

УДК 551.435.11

**ДИНАМИКА БЕРЕГОВОЙ ЗОНЫ КРАСНОЯРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА
В РАЙОНЕ ПОСЕЛКА КУРТАК**
Ю. С. Вербицкая, Г. Ю. Ямских

**DYNAMICS OF THE COASTAL AREA OF THE KRASNOYARSK RESERVOIR
IN VICINITY OF KURTAK SETTLEMENT**
Yu. S. Verbitskaya, G. Yu. Yamskikh

В статье представлены результаты наблюдений за изменением рельефа прибрежной зоны Красноярского водохранилища в районе поселка Куртак. Описаны процессы, участвующие в переформировании береговой зоны в зависимости от изменения уровня режима водохранилища. Выявлены факторы, которые будут влиять на берегопереработку в данном районе в ближайшем будущем.

The paper presents the results of observations of relief changes in the Krasnoyarsk reservoir coastal area in vicinity of Kurtak. The processes that take part in reformation of the coastal line were described depending on the changes of the reservoir's regime. The factors that will influence the coastal changes in the stated area in the near future were identified.

Ключевые слова: абразия, аккумуляция, береговой уступ, береговая отмель, Красноярское водохранилище.

Keywords: abrasion, accumulation, coastal bluffs, coastal shallows, Krasnoyarsk reservoir.

Красноярское водохранилище, являясь крупнейшим в мире по протяженности, различается по условиям переформирования береговой зоны. Коренные горные породы, слагающие берега в конкретных районах водохранилища, влияют на скорость абразии. Берег Куртаковского участка Красноярского водохранилища представлен крутыми (30 – 40°) склонами уступов V и VI надпойменных террас Енисея, но имеется и значительная равнинная пляжная часть. В составе террасовых отложений присутствуют тонкозернистые супеси мощностью до 40 м. Кровля палеозоя близ береговой линии круто падает к водохранилищу. Коренными породами, слагающими этот участок, являются слабой прочности серо-зеленые аргиллиты и алевролиты комарковской свиты нижнего карбона. При заполнении водохранилища и дальнейшей его эксплуатации формировались крупные оползни в рыхлых отложениях по кровле скальных пород. На сегодняшний день величина берегопереработки на этом участке превысила 400 м [4; 6]. Если рассматривать гидрологические особенности участка, то глубина водохранилища в данном районе колеблется от 57 до 62 м и имеется сравнительно большая площадь водного зеркала, что способствует большому разгону ветровых волн [5; 8].

Наши исследования в районе пос. Куртак (рис. 1) были приурочены к равнинной части берега и проводились поэтапно в 2008, 2009 и 2011 гг. Объектом исследования послужил пляж, расположенный в 2 км

юго-западнее пос. Куртак, представленный обширной аккумулятивно-абразионной отмелью (в основании с высоким клифом до 13 м).

В 2008 году на данном участке нами было изучено 206 м береговой линии, заложены 3 профиля. Результаты исследования отмели (от уреза воды до основания берегового уступа) показали постепенное уменьшение ширины пляжа с северо-востока на юго-запад и то, что отмель имеет форму ровной трапециевидной полосы, вытянутой вдоль берега (рис. 2).

В пределах участка исследований высокий обрывистый берег водохранилища непрерывно разрушается и отступает вглубь суши (рис. 2). Береговой склон сложен облессованными супесями кайнозойского возраста. При их замачивании формируются мгновенные просадки и далее грунт переходит в текучее состояние, становится не способным выдерживать нагрузки [6; 12]. Отмель на участке исследования сложена преимущественно лессовидными отложениями, характерными для данного района.

В 2008 г. на береговой отмели в данном районе в результате активной волновой деятельности были образованы серии береговых валов, сложенные преимущественно галечником пластинчатой формы средней крупности (рис. 3 А, Б) и песчаником. Береговые валы и уступы имеют различную высоту от 30 до 80 см. Продольный подводный песчаный вал, обнажившийся при понижении уровня водохранилища, сформирован на протяжении всего пляжа (рис. 3 В).

