

Общая стратиграфическая шкала России: разработка ее цветовых моделей и адаптация для программных продуктов, реализующих технологию бассейнового моделирования

Определена проблема цветовой модели актуальной версии Общей стратиграфической шкалы России в сравнении с опубликованными ранее вариантами. На основе эталонной базы изобразительных средств Госгеолкарты-200/2 для Общей стратиграфической шкалы России разработаны цветовые модели CMYK и RGB с кодировками цветов для всех стратиграфических подразделений вплоть до яруса. Предложена адаптированная версия Общей стратиграфической шкалы России для программного комплекса PetroMod.

Ключевые слова: *Общая стратиграфическая шкала, эталонная база изобразительных средств, цветовые модели CMYK и RGB, бассейновое моделирование.*

I. A. ZINCHENKO (JSC «LVRIGG»)

General stratigraphic chart of Russia: development of its colour models and adaptation for basin modeling software

The problem of the colour model for General stratigraphic chart of Russia in its current version compared to previously published ones is identified. CMYK and RGB colour models along with colour codes for all geological units up to the stage are developed in accordance with the State geological map-200/2 standard of graphic arts. An adapted version of the General stratigraphic chart of Russia for the PetroMod software is presented.

Keywords: *General stratigraphic chart, standard of graphic arts, colour models CMYK and RGB, basin modeling.*

Как цитировать эту статью: Зинченко И. А. Общая стратиграфическая шкала России: разработка ее цветовых моделей и адаптация для программных продуктов, реализующих технологию бассейнового моделирования // Регион. геология и металлогения. – 2019. – № 77. – С. 52–59.

Введение. В качестве хроностратиграфического стандарта в геологической практике нашей страны используется Общая стратиграфическая шкала (ОСШ) [8, с. 62–66], которая имеет ряд отличий от зарубежной Международной хроностратиграфической шкалы (МСШ) [9].

ОСШ принята Межведомственным стратиграфическим комитетом (МСК) и является обязательной для использования при создании Государственных геологических карт и других видов геологических работ на территории Российской Федерации [8]. В отличие от МСШ, ее цветовая модель официально не определена.

В то же время цветная версия ОСШ с установленными кодировками CMYK и RGB могла бы найти применение как в научно-образовательных целях, так и для оформления геологической графики, унификации полиграфических изданий, использования в геолого-геофизических программных комплексах и информационных системах.

Цветная версия ОСШ [2, 7] была представлена ВСЕГЕИ в 2000 г. в качестве образца раскраски

геологических объектов на картах геологического содержания для компьютерной подготовки и полиграфического воспроизводства карт [1]. Цвета геологических объектов были одобрены Главной редколлегией по геологическому картографированию и утверждены научно-редакционным советом МПР России.

Каждый отдельный ярус в составе систем в ОСШ фанерозоя обозначен уникальным цветовым оттенком, отделы и подотделы также дифференцированы по цвету. Цветовые градации структурных подразделений, как указано в примечаниях к этой версии ОСШ, были даны в соответствии с нормативно-методическими документами и программами для компьютерного обеспечения работ Росгеолкарта-200, разработанными силами ВСЕГЕИ.

Представленная в настоящее время на сайте ВСЕГЕИ для общего доступа ОСШ [3] является актуализированным (по состоянию на 01.08.2016) вариантом ОСШ, принятым в Стратиграфическом кодексе России (2006 г.) [8] с учетом последующих Постановлений МСК ... 2012, 2013, 2016 г. [4–6].

Раскраска ОСШ осуществлена на основании одного из вариантов раскраски картографируемых подразделений эталонной базы изобразительных средств Госгеолкарты-200 (ЭБЗ 200).

Цветовые модели CMYK и RGB, разработанные для МСШ. В 2012 г. Комиссия по геологической карте мира (CGMW) опубликовала International Chronostratigraphic Chart Color Codes – цветовую модель МСШ в кодировках CMYK и RGB. Согласно примечанию к ней, модель цветов RGB была получена путем конвертации исходных значений CMYK с помощью функции эмуляции цвета Emulate Adobe® Illustrator® 6.0, заложенной в алгоритмах ПО Adobe® Illustrator®.

Каждая из двух перечисленных цветовых моделей используется для конкретных целей и задач, спектр которых ограничен и определен стандартами CMYK и RGB.

