

УДК 551.4 : 553.96

В. И. МИХАЙЛОВ, И. А. ТЯШКЕВИЧ

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СТРУКТУРНО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ ПОИСКАХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ГОРЮЧИХ ИСКОПАЕМЫХ

Предложена комплексная оценка эффективности детальных структурно-геоморфологических исследований с целью прогноза буроугольных залежей (на примере Белорусского Полесья). Эффективность этих исследований оценивается следующими критериями: 1) совпадением выявленных структур с крупномасштабными геолого-геофизическими данными; 2) затратами времени на проведение исследований и получение окончательных результатов; 3) стоимостью детальных структурно-геоморфологических исследований.

Существуют различные способы оценки эффективности структурно-геоморфологических исследований. Одни исследователи (Худяков, 1964; Алексин, Улицкий, 1967, и др.) ограничиваются сопоставлением выявленных структур с результатами геолого-геофизических съемок, другие (Валеев, 1963; Шапошников, 1967, и др.) количественно сопоставляют результаты морфометрических и геолого-геофизических исследований, третьи (Гвин, 1963; Гридин, Гирилович, 1970, и др.) выражают степень совпадения контуров структур, выявленных морфометрическим и геолого-геофизическим методами, в процентах, а также определяют стоимость структурно-геоморфологических исследований 1 км² площади. В качестве критерия эффективности приводится и приблизительная оценка времени, необходимого для составления предварительной структурно-геоморфологической карты (Аристархова, 1968). Используется также балльная система оценки соответствия контуров структур, выявленных структурно-геоморфологическими и геофизическими исследованиями (Рейнин, 1969, и др.), и сравнение стоимости этих исследований с общей суммой, затраченной на выявление локальных поднятий структурно-картировочным бурением (Проходский, Черванев, 1967). Интересный способ оценки эффективности по соизмерению труда и денежных затрат, синтезирующий геологические и экономические показатели, предложен Ю. А. Зенковым с соавторами (1970).

Упомянутые критерии эффективности относятся главным образом к среднемасштабным и обзорным структурно-геоморфологическим исследованиям, применяемым при поисках нефти и газа. Оценке эффективности результатов детальных структурно-геоморфологических исследований присущи свои характерные особенности, которые рассматриваются ниже на примере прогноза и поиска бурых углей.

Детальные структурно-геоморфологические исследования с комплексным применением морфометрического и аэрофотометода, с небольшим объемом полевых исследований и всесторонним использованием данных бурения и геофизики можно считать первым опытом, направленным на прогноз буроугольных залежей на территории Белорусского Полесья.

Район исследований характеризуется заболоченностью, залесенностью и слабой эрозионной расчлененностью. Сложность геологическо-

го строения, проявление соляного тектогенеза, накопление и сохранение углей на небольших площадях, последующий размыв четвертичной эрозией месторождений и угленосных проявлений, слабая изученность угленосной серии — все это затрудняет выделение конкретных площадей для поисковых работ. В этой связи совместное применение картографического и аэрофотометода в комплексе с полевыми исследованиями дает большое количество добавочной информации об особенностях проявлениях неотектоники. Получение такой информации другими методами или невозможно, или же связано со значительными затратами времени и средств, а ряд методов, например геофизических, не всегда дает однозначное решение многих геологических вопросов.

Для оценки эффективности детальных структурно-геоморфологических исследований в этих условиях использовались следующие критерии: 1) совпадение выявленных структур с результатами детальных геолого-геофизических съемок; 2) затраты времени на проведение исследований и получение окончательных результатов; 3) стоимость детальных структурно-геоморфологических исследований.

Рассмотрим первый критерий оценки эффективности на примере изучения неотектоники района северной части Туровской депрессии. В процессе анализа материалов структурно-геоморфологических исследований полученные данные сопоставлялись со следующими геолого-геофизическими материалами: с картой тектонического строения, картой мощности четвертичных отложений и геологическим профилем (рис. 1).

Как следует из рис. 1, Кольневская зона разломов (Г—Г) разделяет район на две части: северную и южную. Для северной части характерно широкое развитие разрывных нарушений. Зоны разломов, за исключением Г—Г, характеризуются северо-восточным простиранием. Как показал анализ картографических и аэрофотосъемочных материалов, зоны северо-восточного направления более выражены в ландшафте по сравнению с зоной Г—Г. Разломы А—А, Б—Б, В—В разделяют ступени склоновой, переходной зоны от Микашевичского выступа кристаллического фундамента к Туровской депрессии. По этому направлению ширины указанных зон разломов сокращается. Можно предположить, что с погружением фундамента активность этих зон в неотектонический этап уменьшается. По данным Г. И. Емельянова (1972), зоны разломов северо-западного простирания были заложены в раннем протерозое при консолидации гранитного массива. Очевидно, формирование зон разломов северо-восточного направления происходило в более позднее время, в период общего воздымания и пенепленизации кристаллических пород.