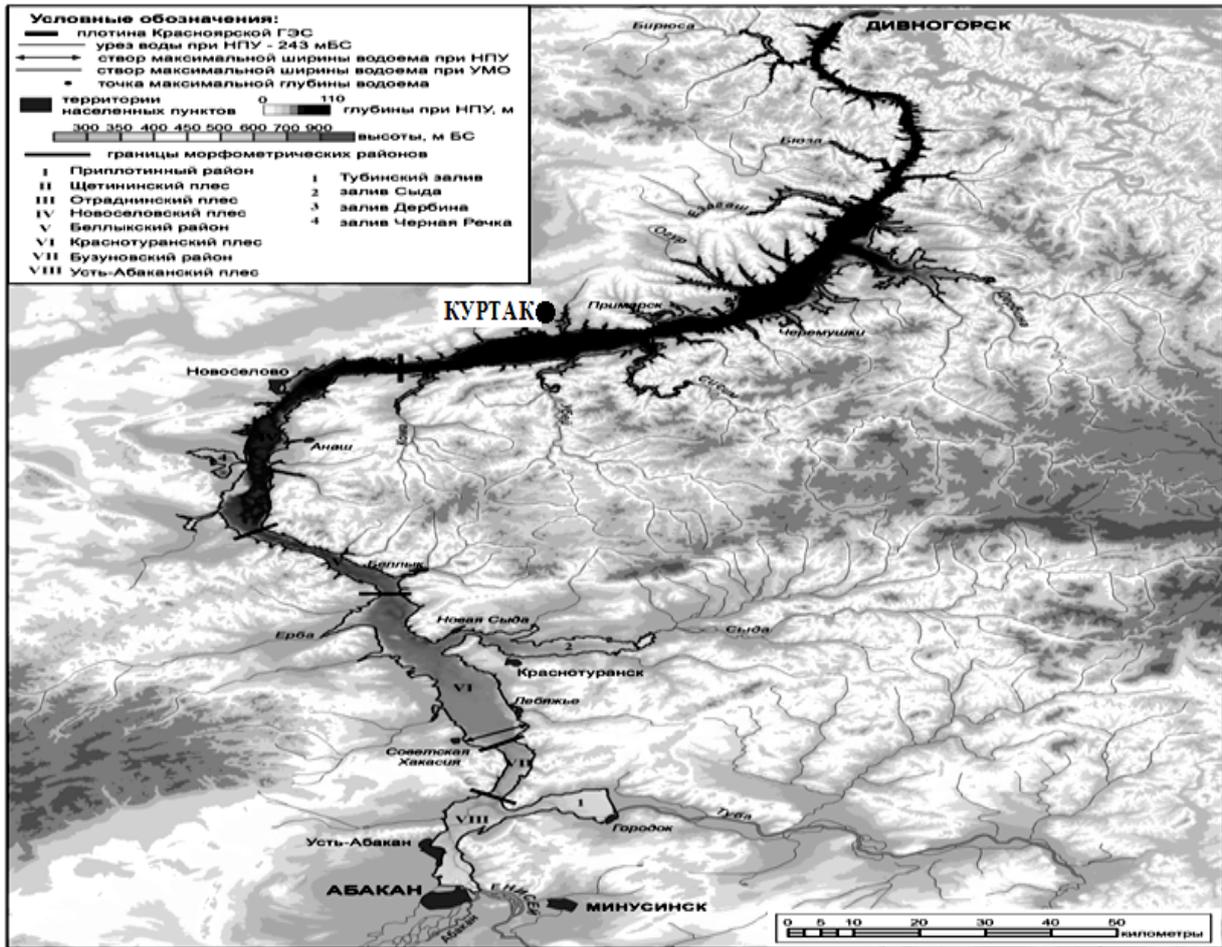
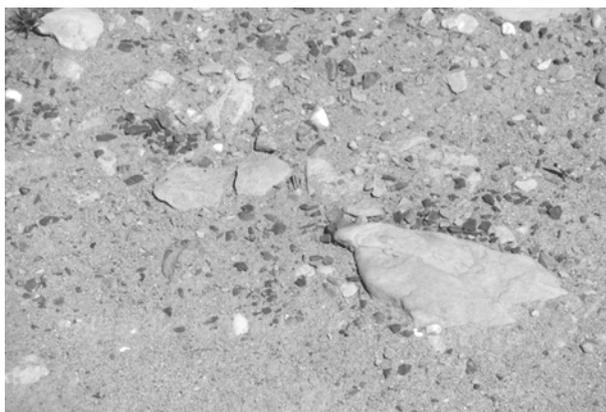


Рис. 1. Карта-схема Красноярского водохранилища [5]



Рис. 2. Аккумулятивная отмель; пос. Куртак 2008 г. (фото автора)



А



Б



В

*Рис. 3. Пляж в 2 км на юго-запад от пос. Куртак (фото автора, 2008 г.).
А, Б – галечник, В – береговой песчаный вал, сформированный при низком уровне воды (235 – 236 м)*

В 2009 и в 2011 гг. на этом участке также производились исследования береговой зоны от уреза воды до основания клифа и изучение форм микрорельефа.

