

## Разработка методики геоинформационного обеспечения геологического исследования ордовикских пород Горного Алтая

*Д. А. Ильин<sup>1</sup>, Т. Е. Елишина<sup>1</sup>, С. Ю. Кацко<sup>1\*</sup>*

<sup>1</sup> Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Российская Федерация

\* e-mail: s.katsko@ssga.ru

**Аннотация.** Актуальность темы исследования определяется тем, что на территории Алтайских гор найдено множество выходов пород ордовикского возраста, которые могут быть интересны ученым, изучающим геологию и палеонтологию данного периода. Проблема, с которой связано исследование, заключается в том, что на данный момент в общем доступе отсутствуют карты с выходами ордовикских пород, есть только схемы и картосхемы без координатной привязки. Целью работы является разработка методики геоинформационного обеспечения геологического исследования Горного Алтая. Для достижения этой цели были решены следующие задачи: проведена геологическая съемка и картографирование территории Горного Алтая; выполнено исследование геологических разрезов ордовикского возраста с рассмотрением их литологической специфики и таксономического состава фаунистических групп; подготовлена мультимасштабная картографическая основа. В дальнейшем планируется создание геопортала, который будет отображать выходы ордовикских пород и содержать информацию о литологии и таксономическом составе.

**Ключевые слова:** Горный Алтай, геоинформационное обеспечение, ордовик, стратиграфия, литология, палеонтологическая фауна

## Development of a Methodology for Geoinformation Support for Geological Research of Ordovician Rocks of Gorny Altai

*D. A. Ilyin<sup>1</sup>, T. E. Elshina<sup>1</sup>, S. Yu. Katsko<sup>1\*</sup>*

<sup>1</sup> Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation

\* e-mail: s.katsko@ssga.ru

**Abstract.** The relevance of the topic is determined by the fact that many rocks of the Ordovician age have been found in the Altai Mountains, which may be of interest to scientists studying the geology and paleontology of this period. The problem is connected that at the moment there are no maps with outcrops of Ordovician rocks in the public domain, there are only diagrams and schematic maps without a coordinate reference. The aim of the work is to develop a methodology for geoinformation support for geological research of Gorny Altai. To achieve this goal, it is necessary to solve the following tasks: geological survey and mapping of the territory of Gorny Altai; study of geological sections of the Ordovician age with consideration of their lithological specificity and taxonomic composition of faunal groups; prepare a multiscale cartographic framework. In the future, it is planned to create a geoportal that will display outcrops of Ordovician rocks and contain information on lithology and taxonomic composition.

**Keywords:** Gorny Altai, geoinformation support, Ordovician, stratigraphy, lithology, paleontological fauna

## ***Введение***

Тема настоящего исследования – разработка методики геоинформационного обеспечения геологического исследования ордовикских пород Горного Алтая.

Актуальность темы определяется тем, что на территории Алтайских гор найдено множество выходов пород ордовикского возраста, которые могут быть интересны исследователям, изучающим геологию и палеонтологию данного периода, в том числе сотрудникам Института нефтегазовой геологии и геофизики (ИНГГ) СО РАН, лаборатории палеонтологии и стратиграфии палеозоя. Тема также может быть интересна для широкого круга пользователей.

Проблема, с которой связано исследование, заключается в том, что на данный момент в общем доступе отсутствуют карты с выходами ордовикских пород, есть только схемы и картосхемы без координатной привязки.

Целью исследования является разработка методики геоинформационного обеспечения геологического исследования ордовикских пород Горного Алтая.

Для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи:

- проведение геологической съемки и картографирование территории Горного Алтая;

- исследование геологических разрезов ордовикского возраста с рассмотрением их литологической специфики и таксономического состава фаунистических групп;

- подготовка мультимасштабной картографической основы в ГИС MapInfo (сбор исходных картографических данных, импортирование их в ГИС-форматы, выбор проекций ГИС-проектов, определение масштабного ряда проекта, генерализация исходных данных, выбор условных знаков);

- публикация данных на геосервере Spectrum;

- реализация доступа к сервису через браузер.