Цветовая модель RGB – аддитивная цветовая модель, описывающая способ кодирования цвета для цветовоспроизведения.

Цвет в модели RGB представляется как сумма трех базовых цветов – красного (Red), зеленого (Green) и синего (Blue). Выбор основных цветов обусловлен особенностями физиологии восприятия цвета сетчаткой человеческого глаза. Цветовая модель RGB нашла широкое применение в технике, так как в телевизорах и мониторах применяются три электронных пушки (светодиода, светофильтра) для красного, зеленого и синего каналов.

В модели RGB каждый базовый цвет характеризуется яркостью (интенсивностью), которая может принимать 256 дискретных значений от 0 до 255. Поэтому возможно смешивать цвета в различных пропорциях, варьируя яркость каждой составляющей. Таким образом, получаем $256 \times 256 \times 256 = 16\,777\,216$ цветов.

Модель RGB называют также аддитивной потому, что цвета в ней образуются путем добавления к черному цвету. Иными словами, если цвет экрана, освещенного цветным прожектором, обозначается в RGB как r_1, g_1, b_1 , а цвет того же экрана, освещенного другим прожектором, – r_2, g_2, b_2 , то при освещении двумя прожекторами цвет экрана будет обозначаться как $r_1 + r_2, g_1 + g_2, b_1 + b_2$.

Стоит принять во внимание, что не каждый цвет из палитры RGB можно вывести на печать. Цвета на экране монитора могут выглядеть иначе при их выводе на печать независимо от качества принтера или монитора.

Цветовая модель CMYK – субтрактивная модель формирования цвета, используемая, прежде всего, в полиграфии для печати. Модель CMYK обладает сравнительно с RGB меньшим цветовым охватом. В этой модели используются четыре базовых цвета: голубой (Cyan), пурпурный (Magenta), желтый (Yellow) и ключевой (K – Key), представленный в подавляющем большинстве случаев черным цветом. Цветовую модель CMYK принято называть субтрактивной вследствие того,

что в процессе печати из белого вычитаются первичные цвета.

Стоит отметить, что не все цвета модели CMYK могут быть представлены в модели RGB, и наоборот. В количественном отношении цветовой диапазон CMYK меньше цветового диапазона RGB. Это обстоятельство имеет принципиальное значение и не обусловлено только физическими особенностями монитора, печатающего устройства или красок и холста.

Наибольшим цветовым охватом обладает модель Lab, в ней можно представить практически все природные цвета, которые способен воспринять человек (рис. 1).

Аналоги цветовых моделей CGMW, в которых каждому стратиграфическому подразделению задан соответствующий цвет, определяемый кодом, для ОСШ не опубликованы или не разработаны вовсе. Следствием этого является отсутствие эталона и единых стандартов при построении геологических моделей и графики.

Таким образом, назрела необходимость разработки цветовых моделей для актуальной версии ОСШ.

Методика разработки цветовых моделей CMYK и RGB для ОСШ 2016 г. В ОСШ в образцах раскраски геологических объектов на картах геологического содержания [1] каждому стратиграфическому подразделению вплоть до яруса соответствует цвет из палитры Геохром, используемой Санкт-Петербургской картографической фабрикой ВСЕГЕИ при издании карт. Цвет в палитре Геохром задан в формате XXX/XX, где XXX – непосредственно цвет, XX – оттенок цвета.

В различных версиях эталонной базы изобразительных средств Госгеолкарты-200 (ЭБЗ 200)