Геолого-геофизическими данными подтверждаются почти все зоны разломов (рис. 1, а — в). Например, наблюдается совпадение глубинного разлома, отделяющего выступ от Туровской депрессии, с Житковичской зоной (А — А). По поверхности кристаллического фундамента этой зоне соответствует сброс амплитудой около 50 м (рис. 1, в). Результаты сопоставления свидетельствуют об унаследованном развитии неотектонических структур от глубинных тектонических образований. Анализ геологических материалов показывает, что вдоль разломов осадочные породы смяты и разделены на отдельные складки. Все контуры аномального залегания четвертичных отложений (рис. 1, б) хорошо согласуются с выявленными зонами разрывных нарушений. Геолого-геофизическими данными подтверждаются (рис. 1, а) Пасекское (1), Борковское (2), Наутское (3) локальные поднятия. Они совпадают в плане с поднятиями по поверхности верхнесоленосных отложений, ограниченными на карте изогипсами опорного геоэлектрического горизонта, причем поднятия 2 и 3 оконтуриваются одной изогипсой. Это может свидетельствовать о недостаточной изученности поверхности фаменских отложений Туровской депрессии, что также отмечалось другими исследователями (Горелик и др., 1968).

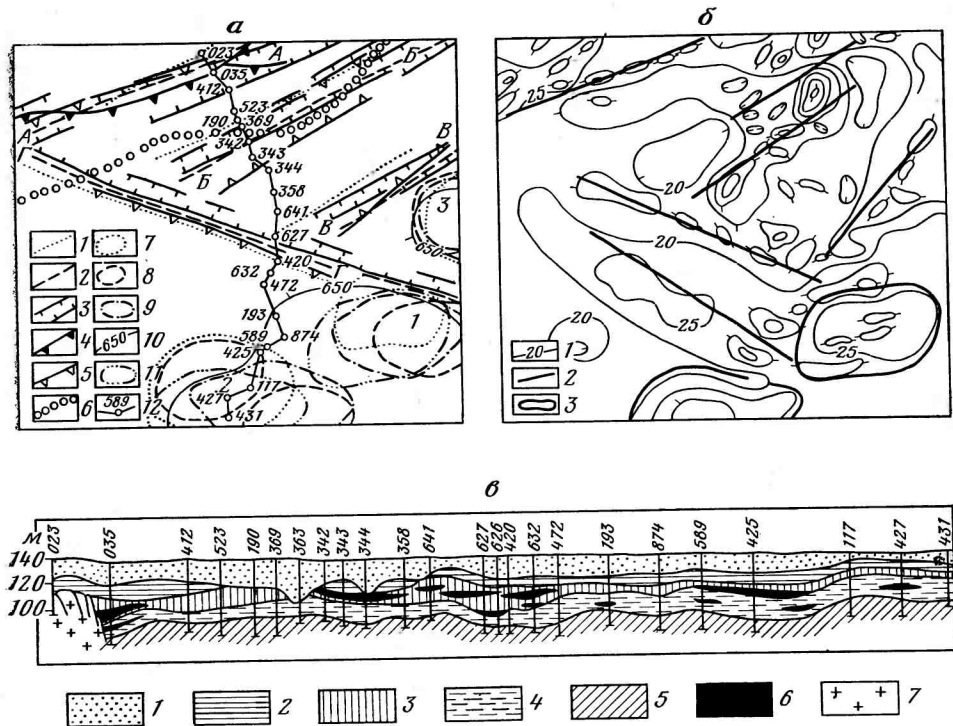


Рис. 1. Пример сопоставления результатов детальных структурно-геоморфологических исследований северной части Туровской депрессии с геолого-геофизическими данными. Фрагмент схемы сопоставления результатов исследований с геолого-геофизическими данными (а). Зоны разломов: А—А—Житковичская, Б—Б—Остренская, В—В—Рудненская, Г—Г—Кольненская. Локальные поднятия: 1—Пасекское, 2—Борковское, 3—Наутское. Зоны разломов, выявленные по картам: 1—базисной поверхности, 2—явного остаточного рельефа, 3—структурного дешифрирования, 4—тектонической, 5—мощности четвертичных отложений; 6—граница соленосных отложений фаменского яруса. Локальные поднятия, выявленные по картам: 7—базисной поверхности, 8—явного остаточного рельефа, 9—структурного дешифрирования, 10—тектонической, 11—мощности четвертичных отложений; 12—линия геологического профиля, скважины и их номера. Карта мощности четвертичных отложений (б) (составила Л. С. Гирилович). 1—изопакхиты четвертичных отложений, 2—соотношение распределения мощностей четвертичных отложений и зон разломов; 3—то же и локальных поднятий. Геологический профиль (в) (составила Л. С. Гирилович). Отложения: 1—нерасчлененные среднего и верхнего голоцена, 2—нижнего голоцена; 3—неогеновые, 4—верхнего палеогена, 5—среднего палеогена, 6—бурый уголь, 7—протерозойские кристаллические породы

Совпадение в плане локальных структур с поднятиями по кровле фаменских соленосных отложений может подтверждать существующие предположения о влиянии соляного тектогенеза на неотектонический структурный план. Проявление соляной тектоники явственно устанавливается на поднятиях 1 и 2 увеличением мощностей фаменских и четвертичных отложений от крыльев структур к их сводам (рис. 1, б).

В проведенных исследованиях эффективность проявлялась главным образом в оценке надежности прогнозов на поиски бурых углей. Все прогнозные рекомендации находили отражение как на промежуточных графических документах (картах, снимках), так и на итоговых картах. Первые передавались производственной организации в виде оперативных рекомендаций, а вторые разрабатывались как перспективные. Рекомендации считались достоверными, если буровыми работами подтверждались неотектонические структурные элементы. На основе выявленных закономерностей размещения буроугольных залежей и приуроченности их к определенным структурным формам в рекомендациях давались обоснования о возможности обнаружения в конкретном районе полезного ископаемого.