Вследствие высокого уровня воды в Красноярском водохранилище в 2009 г. большая часть пляжа оказалась затопленной. Подобная ситуация в данном районе наблюдалась и в 2011 г. При исследовании

этого участка в 2008 г. общая ширина пляжа от уреза воды до клифа колебалась от 75 м (в самой узкой части пляжа) до 150 м (в самой широкой части). В 2009 г. эти показатели уменьшились до 14 м и 53 м соответственно. В 2011 г. они составили 13 м и 40 м соответственно (рис. 4, таблица).



А



Б



В

Рис. 4. Поверхность бенча на участке исследования в 2 км на юго-запад от пос. Куртак.
 А – июль 2008 г.; Б – июль 2009 г.; В – август 2011 г.

Таблица
 Результаты разновременных полевых исследований отмели на участке в 2 км на юго-запад от пос. Куртак

№ про- про- филя	Дата измерений	Ширина отмели, м	Угол наклона отмели, в градусах
1	5.07.2008	113	3°56'
	28.07.2009	20	5°79'
	1.08.2011	17	6°32'
2	5.07.2008	109,85	4°18'
	28.07.2009	21	8°21'
	1.08.2011	19	7°47'
3	5.07.2008	104,7	4°93'
	28.07.2009	23	8°05'
	1.08.2011	20,5	8°12'

При анализе профилей, которые были заложены нами на участке исследования в 2008, 2009, 2011 гг. было установлено следующее:

а) в 2008 году часть отмели имела сравнительно небольшой уклон (табл.) и находилась на отметках высот 238 – 240 м на расстоянии 74 – 76 м от уреза воды. Точка обрушения волны для уровня водохранилища 235 м при метровой волне находилась на отметке 234 м, при этом расстояние, которое прошла волна, при ее деструктуризации составило 15 – 18 м, следовательно, волна на данном участке несла наименьшее количество энергии. Далее на протяжении 40 м произошел подъем отмели до отметки высоты в 244 м у берегового уступа. Такое строение отмели в сочетании с низким уровнем водохранилища способствовало тому, что на участке исследования происходило переформирование береговой отмели и отложение на ней серии береговых валов;

б) в 2009 г. при уровне водохранилища 240 м точка обрушения волны находилась на отметках высот 239 м для метровой волны и 238 м для волны 2 м, следовательно, расстояние, которое 1,0 м волна проходила при своем разрушении равно 10 м, а для волны равной 2 м – 20 м. Таким образом, в 2009 г. вследствие повышения уровня водохранилища волны высотой 2 м подходили к основанию берегового уступа с большим сохранением энергии, что приводило к абразии клифа (рис. 5 – 7), поскольку не было энергозатрат на соприкосновение с отмелью и на перенос рыхлого материала;

в) в 2011 г. ситуация с прохождением волн в береговой зоне проходила по сценарию, аналогичному 2009 г. При анализе профилей было установлено, что береговая отмель резко поменяла свой уклон в сторону увеличения и, точка обрушения волны приблизилась к первичному уступу, произошло частичное раз-

мывание береговой отмели с выносом слагающего её материала. При этом повышение уклона и сужение ширины пляжа на данном участке в 2009 и в 2011 гг. остановило аккумуляцию отмели. Размыв берегового уступа указывает на то, что при высоком уровне водохранилища отмель становится абразионной. При анализе профилей отчетливо видно, что часть материала была вынесена с отмели водами водохранилища. Однако, на профиле № 1 видно, что у начальной точки измерения количество материала, слагающего отмель, увеличилось. Вероятно, это связано с тем, что на данном участке произошло осыпание берегового уступа, и материал обрушения еще не успел разнестись волнами водохранилища. Следует также отметить то, что у основания берегового уступа размыв бенча не такой интенсивный, и это связано, в первую очередь, с поступлением материала обрушения берегового уступа.