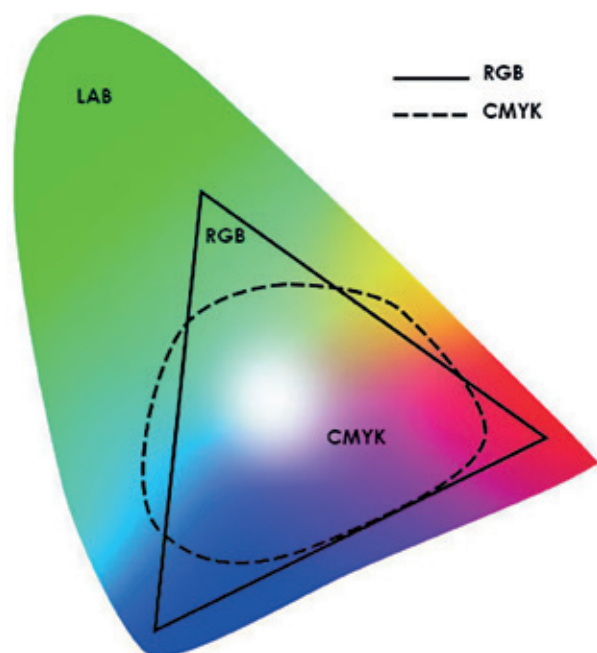


Рис. 1. Соотношение цветовых охватов моделей Lab, RGB и CMYK

основные цвета стратиграфических подразделений заданы не единообразно. Так, в старых версиях ЭБЗ 200 использовалась цветовая модель RGB, а каждой стратиграфической единице соответствовал диапазон цветов. К примеру, для отложений палеогена он составлял RGB 255/159/0 – RGB 255/224/172.

Позднее, по мере развития и усовершенствования ЭБЗ 200, был расширен способ описания цветов условных знаков. Так, кроме задания цвета в модели RGB, стало широко применяться задание цвета в модели CMYK и его выбор из палитры Геохром. В актуальной версии X.01.05 ЭБЗ 200 используется именно этот подход.

При разработке цветовой модели CMYK для ОСШ 2016 г. использовалась ЭБЗ 200 версии X.01.05 и программные средства связи с ЭБЗ Vdlib v.1.4.4. Цветовая модель CMYK для ОСШ 2016 г. строилась с соблюдением градаций оттенков цвета от темных к светлым в рамках регламентированных ЭБЗ 200 значений для каждого стратиграфического подразделения, также во внимание принимались кодировки цветов Геохром, использованные при составлении ОСШ 2000 г. [1].

В процессе разработки цветовой модели RGB для ОСШ 2016 г. применялся методический подход, предложенный коллективом CGMW, – исходные значения полученной модели CMYK конвертировались в формат RGB с помощью функции эмуляции цвета Emulate Adobe® Illustrator® 6.0 ПО Adobe® Illustrator®.

В результате были получены таблицы соответствия цветовых кодировок Геохром – CMYK – RGB.

Цветовые схемы подразделений ОСШ [1].

В четвертичной системе (квартере) ОСШ 2000 г. использованы оттенки цветов Геохром 018, 009 и 005. Согласно ЭБЗ 200 версии X.01.05, актуальный спектр цветов значительно шире – Геохром 016, 015, 012, 019, 018, 009, 006, 005.

Неогеновая система ОСШ 2000 г. – оттенки цветов Геохром 002, 001 и Pantone 101 CV. Согласно ЭБЗ 200 версии X.01.05, актуальный спектр цветов – Геохром 003, 002, 001.

Палеогеновая система ОСШ 2000 г. наиболее сложная, в ней активно используется смешивание двух цветов. В нее входят цвета Pantone Process Yellow CV, 101 CV, 100 CV и Геохром 148. Это единственное подразделение ОСШ, для которого в ЭБЗ 200 версии X.01.05 диапазон цветов представлен в аддитивной, а не субтрактивной цветовой модели: RGB 255/159/0 – RGB 255/224/172. Для построения цветовой модели RGB палеогеновой системы были получены коды RGB для 13 промежуточных оттенков.

Меловая система ОСШ 2000 г. – оттенки цветов Геохром 279, 282, 283, 286, 290, 294 и 298. Согласно ЭБЗ 200 версии X.01.05, актуальный спектр цветов немного шире – Геохром 280, 279, 278, 282, 286, 290, 294 и 298.

Юрская система ОСШ 2000 г. – оттенки цветов Геохром 203, 207, 221, 232. Согласно ЭБЗ 200 версии X.01.05, актуальный спектр цветов для

юрской системы значительно шире – Геохром 208, 207, 222, 221, 234, 233 и 232.

Триасовая система ОСШ 2000 г. – оттенки цветов Геохром 168, 164 и 156. Актуальный набор цветов для обозначения подразделений триаса расширен до шести цветов – Геохром 169, 168, 164, 161, 160 и 156.

Пермская система ОСШ 2000 г. – оттенки цветов Геохром 037, 036, 032. Согласно ЭБЗ 200 версии X.01.05, актуальный спектр цветов значительно шире – Геохром 037, 036, 033, 032, 026, 022.

Каменноугольная система ОСШ 2000 г. – оттенки цветов Геохром 327, 325, 329, которые полностью совпадают с цветами, рекомендуемые ЭБЗ 200 версии X.01.05.