Затраты времени на детальные структурно-геоморфологические исследования определяются двумя факторами: выполнением основных видов работ преимущественно в камеральный период и оперативностью получения конечных результатов. Эффективность детальных структурно-геоморфологических исследований в камеральный период зависит от многих факторов: наличия топографических карт и качественных материалов аэрофотосъемки необходимого масштаба, геолого-геоморфологической изученности района, фотограмметрических приборов и др. Выполнение основных видов работ этого периода позволяет оперативно разработать рекомендации на поиски полезных ископаемых и в случае необходимости увеличить объем работ без дополнительных ассигнований. Так, детальные исследования, начатые в апреле 1970 г., дали возможность разработать и внедрить в июне этого же года рекомендации на проведение буровых работ на бурый уголь. В этот период по просьбе Белорусской геологоразведочной экспедиции нами были проведены дополнительные исследования соседних территорий, что позволило дополнить и перевыполнить намеченный программой объем работ (табл. 1), причем без увеличения ассигнований, что привело к снижению стоимости исследований 1 км^2 площади с 13,38 до 10,40 руб.

Важный фактор эффективности — оперативность получения конечных результатов. Как правило, на слабо изученных территориях структурно-геоморфологические исследования опережают дорогостоящие геологические и геофизические работы. На сравнительно хорошо изученных территориях проведение детальных структурно-геоморфологических исследований для целей поисков углей крайне необходимо. Их можно использовать при поисковых работах, на стадии детальной разведки, иногда они применяются даже при эксплуатации отдельных месторождений. Разработка оперативных рекомендаций и использование их при поисково-разведочном бурении позволяет увязывать результаты картографического прогноза неотектонического строения района с геологическими данными на всех этапах детальных исследований. Как следствие этого в начале исследований была выявлена приуроченность многих известных углепроявлений к определенным структурным формам неогенового рельефа. Результаты проверки бурением некоторых оперативных рекомендаций на поиски бурых углей приведены в табл. 2.

Затраты на проведение детальных структурно-геоморфологических исследований при прогнозе бурых углей оцениваются общей их стоимостью и стоимостью исследований 1 км^2 площади. Из табл. 3, в которой приведены основные суммы, затраченные на исследование неотектоники южного склона Микашевичского выступа кристаллического фундамента и северо-западной части Припятской впадины в масштабе 1 : 50 000, видно, что стоимость детальных исследований 1 км^2 площади в этих областях отличается на небольшую величину.

Проведенный анализ и сопоставление стоимости детальных структурно-геоморфологических исследований 1 км^2 площади со стоимостью комплексных геофизических работ указывают, что затраты на проведение этих исследований составляют 0,2% от затрат на проведение сейсморазведочных работ и 22,0% — от электроразведочных на этой же площади (табл. 4).