Результатом работы является создание геопортала, который отображает выходы ордовикских пород и содержит информацию о литологии и таксономическом составе.

## ***Методы и материалы***

На этапе геологической съемки и картографирования территории Горного Алтая производится изучение рельефа и геологического строения района, а также расчистка, зарисовка и измерение разрезов ордовикского возраста. Далее выполняется изучение литологии и таксономического состава фаунистических групп ордовикских разрезов. После этого осуществляется геологическая съемка и картографирование местности, на которой расположены разрезы, позднее на основе этих материалов строится картосхема. В ходе выполнения исследования планируется создание карты районирования ордовикских отложений Горного Алтая. На основе полученных данных будет создан геопортал, который отобразит выходы ордовикских пород с информацией о литологии и таксономическом составе.

На Алтае отчетливо проявляется ступенчатость горной страны с увеличением абсолютных отметок с северо-запада на юго-восток, вследствие чего в рельефе выделяются три высотных пояса – низкогорный, среднегорный и высокогорный. Субширотные высокогорные хребты юга Горного Алтая на север и северо-запад сменяются более чем десятью веерообразно расходящимися хребтами. К северной границе региона высоты хребтов постепенно снижаются. Складчато-глыбовые горы Алтая образовались в кайнозой на месте пенепленизированной в конце мезозоя горной страны. В орографическом плане Горный Алтай делится на Южный, Центральный, Восточный, Северо-Западный и Северо-Восточный.

Для примера рассмотрим геологию и литологию северо-востока Горного Алтая, на которой расположены разрезы Прителецкой и Уйменско-Лебедской зон. Северо-Восточный Алтай располагается между Северо-Чуйским и Теректинским хребтами на юге, Шапшальским – на востоке. К северо-западу он продолжается Айгулакским хребтом. На север от Айгулакского хребта веером расходятся средневысотные хребты – Куминский, Иолго, Сумультинский и Алтынту. На север они постепенно снижаются. К востоку от Телецкого озера и параллельно ему простирается хребет Корбу, еще дальше – Абаканский. Эти хребты и Чулышманское плоскогорье к востоку от них расчленены глубокими речными долинами Чулышмана и Башкауса. Хребты украшены каровыми лестницами, разделены глубокими троговыми долинами, а вершины Курайского хребта имеют типичный альпийский облик.

Ордовик в Уйменско-Лебедской структурно-фациальной зоне (СФЗ) представлен ишпинской, тулойской, карасинской, гурьяновской и чеборской свитами [1, 2]. Его общая суммарная мощность достигает 3 000 м. Отложения охарактеризованы сероцветными, реже пестроцветными терригенными породами – песчаниками, алевролитами, аргиллитами, конгломератами и гравелитами, с прослоями известняков в низах и в верхах разреза.

Кроме Лебедского прогиба, ордовик широко распространен в Центральной части Уйменско-Лебедского синклинория, в северной части Телецкого озера, в районе Артыбаша, а также в бассейнах рек Иогач и Самыш. Геологическое строение Прителецкой части Горного Алтая недостаточно изучено, что обусловлено труднодоступностью территории, крайне низкой обнаженностью, отсутствием государственных геологических карт второго поколения, а также незначительным объемом современных биостратиграфических работ.

В ордовикском разрезе Прителецкой СФЗ выделены тозодовская, самышская и иогачская толщи. К специфичным фациальным особенностям относятся их красноцветность и пестроцветность, невыдержанность литологического состава по простирацию, значительное количество псефитовых пачек гравелитов и конгломератов, резкое преобладание песчаников над алевролитами и аргиллитами, редкость карбонатных пачек. Общая мощность разреза более 870 м.