Девонская система ОСШ 2000 г. – оттенки цветов Геохром 044, 043, 046. Согласно ЭБЗ 200 версии X.01.05, актуальный спектр цветов значительно шире – Геохром 066, 065, 064, 044, 043, 046.

Силурийская система ОСШ 2000 г. – оттенки цветов Геохром 304 и 303. Согласно ЭБЗ 200 версии X.01.05, актуальный спектр цветов несколько шире – Геохром 307, 306, 304, 303.

Ордовикская система ОСШ 2000 г. – оттенки цветов Геохром 271, 270, 266 и 262. Согласно ЭБЗ 200 версии X.01.05, актуальный спектр цветов несколько шире – Геохром 268, 267, 266, 263, 262.

Кембрийская система ОСШ 2000 г. – оттенки цветов Геохром 255, 254, 251, 250, 246. Согласно ЭБЗ 200 версии X.01.05, актуальный спектр цветов несколько шире – Геохром 257, 255, 254, 251, 250, 246.

Вендская система ОСШ 2000 г. – оттенки цветов Геохром 107, они же используются в актуальной версии ЭБЗ 200.

Рифей ОСШ 2000 г. – оттенки цветов Геохром 086, они же используются и в актуальной версии ЭБЗ 200.

Протерозойская акротема ОСШ 2000 г. – оттенки цветов Геохром 141, 124, 111 и 108. Согласно ЭБЗ 200 версии X.01.05, актуальный спектр представлен оттенками цветов Геохром 125, 124, 115, 111, 108.

Архейская акротема ОСШ 2000 г. – оттенки цветов Геохром 152 и 148. Согласно ЭБЗ 200 версии X.01.05, актуальный спектр архейской акротемы представлен оттенками цветов Геохром 153, 152 и 148.

Для кайнозойской, мезозойской и палеозойской эратем фанерозоя в ОСШ 2000 г. использованы цвета Геохром 006, 274 и 306 соответственно. Согласно ЭБЗ 200 версии X.01.05, кодировки цветов для обозначения эратем фанерозоя остались неизменными.

Фанерозойская эонотема представлена белым цветом (CMYK 0/0/0/0; RGB 255/255/255).

Цветовые модели ОСШ России в кодировках CMYK и RGB. Автором разработаны цветовые модели ОСШ России 2016 г. в кодировках CMYK (рис. 2) и RGB (рис. 3).

В цветовой модели CMYK, опубликованной CGMW, указаны числовые значения только для

голубого (С), пурпурного (М) и желтого (У) цветов. Значения ключевого цвета (К) для всех стратиграфических подразделений равны нулю, что позволяет конечным пользователям при необходимости изменять насыщенность того или иного цвета (например, для отображения на геологической карте нескольких стратиграфических единиц, входящих в состав одного яруса).

Необходимо отметить, что создание полного аналога цветовой модели СМУК, разработанной для МСШ, где используются нулевые значения ключевого цвета, для ОСШ не представляется возможным. Это связано с использованием иных цветов в практике построения ОСШ, в частности, в ЭБЗ 200 версии Х.01.05 для отложений каменноугольной системы используются оттенки со значениями ключевого (черного) цвета от 13 (Геохром 329/11) до 72 (Геохром 327/03). Изобразить традиционный цвет этой системы без использования ключевого цвета технически невозможно.

Разработка адаптированной версии ОСШ для программного комплекса PetroMod. В современных программных комплексах по моделированию УВ систем традиционно используется МСШ. Это обусловлено тем, что программные комплексы, как правило, разрабатываются за рубежом и ориентированы на широкий круг пользователей по всему миру. PetroMod использует стратиграфические шкалы для графического представления построенных моделей и оценки изменения того или иного параметра УВ систем (температуры, зрелости материнской толщи, коэффициента трансформации и др.) в течение геологического времени.

Программный комплекс PetroMod поставляется со следующими стандартными стратиграфическими шкалами:

ICS 2013 – International Stratigraphic Chart (2013), International Commission on Stratigraphy;

ICS 2010 – International Stratigraphic Chart (2010), International Commission on Stratigraphy;

ICS 2008 – International Stratigraphic Chart (2008), International Commission on Stratigraphy;

CGMW 2007 – Time scale chart, Commission for the Geological Map of the World (2007);

ICS 2005 – International Stratigraphic Chart (2005), International Commission on Stratigraphy.