Снижению стоимости детальных структурно-геоморфологических исследований способствовали разработанные В. И. Гридиным (1973) при участии авторов настоящей статьи (Тяшкевич, 1975) технические условия проведения специализированных аэрофотосъемочных работ. Материалы специализированных залетов отличаются от рядовых более высокой разрешающей способностью, геолого-геоморфологической информативностью и возможностью обрабатывать их на фотограмметрических приборах.

Таблица 1

**Основной объем детальных структурно-геоморфологических исследований,
выполненных в камеральный период**

Вид исследований	Единица измерения	Объем исследований	
		проектный	фактический
Предварительное геоморфологическое дешифрирование аэроснимков на эталонных участках	км ²	160	160
Структурное дешифрирование материалов аэрофотосъемки	км ²	800	1030
Построение морфометрических карт	{ Лист	40	130
	{ км ²	800	1030

Таблица 2

Соотношение рекомендованных и пробуренных скважин

Дата передачи рекомендаций	Рекомендованное количество скважин		Пробурено скважин по состоянию на январь 1971 г.			
			основных		зависимых	
	основных	зависимых	всего	вскрывших уголь	всего	вскрывших уголь
29.06.1970	10	32	7	5	16	9
29.09.1970	30	31	6	1	7	3

Таблица 3

Стоимость детальных структурно-геоморфологических исследований

Объект исследования	Площадь, км ²	Стоимость исследований (руб.)	
		общая	1 км ²
Южный склон Микашевичского выступа	1030	10 709	10,40
Северо-запад Припятской впадины	1851	23 226	12,55
Итого	2881	33 935	11,77

Таблица 4

**Сопоставление стоимости детальных структурно-геоморфологических исследований
со стоимостью комплексной электроразведки**

Вид исследований	Единица измерения	Площадь, км ²	Общая стоимость	Стоимость 1 км ²
Детальные структурно-геоморфологические исследования	км ² руб.	2881	33 935	11,77
Комплексная электроразведка	км ² руб.	590	31 505	53,38

Из анализа табл. 5 и 6 видно, что существующие технические условия аэрофотосъемки площади в 1 км² требуют затрат 3,42 руб. для первой и 4,16 руб. для второй групп районов, а технические условия, разработанные в Белоруссии, снижают стоимость аэросъемочных работ в 2,5 раза для первой и в 2,7 раза для второй групп районов.

Использование разработанных технических условий аэросъемки на площади 1124 км² обеспечило снижение общей стоимости детальных структурно-геоморфологических исследований в помощь поисковым работам на бурый уголь на 2923 руб. по сравнению со стоимостью иссле-

Расчет стоимости аэрофотосъемки 1 км² площади по существующим техническим условиям

Вид и масштаб аэрофотосъемки	Формат кадра, см	Стоимость аэрофотосъемки 1 км ² площади по группам районов, руб.	
		1-я группа	2-я группа
а. Аэрофотосъемка масштаба 1:25 000 на спектрональной пленке	18×18	2,15	2,60
Удорожание 10% за применение спектрональной пленки		0,22	0,26
Итого		2,37	2,86
б. Аэрофотосъемка масштаба 1:50 000	18×18	1,05	1,30
Необходимый комплект аэроснимков обоих масштабов		3,42	4,16

Таблица 6

Расчет стоимости аэрофотосъемки 1 км² площади по техническим условиям, разработанным в Белоруссии

Вид и масштаб аэрофотосъемки	Формат кадра, см	Стоимость аэрофотосъемки 1 км ² площади по группам районов, руб.	
		1-я группа	2-я группа
Синхронная аэрофотосъемка двумя АФА	30×30		
Основным АФА 42/20 в масштабе 1:25 000 на спектрональной пленке		1,13	1,30
Удорожание 10% за применение спектрональной пленки	18×18	0,11	0,13
Дополнительным АФА-ТЭ-100 на черно-белой пленке			
Удорожание 10% за дополнительный АФА		0,11	0,13
		1,35	1,56

Таблица 7

Сопоставление стоимости специализированной аэрофотосъемки на площади 1124 км² с использованием существующих и разработанных в Белоруссии технических условий (для второй группы районов)

Вид технических условий	Площадь аэрофотосъемки, км ²	Стоимость аэрофотосъемки, руб.	
		площади в 1 км ²	площади в 1124 км ²
Существующие технические условия	1124	4,16	4676
Технические условия, разработанные в Белоруссии	1124	1,56	1753

ований с использованием существующих технических условий аэросъемки (табл. 7).