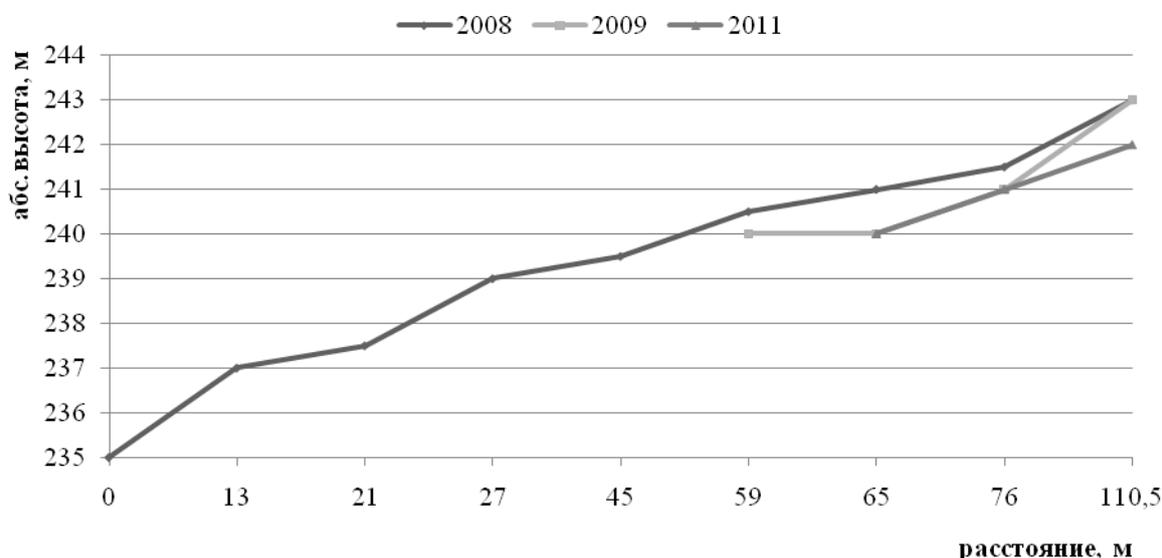


Рис. 5. Профиль № 1 (участок берега в 2 км на юго-запад от пос. Куртак)

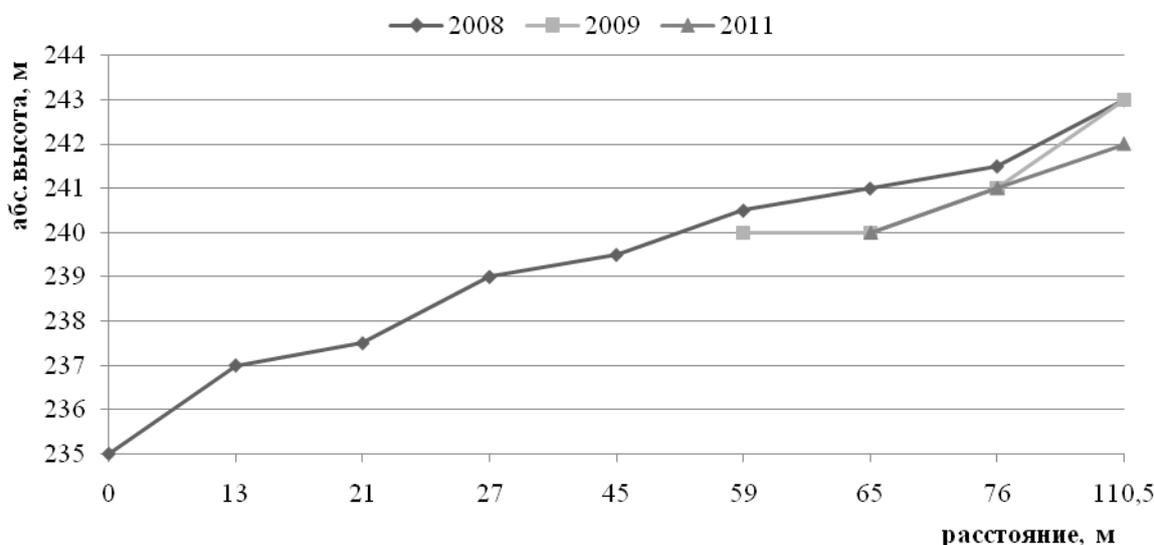


Рис. 6. Профиль № 2 (участок берега в 2 км юго-запад от пос. Куртак)