Поставляемый вместе с программным комплексом редактор хроностратиграфической шкалы PetroMod Time Scale Editor позволяет изменять перечисленные стандартные шкалы и использовать полученную версию шкалы в проектах по моделированию УВ систем. Кроме того, редактор позволяет строить полностью новые шкалы.

В PetroMod используется цветовая модель RGB, так как графика из рассматриваемого программного пакета используется либо на мониторах в процессе работы, либо демонстрируется на экранах с помощью проекторов для презентаций.

С помощью встроенного редактора хроностратиграфической шкалы и цветовой модели

RGB для ОСШ России 2016 г. автором была разработана актуализированная версия ОСШ с целью использования в программном комплексе PetroMod.

Особенностью хроностратиграфических шкал, построенных с помощью редактора PetroMod Time Scale Editor, является наличие лишь пяти иерархических уровней стратиграфических подразделений (Eon, Era, Period, Epoch, Stage). Для адаптации ОСШ 2016 г., структуру которой составляют восемь иерархических уровней (акротема, эонотема, эратема, система, подсистема, отдел, подотдел, ярус), были использованы следующие: эонотема, эратема, система, отдел, ярус. Протерозойская и архейская акротемы учтены в построенной шкале в качестве эонотем, в свою очередь ниже- и верхнеархейская, ниже- и верхнепротерозойская эонотемы – в качестве эратем. Рифей как часть верхнепротерозойской эонотемы учтен в составе построенной шкалы в ранге системы наряду с вендом. Подотделы палеогеновой, неогеновой и четвертичной систем, а также подсистемы силурийской системы не учитывались при построении.

Вследствие того, что в PetroMod нет поддержки кириллицы, названия стратиграфических подразделений ОСШ были транслитерированы и набраны латинскими буквами.

На рис. 4 представлены геохронологические шкалы, используемые в PetroMod по умолчанию (ICS 2005, CGMW 2007, ICS 2008, ICS 2010 и ICS 2013), и адаптированная для использования в программном пакете актуализированная версия ОСШ 2016. Особого внимания заслуживает шкала ICS 2005, отличающаяся применением нетрадиционных цветов раскраски геологических систем. Эти цвета были рекомендованы в 2003 г. председателем МКС Ф. Градстейном в опубликованной им International Geologic Time Scale. Так, кембрий – ордовик представлены на ней красновато-коричневым цветом, силур – пермь – фиолетово-голубым, триас – юра – зеленым. В целом и по остальным приведенным цветовым моделям шкал прослеживаются изменения, пусть и не такие кардинальные, как в начале 2000-х годов.

Это позволяет сделать вывод о том, что МСШ постоянно развивается и дорабатывается в плане цветового оформления. Шкала ICS 2013, заложенная в программном комплексе PetroMod, построена с использованием актуальных кодеров RGB, изданных CGMW в 2012 г. Отныне возможность использования цветовой модели, максимально вписывающейся в стандарты, заложенные ВСЕГЕИ, появилась и у специалистов из России.

Выводы. Построены, актуализированы и обобновлены цветовые модели СМУК и RGB для ОСШ, которые можно использовать не только в программных комплексах бассейнового, геологического и гидродинамического моделирования, но и при построении любой геологической графики.