Следующий этап работы – создание интерактивного картографического сервиса. Он включает в себя подготовку мультимасштабной картографической основы (ММКО) и публикацию данных на геосервере.

База данных сервиса будет включать в себя данные о литологии, фаунистическом составе и мощности выхода ордовикских пород в том или ином разрезе.

В основе подготовки ММКО лежит принцип мультимасштабного картографирования, т. е. изменения содержимого картографической основы в зависимости от масштаба [3].

Теоретической и практической основой процесса создания карт мелкого масштаба по картам крупного масштаба является генерализация, как в традиционных подходах картографии, так и в веб-картографии. При составлении карты неизбежен и необходим отбор объектов, упрощение их изображения. В процессе генерализации, в соответствии с назначением карты, отбирают и показывают главные, существенные, типичные свойства и характерные особенности отображаемых объектов и явлений. Несущественная или ненужная для карты данного назначения информация об изображаемом объекте в процессе генерализации исключается [4–7].

Веб-картография использует сокращенный и упрощенный набор методов картографической генерализации. Поэтому для создания геопортала можно применить генерализацию, использующую возможности любой современной ГИС:

- отбор (по произвольному критерию);
- смена локализации (от площадных к точечным объектам);
- методы визуальной генерализации;
- управление видимостью слоев.

Как и любой технологический процесс, создание интерактивного картографического сервиса включает в себя определенное количество этапов, взаимосвязанных друг с другом, от корректности выполнения которых зависит итоговый результат (рис. 1).

На начальном этапе происходит сбор исходных картографических данных, импортирование их в ГИС-форматы, выбор проекций ГИС-проектов.

Непосредственная обработка картографической информации происходит на основном этапе технологического процесса. Она включает в себя: определение масштабного ряда проекта, от которого будет зависеть изменение детальности изображения при переходах между масштабными уровнями; генерализацию исходных данных, для того чтобы обозначить степень детализации того или иного масштабного уровня; оформление, определяющее стили отображения данных, выбор условных знаков, правила подписывания картографических объектов.

На заключительном этапе технологической цепочки создания интерактивного картографического сервиса осуществляется контроль результатов путем проверки слоев на корректность отображения, а также формированием рабочего набора, специально предназначенного для использования в геосервисах.

Следующим этапом является публикация ММКО в ПО Spectrum (модуль LIM), с использованием консоли управления. Затем нужно разработать веб-страницу, обеспечивающую доступ к геоданным из браузера с использованием библиотеки OpenLayers.

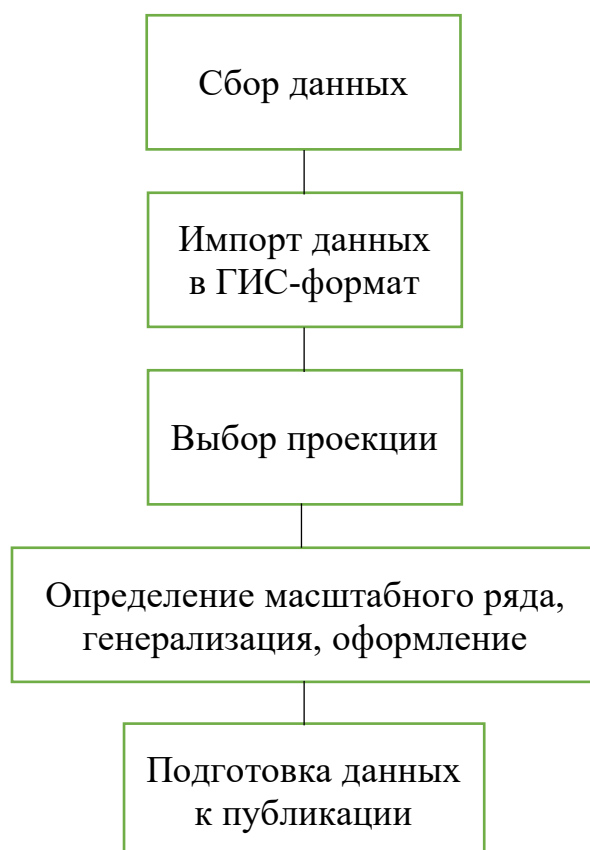


Рис. 1. Этапы создания интерактивного картографического сервиса

### *Результаты*

Рассмотрим описание, литологию и фаунистический состав на примере разреза Самыш.