Рассмотренные пути оценки эффективности детальных структурно-геоморфологических исследований Белорусского Полесья на примере прогноза бурых углей неогена могут быть применены при поисках других полезных ископаемых как в этом, так и в других районах с аналогичным геолого-геоморфологическим строением.

- Алексин А. А., Улицкий Ю. А. О структурно-геоморфологических исследованиях в дельте реки Волги. «Новости нефт. и газов. техн. Сер. геол.», № 5, 1967.
- Аристархова Л. Б. О методах структурно-геоморфологического анализа и содержании итоговых структурно-геоморфологических картографических документов. «Мат. Харьковского отд. Геогр. о-ва Украины», вып. 6, «Недра», 1968.
- Валеев Р. Н. Тектоническое строение Удмуртии по данным комплексных морфометрических, геологических и геофизических исследований. В сб. «Морфометрический метод при геологических исследованиях». Саратов, Изд-во СГУ, 1963.
- Гвин В. Я. Применение морфометрии при структурных исследованиях Верхнего и Среднего Поволжья и Прикамья. В сб. «Вопросы географии», № 63. М., Географиз, 1963.
- Гридин В. И., Гирилович Л. С. Некоторые результаты морфометрических и картометрических построений в Припятской впадине. В сб. «Мат. Харьковского отд. Геогр. о-ва Украины», вып. IX. «Недра», 1970.
- Гридин В. И. Результаты специализированных летно-съёмочных работ и основные требования к материалам аэрофотосъёмки для изучения неотектоники запада Русской равнины. В сб. «Применение аэрогеологических и морфометрических методов для изучения неотектоники и глубинного строения Русской платформы». Воронеж, Изд-во ВГУ, 1973.
- Горелик З. А., Айзберг Р. Е., Синичка А. М. и др. Современная структура и история тектонического развития Припятской впадины. Минск, «Наука и техника», 1968.
- Емельянов Г. И. Геологическое строение Микашевичско-Житковичского выступа. Автореф. канд. дис. Минск, 1972.
- Зенков Ю. Н., Полканов В. П., Рувинский Л. Л. Об эффективности структурно-геоморфологических методов при нефтегазопроисковых работах в Западно-Сибирской низменности. В сб. «Геоморфологические исследования при нефтегазопроисковых работах в Западно-Сибирской низменности», вып. 37, 1970.
- Проходский С. И., Черванев Н. Г. Об экономической эффективности и перспективах структурно-геоморфологических исследований на Украине. «Тез. докл. межведомственного коорд. совещ. по структурной геоморфологии и неотектонике Украины». Харьков, Изд-во ХГУ, 1967.
- Рейнин И. В. Выраженность положительных платформенных структур Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции в морфографических характеристиках рельефа. В сб. «Структурно-геоморфологические исследования при нефтегазопроисковых работах». Л., 1969.
- Тяшкевич И. А. Аэрофотосъёмочное и картографическое обеспечение работ по охране природы в Солигорском промрайоне. «Тез. докл. 6-й Всесоюзной конф. по тематическому картографированию». М., Изд-во ЦНИИГАиК, 1975.
- Худяков Г. И. Структурно-геоморфологические методы изучения новейших тектонических движений в условиях Западно-Сибирской низменности. В сб. «Вопросы регионального ландшафтоведения и геоморфологии СССР», № 68. Изд-во Львовского ун-та, 1964.
- Шапошников В. М. Эффективность применения морфометрического метода в Центральном и Восточном Предкавказье. «Тез. докл. республиканского межведомственного коорд. совещ. по структурной геоморфологии и неотектонике Украины». Харьков, Изд-во ХГУ, 1967.

Минский политехнический институт

Поступила в редакцию
13.XII.1977

ESTIMATION OF STRUCTURAL-GEOMORPHOLOGICAL STUDIES' EFFICIENCY FOR COMBUSTIBLE MINERAL DEPOSITS PROSPECTING

V. I. MIKHAILOV, I. A. TYASHKEVICH

Summary

A special approach to estimation of efficiency of detailed structural-geomorphological studies is developed. The efficiency is estimated using three criteria: 1) coincidence of the structures revealed by the studies with those known from geological data; 2) time which is necessary for the results; 3) cost of studies.

First criterion is based on the percentage of the structures confirmed by geological data as well as on the reliability of final results. Duration of the work decreases as its main part is done in laboratory and new data on neotectonics of region are promptly used. The total cost of detailed structural-geomorphological work is estimated as well as cost of 1 km² of survey. Special aerial photoes usage can produce a considerable economic effect.