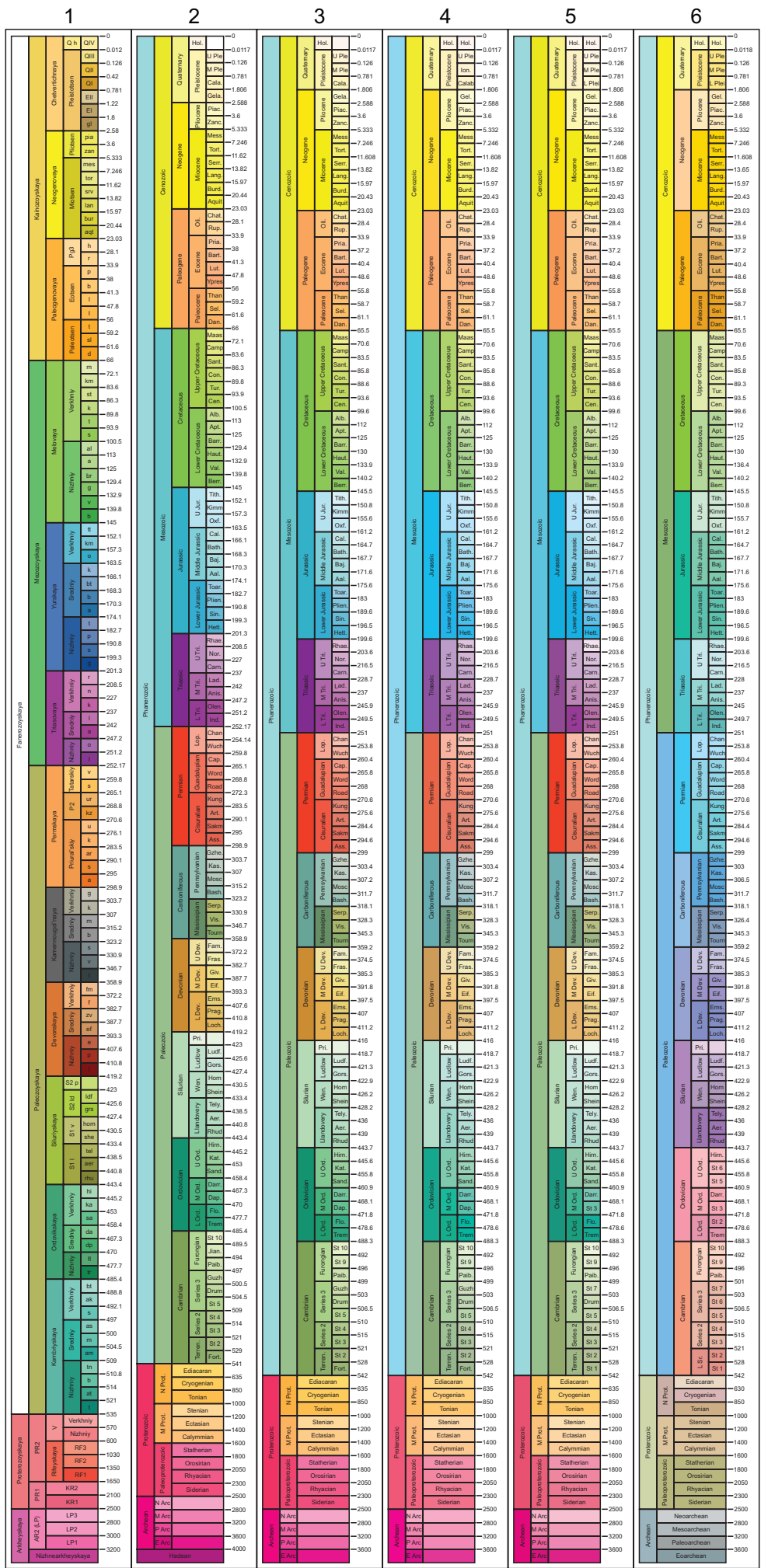


Рис. 4. Стратиграфические шкалы в программном комплексе PetroMod
 1 – адаптированная ОСШ России (2016 МСК); 2 – 2013 ICS, 3 – 2010 ICS, 4 – 2008 ICS, 5 – 2007 CGMW, 6 – 2005 ICS

Разработанный и адаптированный для программного комплекса PetroMod вариант ОСШ 2016 г. позволит специалистам по моделированию УВ систем интегрировать в свои модели наиболее актуализированную и выверенную в цветовом отношении ОСШ. Впоследствии, по мере дальнейшего развития и усовершенствования ОСШ, предложенный вариант шкалы необходимо приводить в соответствие с постановлениями МСК.

1. Образцы раскраски геологических объектов на картах геологического содержания (для компьютерной подготовки и полиграфического воспроизводства карт). Третья редакция. — СПб.: ВСЕГЕИ, 2000. — 1 л.

2. Общая стратиграфическая шкала (по Стратиграфическому кодексу 1992 г. с дополнениями) / А. И. Жамойда, О. А. Мазарович, Р. И. Соколов. — Санкт-Петербургская картфабрика ВСЕГЕИ, 1993. — 1 л.

3. Общая стратиграфическая (геохронологическая) шкала (по состоянию на 2016 г.) [Электронный ресурс] // ВСЕГЕИ: [сайт]. — URL: http://vsegei.ru/ru/info/stratigraphy/stratigraphic_scale/str_scale4_preview.jpg (дата обращения: 28.02.2019).