Разрез «Самыш» был впервые изучен Сенниковым В. М. в 1962 году. Он расположен в Прителецкой структурно-фациальной зоне (СФЗ) на правом борту р. Самыш в ее верхнем течении, в 3,2 км выше устья р. Левый Самыш. Общая мощность разреза 800–815 м. На самышскую толщу, которая представлена серыми, зеленовато-серыми песчаниками, алевролитами, аргиллитами и известняками приходится 780 м, на красноцветную иогачскую – 20–35 м [9–12].

Литологическая характеристика слоев и распространение фауны отражены на рис. 2 [9].

Дарривильский возраст отложений определяется по находкам конодонтов и остракод в третьей пачке разреза. В разрезе «Самыш» ранее отмечались брахиоподы, трилобиты, гелиолитиды.

Из восьмой пачки авторами определен один вид – *Sivorthis friendsvillensis* (Cooper), который известен из бутрышихинского горизонта, дарривильский – сандбийский ярусы, что укладывается в проведенные ранее определения возраста данной толщи по конодонтам, брахиподам и другим группам фауны [13].

В табл. 1 представлены координаты всех разрезов, на которых проходили работы.



## Координаты ордовикских разрезов Горного Алтая

| Координаты    |               | Разрез            |
|---------------|---------------|-------------------|
| N 51°35'30,4" | E 87°16'33,0" | Тозодов           |
| N 51°58'36,1" | E 87°08'06,8" | Юрок              |
| N 52°14'35,1" | E 87°17'17,5" | Лебедь-Гурьяновка |
| N 52°00'30,0" | E 87°11'15,0" | Тулой             |
| N 51°58'32,0" | E 87°07'57,3" | Бия               |
| N 51°35'39,5" | E 87°18'19,9" | Самыш             |

Результаты работ по созданию интерактивного картографического сервиса:

– составлена общегеографическая основа:

1) сайт с исходными слоями – <https://gis-lab.info/data/vmap0/vmap0.7z>;

2) импорт слоев из формата share в tab, все слои показаны на рис. 3;

3) проекция коническая Красовского;

4) масштаб карты 1 : 500 000;

5) выбраны границы картографируемой территории (построена рамка карты);

6) отредактирована таблица атрибутов общегеографической основы;

– нанесено тематическое содержание (добавлены слои ордовикского возраста с сайта <https://www.vsegei.ru>);

– нанесена координатная информация (координаты разрезов);

– созданы атрибутивные таблицы тематических слоев.

В дальнейшем данные будут опубликованы на геосервере Spectrum.