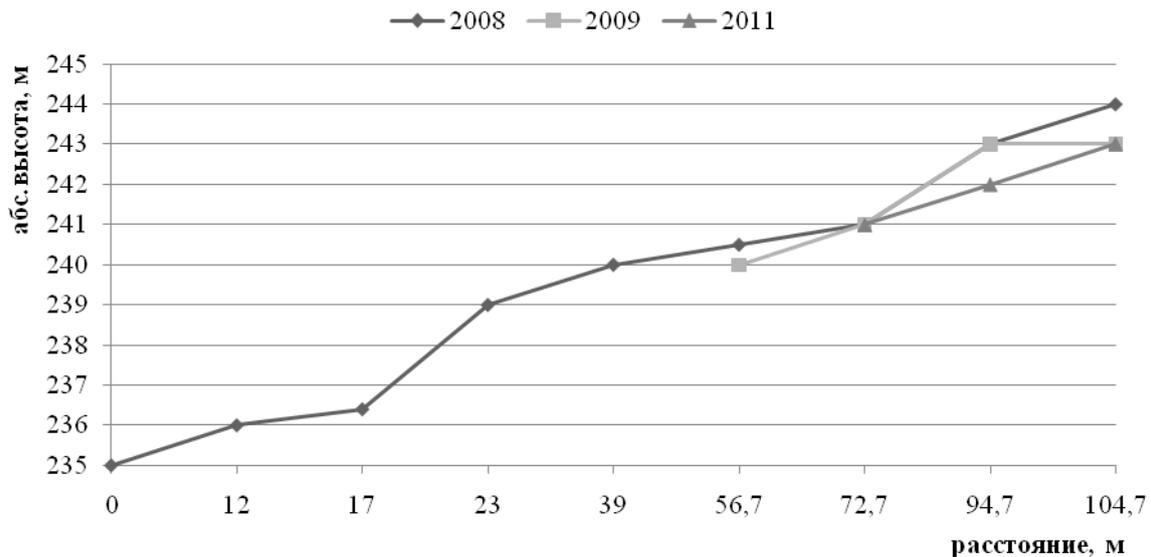


Рис. 7. Профиль № 3 (участок берег в 2 км на юго-запад от пос. Куртак)

Особое внимание следует обратить на состояние травяного покрова на участке исследования (рис. 8). В 2009 г. растительность полностью покрывала данный участок, и это в первую очередь указывало на то, что территория, на которой она произрастала, редко подвергалась затоплению, и следовательно при небольших волнах на водохранилище вода не подходила близко к основанию клифа. В 2011 г. травяной покров на данном участке стал менее густым, а в некоторых местах и вовсе перестал существовать. По всей видимости, это связано с сокращением ширины пляжа и частым подтоплением данной территории.

При исследовании берегового уступа на данном участке в 2009 и 2011 гг. было отмечено, что при высоком уровне водохранилища и как следствие при близком подходе волн к береговому уступу на клифе активизируются процессы оврагообразования, уча-

щаются обвалы грунтов, а также происходит активный вынос обрушенного материала водами в водохранилище, чего при низком уровне водохранилища не происходит (рис. 9). Большинство оврагов здесь имеют V-образную форму, но встречаются и другие разновидности (рис. 9 Б).

Важной особенностью является и то, что на днищах и склонах большинства исследуемых оврагов произрастает растительность, являющаяся индикатором замедления роста оврагов того, (рис. 9 А).



Рис. 8. Травянистый покров, покрывающий приузловую зону береговой отмели (район в 2 км на юго-запад от пос. Куртак, 2009 г.)



А



Б



В



Г

*Рис. 9. Береговой уступ на участке исследования в 2 км на юго-запад от пос. Куртак.
А – Овраг с произрастающей на его днище растительностью; Б – Овраг, рассекающий клиф;
В – береговой уступ, выработанный в лессовидных отложениях; Г – материал обрушения клифа*

В 2008 г. в результате обхода пляжа по периметру было установлено, что на некоторых его участках происходит активный размыв подводного берегового склона (рис. 10). Протяженность берега, подвергающегося этому процессу, составляет приблизительно 800 – 950 м. Связано это с низким уровнем воды в водохранилище. В 2009 г. этот участок также оказался затоплен.

Также следует отметить то, что при понижении уровня водохранилища и при отступлении воды, у бывшего уреза воды останутся вторичный береговой уступ и серии береговых валов. При низком уровне воды в водохранилище вторичный абразионный уступ ярко выражен, бровка его не ровная и прерывается эрозийными врезами. При любом нарушении поверхностного растительного покрова аккумулятивные водотоки способны сформировать крупные просадочные формы. Так, при обследовании склона обнаружена крупная просадочная воронка на поверхности террасы (рис. 11). Просадочная воронка в даль-

нейшем сформирует эрозийный врез и будет способствовать снижению устойчивости склона, заложению оползневого блока – ступени. Выше абразионного клифа закладываются трещины отрыва, ориентированные по направлению к стенкам воронки [14].

