практике и часто указывают на наличие «новых» месторождений полезных ископаемых и даже целых рудоносных районов.

Неуклонный рост общественного производства ставил перед людьми конкретные задачи в области изучения недр земли. Они вынуждены были их решать независимо от существующих представлений и господствующих идей. Вместе с добычей руд возникла необходимость их распознавания, изучения рудных минералов, что впоследствии обусловило появление минералогии. Развитие торговли и общения между народами привело к зарождению географии и геодезии. Эти естественные науки, имеющие самое непосредственное отношение к геологии, формировались самостоятельно, независимо друг от друга, и понадобились тысячелетия, чтобы обобщить их и подойти к идее

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ 3

ГЛАВА 1. СТАНОВЛЕНИЕ ГЕОЛОГИИ КАК НАУКИ 7

1.1. История развития геологии 7
1.2. Основные понятия и методы геологии 14

ГЛАВА 2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЗЕМЛЕ 21

2.1. Положение Земли в пространстве и строение Солнечной системы 21
2.2. Происхождение Вселенной и Солнечной системы 37
2.3. Физические параметры Земли 41
2.4. Внешние геосферы 43
2.5. Внутренние геосферы 48
2.6. Строение и структура земной коры 51
2.7. Общая эволюция Земли 60

ГЛАВА 3. ФИЗИЧЕСКИЕ ПОЛЯ ЗЕМЛИ 68

3.1. Гравитационное поле 68
3.2. Магнитное поле 70
3.3. Электрическое поле 72
3.4. Тепловое поле 76
3.5. Геофизическая разведка 80

ГЛАВА 4. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЗЕМЛИ 83

4.1. Вещественный состав мантии, ядра и земной коры 83
4.2. Формы нахождения химических элементов в земной коре 88
4.3. Особенности распределения химических элементов в земной коре и эволюция их соединений 92

ГЛАВА 5. ПОНЯТИЕ О КРИСТАЛЛАХ 97

5.1. Распространенность и основные свойства природных кристаллических веществ 97
5.2. Виды симметрии кристаллов 100
5.3. Закон постоянства гранных углов 104

ГЛАВА 6. МИНЕРАЛЫ 105

6.1. Химический состав минералов 105
6.2. Полиморфизм и изоморфизм 108
6.3. Морфология минералов и их агрегатов 110
6.4. Физические свойства минералов 115
6.5. Происхождение, классификация и систематика минералов 120

ГЛАВА 7. ГОРНЫЕ ПОРОДЫ 127

7.1. Минеральный состав, структура и текстура горных пород . . 127
7.2. Классификация и систематика горных пород 132
7.3. Искусственные (технические) породы 140

ГЛАВА 8. МАГМАТИЗМ 142

8.1. Понятие о магматизме 142
8.2. Типы магм 144
8.3. Причины многообразия магматических пород 145
8.4. Интрузивный магматизм 147
8.5. Эффузивный магматизм 150
8.6. Поствулканические явления 160
8.7. Полезные ископаемые, связанные с магмой 161

ГЛАВА 9. МЕТАМОРФИЗМ 166

9.1. Метаморфизм, его факторы и типы 166
9.2. Фации метаморфизма 170
9.3. Метасоматоз и мигматиты 173

ГЛАВА 10. ТЕКТОНИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ 177

10.1. Колебательные движения 177
10.2. Тектонические дислокации 179
10.2.1. Формы залегания горных пород 179
10.2.2. Складчатые (пликативные) дислокации 184
10.2.3. Трещиноватость и отдельность горных пород 189
10.2.4. Разрывные (дизъюнктивные) дислокации 193
10.3. Землетрясения 196
10.4. Основные геотектонические гипотезы 201

ГЛАВА 11. ЭКЗОГЕННЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ . . 208

11.1. Гипергенез 208
11.2. Геологическая деятельность ветра 212
11.3. Геологическая деятельность поверхностных текучих вод . . 216
11.3.1. Геологическая деятельность временных водных потоков 217
11.3.2. Геологическая деятельность постоянных водотоков 220
11.4. Гравитационные процессы 225
11.5. Геологическая деятельность ледников 227
11.6. Геологические процессы в криолитозоне 236
11.7. Подземные воды 239
11.7.1. Происхождение и классификация подземных вод . . . 239
11.7.2. Геологическая деятельность подземных вод 244
11.8. Геологическая деятельность озер и болот 249

11.9. Геологическая деятельность морей и океанов 253
11.10. Литогенез 264
11.11. Результаты проявлений экзогенных геологических процессов 268

ГЛАВА 12. СТРАТИГРАФИЯ И ГЕОХРОНОЛОГИЯ 271

12.1. Определение возраста горных пород 271
12.2. Методы определения относительного возраста горных пород 272
12.3. Методы определения абсолютного возраста горных пород 281
12.4. Стратиграфическая и геохронологическая шкалы 287
12.5. Геологические разрезы и стратиграфическая колонка 289

ГЛАВА 13. ОСНОВЫ ПАЛЕОНТОЛОГИИ 292

13.1. Понятие об ископаемых остатках (фоссилиях) 292
13.2. Общие сведения по систематике органического мира 295

ГЛАВА 14. ОСНОВЫ ПАЛЕОГЕОГРАФИИ 336

14.1. Фациальный анализ 336
14.2. Основные группы фаций 340
14.2.1. Признаки морских фаций 340
14.2.2. Признаки континентальных фаций 346
14.2.3. Признаки переходных фаций 349
14.3. Формационный анализ 350
14.4. Основные группы формаций 354

ГЛАВА 15. ИСТОРИЧЕСКАЯ ГЕОЛОГИЯ 360

15.1. Докембрийский этап геологической истории Земли 360
15.1.1. Геологическая история в докембрии 360
15.1.2. Происхождение атмосферы и гидросферы 363
15.1.3. Происхождение жизни на Земле 366
15.1.4. Эволюция жизни в докембрии 382
15.2. Палеозойский этап геологической истории Земли 386
15.3. Мезозойский этап геологической истории Земли 399
15.4. Кайнозойский этап геологической истории Земли 406
15.5. Развитие и гибель биосферы 414

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 417

ПРИЛОЖЕНИЯ 420

ЛИТЕРАТУРА 425

Учебное издание

Плакс Дмитрий Петрович
Богдасаров Максим Альбертович

ГЕОЛОГИЯ

Учебное пособие

Редактор *И.В. Тургель*
Художественный редактор *Т.В. Шабунько*
Технический редактор *Н.А. Лебедевич*
Корректоры *Т.К. Хваль, О.И. Голденкова*
Компьютерная верстка *А.Н. Бабенковой*

Подписано в печать 20.04.2016. Формат 84×108/32. Бумага офсетная.
Гарнитура «Times New Roman». Офсетная печать. Усл. печ. л. 22,68.
Уч.-изд. л. 24,03. Тираж 400 экз. Заказ 460.

Республиканское унитарное предприятие «Издательство “Вышэйшая школа”».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/3 от 08.07.2013.
Пр. Победителей, 11, 220048, Минск.
e-mail: market@vshph.com http://vshph.com

Республиканское унитарное предприятие «СтройМедиаПроект».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 2/42 от 13.02.2014.
Ул. В. Хоружей, 13/61, 220123, Минск.