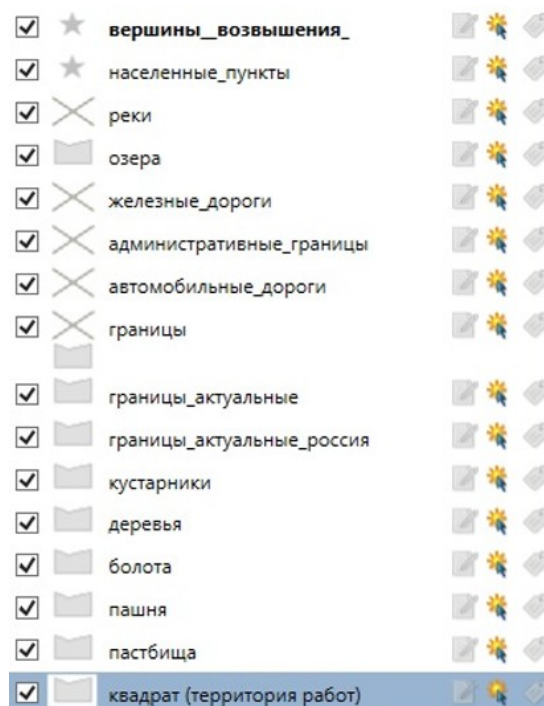


Рис. 3. Рабочие слои в ГИС MapInfo

## *Заключение*

В ходе работы изучены разрезы ордовикского возраста, получены координаты выходов ордовикских пород, описаны литология и таксономический состав фаунистических групп. Используя эти данные была создана мультимасштабная картографическая основа, на основе которой планируется создание геопортала.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Общая стратиграфическая шкала (ОШК), утвержденная Межведомственным стратиграфическим комитетом России (МСК) (Стратиграфический кодекс, 2019).
2. Стратиграфический кодекс России. Издание третье, исправленное и дополненное. – СПб.: Издательство ВСЕГЕИ, 2019. – 96 с.
3. Берлянт А. М. Геоинформационное картографирование. М.: 1997. – 64 с.
4. Капралов Е. Г., Кошкарёв А. В., Тикунов В. С. и др. Геоинформатика. Учебник для студ. вузов. Под ред. Тикунова В. С. – М.: Издательский центр «Академия», Т. 2, 2005. – 480 с.
5. Карпик А. П. Методологические и технологические основы геоинформационного обеспечения территорий: Монография. – Новосибирск: СГГА, 2004. – 260 с.
6. Ковальчук А. К. Основы геоинформационных систем. – М.: Изд-во «Рудомино», 2009. – 206 с.
7. Лурье И. К. Геоинформационное картографирование: Учебник для вузов. – М.: Издательство КДУ, 2008. – 424 с.
8. Сенников Н. В., Лыкова Е. В., Обут О. Т., Толмачева Т. Ю., Изох Н. Г. Новый ярусный стандарт ордовика и его применение к стратонам западной части Алтае-Саянской складчатой области // Научный журнал геология и геофизика, 2014. – С. 122-124.
9. Сенников Н. В., Обут О. Т., Изох Н. Г., Киприянова Т. П., Лыкова Е. В., Толмачева Т. Ю., Хабибулина Р. А. Региональная стратиграфическая схема ордовикских отложений западной части Алтае-Саянской складчатой области (новая версия), № 7, 2018. – С. 15-53.
10. Сенников Н. В., Обут О. Т., Тимохин А. В., Модзалевская Т. Л., Гонта Т. В., Лыкова Е. В., Толмачева Т. Ю. Ордовикские фаунистические ассоциации и осадочные комплексы Прителецкой части Горного Алтая // Proceedings of the paleontological society, volume 1, 2018. – С. 134-147.
11. Сенников Н. В., Обут О. Т., Тимохин А. В., Модзалевская Т. Л., Гонта Т. В., Лыкова Е. В. Фаунистические сообщества, литологические особенности и палеографические условия формирования ордовикских образований Прителецкой зоны Горного Алтая // Материалы LXII сессии палеонтологического общества, 2017. – С. 136-137.
12. Сенников Н. В., Обут О. Т., Толмачева Т. Ю., Лыкова Е. В., Хабибулина Р. А. Верхний ордовик северо-востока Горного Алтая: строение и условия формирования // Геология и геофизика, 2018, Т. 59, № 1. – С. 89-107.
13. Shcherbanenko T.A. Brachiopods from Upper Ordovician sections northeast of the Gorny Altai (Teletskoe Lakeside area) // 13th International Symposium on the Ordovician System: Contributions of International Symposium (Novosibirsk, Russia, July 19-22, 2019), 2019. – P. 189–191.

© Д. А. Ильин, Т. Е. Елишина, С. Ю. Кацко, 2022