4. Постановления Межведомственного стратиграфического комитета России и его постоянных комиссий. Вып. 41. — СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2012. — 48 с.

5. Постановления Межведомственного стратиграфического комитета России и его постоянных комиссий. Вып. 42. — СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2013. — 64 с.

6. Постановления Межведомственного стратиграфического комитета России и его постоянных комиссий. Вып. 44. — СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2016. — 68 с.

7. Стратиграфический кодекс. Издание второе, дополненное. — СПб.: МСК, 1992. — 120 с.

8. Стратиграфический кодекс России. Издание третье. — СПб.: ВСЕГЕИ, 2006. — 96 с.

9. Cohen K. M., Finney S. C., Gibbard P. L. & Fan J.-X. The ICS International Chronostratigraphic Chart // Episodes. — 2013. — Vol. 36. — P. 199–204.

1. Obrazcy raskraski geologicheskikh ob"ektov na kartah geologicheskogo sodержaniya (dlya komp'yuternoj podgotovki i poligraficheskogo vosproizvodstva kart). Tret'ya redakciya [Samples of the coloring of geological objects on maps of geological content (for computer preparation and polygraphic reproduction of maps). The third edition]. St. Petersburg: VSEGEI. 2000. 1 p.

2. Obshchaya stratigraficheskaya shkala (po Stratigraficheskomu kodeksu 1992 g. s dopolneniyami) [The General stratigraphic chart of Russia (by the Stratigraphic code of Russia 1992 with additions)]. Eds. by A. I. Zhamoyda, O. A. Mazarovich, R. I. Sokolov. St. Peterburgskaya kartfabrika VSEGEI. 1993. 1 sheet.

3. Obshchaya stratigraficheskaya (geohronologicheskaya) shkala (po sostoyaniyu na 2016 g.) [Elektronnyi resurs]. *VSEGEI: [sajt]*. URL: http://vsegei.ru/ru/info/stratigraphy/stratigraphic_scale/str_scale4_preview.jpg (28.02.2019). (In Russian).

4. Postanovleniya Mezhdvdomstvennogo stratigraficheskogo komiteta Rossii i ego postoyannykh komissij. Vyp. 41 [Decisions of the Interdepartmental Stratigraphic Committee of Russia and its regular commissions. Iss. 41]. St. Petersburg: VSEGEI Press. 2012. 48 p.

5. Postanovleniya Mezhdvdomstvennogo stratigraficheskogo komiteta Rossii i ego postoyannykh komissij. Vyp. 42 [Decisions of the Interdepartmental Stratigraphic Committee of Russia and its regular commissions. Iss. 42]. St. Petersburg: VSEGEI Press. 2013. 64 p.

6. Postanovleniya Mezhdvdomstvennogo stratigraficheskogo komiteta Rossii i ego postoyannykh komissij. Vyp. 44 [Decisions of the Interdepartmental Stratigraphic Committee of Russia and its regular commissions. Iss. 44]. St. Petersburg: VSEGEI Press. 2016. 68 p.

7. Stratigraficheskij kodeks. Izdanie vtoroje, dopolnennoe [Stratigraphic Code of Russia. Second edition, enhanced]. St. Petersburg: Interdepartmental stratigraphic committee of Russia. 1992. 120 p.

8. Stratigraficheskij kodeks Rossii. Izdanie tret'e [Stratigraphic code of Russia. Third Edition]. St. Petersburg: VSEGEI. 2006. 96 p.

9. Cohen, K. M., Finney, S. C., Gibbard, P. L. & Fan, J.-X. 2013: The ICS International Chronostratigraphic Chart. *Episodes*. 36. 199–204.

Zinchenko Ivan Andreevich — зав. сектором геологического моделирования, Акционерное общество «Нижне-Волжский научно-исследовательский институт геологии и геофизики» (АО «НВНИИГ»). Ул. Московская, 70, Саратов, 410012, Россия. <zinchenkoia91@gmail.com>

Zinchenko Ivan Andreevich — Head of geological modeling sector, Joint-stock company «Lower-Volga Research Institute of Geology and Geophysics» (JSC «LVRIGG»). 70 Ul. Moskovskaya, Saratov, 410012, Russia. <zinchenkoia91@gmail.com>