Выводы

1. На исследуемом участке при низком уровне водохранилища происходит формирование обширной аккумулятивной береговой отмели. При повышении уровня водохранилища до отметки выше 242 м развитие берега идет по абразионному типу.

2. Любое нарушение растительного покрова приводит к активизации деятельности поверхностных водотоков и формированию крупных просадочных форм рельефа, а также активизации роста оврагов.

3. В ближайшей перспективе Куртакский участок водохранилища будет подвергаться разрушениям незначительно по причине того, что на водохранилище сохраняется стабильный уровень – ниже 242 м.



А



Б



В

*Рис. 10. пляж в районе исследования в 2 км на юго-запад от пос. Куртак (фото автора, 2008 г.).
А, Б, В – размыв аккумулятивной отмели при более низком уровне водоема (235 – 236 м)*



Рис. 11. Крупная просадочная воронка на территории базы Красноярского государственного педагогического университета у пос. Куртак

Литература

1. Авакян А. Б., Салтанкин В. П., Шарапов В. А. Водохранилища. Природа мира. М.: Мысль, 1987. 323 с.
2. Вышегородцев А. А., Космаков И. В., Ануфриева Т. Н., Кузнецова О. А. Красноярское водохранилище. Новосибирск: Наука, 2005. 212 с.
3. Золотарев Г. С. Инженерно-геологическое изучение переработки береговых склонов крупных водохранилищ // Труды лаборатории гидрогеол. проблем им. Ф. П. Саваренского. Т. 7. М. Изд-во АН СССР. 1955.
4. Иконников Л. Б. Формирование берегов водохранилищ. М.: Наука, 1972. 136 с.
5. Каскевич Л. Н., Титова Ю. В., Савкин В. М. Картограммы волнения водохранилища Красноярской ГЭС // Тр. СибНИИЭ. Новосибирск, 1968. Вып. 14. С. 35 – 47.
6. Кусковский В. С., Подлипский Ю. И., Савкин В. М., Широков В. М. Формирование берегов Красноярского водохранилища. Новосибирск: Наука, 1974. 234 с.

7. Кусковский В. С. Закономерности изменения геологической среды в береговой зоне глубоководных водохранилищ Алтае-Саянской области: дис. ... д-ра географических наук. Новосибирск.: Институт водных и экологических проблем Сибирского отделения РАН, 1995. 56 с.

8. Космаков И. В., Петров М. В., Андреева Т. Г. Некоторые особенности гидрологического режима Красноярского водохранилища в период нормальной эксплуатации // Биологические процессы и самоочищение Красноярского водохранилища. Красноярск, 1980. с. 5 – 22.

9. Матарзин Ю. М., Богословский Б. Б., Мацкевич И. К. Специфика водохранилищ и их морфометрия. Пермь: Перм. гос. ун-т, 1977а. 66 с.

10. Савкин В. М. Сравнительный анализ процессов переработки берегов Новосибирского и Красноярского водохранилищ // Особенности проектирования и строительства энергетических объектов в Сибири. М.: Энергия, 1975. С. 94 – 108.

11. Савкин В. М. Эколого-географические изменения в бассейнах рек Западной Сибири. Новосибирск: Наука. Сибирская издательская фирма РАН, 2000. 152 с.

12. Спиридонов А. И. Основы общей методики полевых геоморфологических исследований и геоморфологического картирования. М.: Высшая школа, 1970. 456 с.

13. Финаров Д. П. Формирование берегов Красноярского водохранилища // Тр. координационного совещания по гидротехнике. Л., 1972.

14. Хабидов А. Ш., Жиндарев Л. А., Кусковский В. С. Геоморфология береговой зоны и побережий крупных водохранилищ Сибири. Новосибирск: Наука. Сибирская издательская фирма РАН, 2001. 119 с.

Информация об авторах:

Вербицкая Юлия Сергеевна – аспирант Сибирского Федерального университета (г. Красноярск).

Yuliya S. Verbitskaya – post-graduate student at Siberian Federal University.

(Научный руководитель – Г. Ю. Ямских).

Ямских Галина Юрьевна – доктор географических наук, профессор кафедры географии Института экономики, управления и природопользования СФУ (г. Красноярск), 8-913-595-41-95, yamskikh@mail.ru.

Galina Yu. Yamskikh – Doctor of Geography, Head of the Department of Geography, Institute of Economics, Management and Environmental Studies, Siberian Federal University.

Статья поступила в редколлегию 17.12.2014 г.