

ОЦЕНКА ЛАНДШАФТНОГО РАЗНООБРАЗИЯ ОСТРОВОВ СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ Р. АМУР ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

Д.М. Фетисов

Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН,
ул. Шолом-Алейхема 4, г. Биробиджан, 679016,
e-mail: dfetisov@gmail.com

В работе выделены острова среднего течения р. Амур с помощью дешифрирования космических снимков. Выявлены шесть типов ландшафтов, развитых на этих островах. Большая часть островов характеризуется низким ландшафтным разнообразием. Преобладают луга с разной степенью влажности, прирусловыми зарослями ив. Наиболее редко встречаются природные комплексы с лесными сообществами. Данная географическая картина вполне характерна островам, как высокодинамичным системам, где преобладают растительные сообщества ранних сукцессионных стадий. Более зрелые природные комплексы с лесной растительностью сформировались на отдельных участках, менее всего подверженных наводкам и поэтому уникальных.

Ключевые слова: р. Амур, пойма, речные острова, ландшафтное разнообразие, ландшафтная структура, данные дистанционного зондирования Земли.

Катастрофическое наводнение 2013 г. на реках бассейна р. Амур привлекло внимание ученых, специалистов, ответственных за безопасность служб, представителей власти к проблемам мониторинга, прогноза и анализа последствий сложившейся экологической (и не только) ситуации на территориях, находящихся в зоне влияния паводковых вод. В ее границах одними из наиболее динамичных природных систем являются пойменные ландшафты, динамика, функционирование которых обусловлена спецификой русловых процессов [14]. Следовательно, изучение приуроченных к пойме реки природных комплексов позволяет использовать их в качестве индикаторов состояния водотока, его динамики, что является важным условием при решении разнообразных задач природопользования [15].

Русловые процессы приводят к формированию таких форм, как русло, пойма, меандры, разветвления, перекаты, плесы [14]. В настоящее время в российской физической географии русло реки и ее пойму рассматривают в качестве самостоятельной геосистемы, которую называют пойменно-русловым комплексом или днищем речной долины. Это природный комплекс, расположенный на днищах речных долин и включающий в себя русло, речные острова, береговые откосы и пойменные массивы [15, 26]. По мнению специалистов [15], изменение работы рек наиболее отчетливо проявляется в динамике речных берегов и островов. Данная статья посвящена анализу ландшафтной структуры островов р. Амур и оценке их ландшафтного разнообразия. Исследование является начальным в изучении динамики ландшафтного (геосистемного) разнообразия речных островов и влияния на него катастрофического паводка на Амуре, который произошел в 2013 г.

Объект и методы исследования. Амур представляет собой одну из крупнейших рек Азии. Его длина 2824 км от слияния Шилки и Аргуни, площадь бассейна 1855 тыс. км². Он имеет преимущественно дождевое питание, доля которого составляет примерно 60%. По вод-

ному режиму Амур относится к рекам дальневосточного типа с наибольшей водностью в теплый сезон, когда проходит 90% годового стока воды, создаваемого муссонными дождями [3]. В качестве района исследования был выбран участок среднего течения р. Амур в месте его выхода с гор Малого Хингана на Среднеамурскую низменность. В результате снижения скорости течения и увеличения аккумуляции материала, здесь наблюдается многорукавность русла с образованием многочисленных островов [21]. Пойма представлена низким и высоким уровнями (1–2 и 3,5–4 м над урезом воды). Ее поверхность представлена грядово-ложбинным рельефом; распространены почвы слабозадернованные лесные, лугово-глеевые (характерны для межгрядных понижений, днищ временных водотоков), иловато-глеевые (занимают днища протоков и стариц в зоне влияния паводков), лугово-дерновые и дерново-луговые (отмечаются на повышенных элементах рельефа, где ослаблено влияние паводка). Растительность представлена пойменными лугами с преобладанием вейника Лангсдорфа; из других трав встречаются осоки, кровохлебки, дербенник, лобелия и др. Помимо этого, распространены разнотравно-вейниково-осоковые плотнозадерненные кочковатые луга с влаголюбивым разнотравьем, болотная растительность, редколесья дуба монгольского и черной березы на возвышенностях с участием других пород деревьев [1, 2, 12, 23].

Материалами исследования выступили космические снимки среднего пространственного разрешения (30 м) со спутника Landsat 7 сенсора ETM+, находящиеся в свободном доступе на сервере Американской геологической службы. Были выбраны снимки, сделанные в начале августа 2000 г. в предпаводковый период. Их дешифрирование осуществлялось при сочетании среднего инфракрасного, ближнего инфракрасного и красного каналов. Эта комбинация широко используется для изучения растительного покрова; здоровая растительность выглядит ярко-зеленой, почвы имеют фиолетово-лило-

вые оттенки. Дешифрирование снимков проводилось автоматическим (компьютерным) методом с последующей экспертной обработкой промежуточных картографических материалов.

В данном исследовании в качестве островов рассматривались участки суши, которые были автоматически распознаны как пространства, окруженные водой (основным руслом и протоками). На полигональном объекте векторной карты, которым отрисовывается русло реки, они выглядят как пустые пространства, «дыры». При таком взгляде на объекты исследования в физико-географическом отношении к речным островам были отнесены не только русловые формы рельефа, но и отчлененные массивы пойм.

Интерес российских специалистов к исследованию ландшафтного разнообразия наиболее активно проявляется лишь в последние десятилетия в связи с изучением проблем сохранения и использования природной среды, хотя работы, посвященные этому вопросу, появились в середине XX в. [19]. Это явление рассматривается как один из аспектов природной неоднородности в целом, отражающий многовариантность геокомплексов, экосистем, биотопов и др. В зарубежной научной литературе работы, посвященные оценке геосистемного разнообразия, особенностям ландшафтной структуры территории, имеют экологическую интерпретацию. Сформировалась научная дисциплина – ландшафтная экология, которая сфокусирована на исследовании пространственной мозаики ландшафтов для выявления взаимосвязи пространственной дифференциации, рисунка природных комплексов с экологическими процессами [27, 28]. В настоящее время сложилось два подхода к изучению геосистемного разнообразия. Первый, более традиционный, ориентирован на анализ многообразия разноразмерных природных комплексов, слагающих пространственную (ландшафтную) структуру территории. В этом случае под ландшафтным разнообразием понимается число и частота встречаемости природно-территориальных комплексов (ПТК) в пределах региона, выражающие структурно-генетическую неоднородность пространства, связанную, прежде всего, со свойствами литогенной основы. Второй, развивающийся, подход оперирует данными дистанционного зондирования Земли. В его рамках исследуемое явление рассматривается как степень мозаичности контуров ПТК территории, выявленных по критерию отражательных свойств на космических снимках [4, 7, 19, 20]. Наша работа выполняется в соответствии со вторым подходом, так как основное внимание в ней уделяется динамике ландшафтного разнообразия под действием катастрофического наводнения на р. Амур, что потребует сравнительных исследований за несколько лет.

Для изучения геосистемного разнообразия речных островов Амура использовались количественные показатели анализа ландшафтной структуры. В отечественных и зарубежных работах давно используется целый спектр индексов, отражающих особенности ландшафтного рисунка с характеристикой форм составных элементов, их взаимного расположения, однородности, расчлененности, разнообразия. С их помощью специали-

сты проводят пространственный анализ ландшафтной структуры, оценивают геосистемное разнообразие территорий, изучают его динамику [4, 5, 17, 19, 28–30].

Природные комплексы речных островов. Острова – это достаточно широко распространенная русловая форма, характерная рекам с большими расходами воды и наносов [15]. Геоморфологи рассматривают речные острова как часть руслового рельефа или поймы [3, 14, 18]; в этом заключается специфика их формирования, динамики и развития. Пойма, по определению Н.И. Макавеева, представляет собой приподнятую над межени уровнем воды в реке часть дна долины, покрытую растительностью и затопляемую во время половодья; ложе потока половодья [14]. С одной стороны, она формируется в результате русловых деформаций и накопления наносов под влиянием периодических паводков и паводков, с другой – большую часть года она находится вне сферы деятельности речного потока, характеризуется развитием почвообразующих процессов, формированием растительного покрова.

Для того, чтобы подчеркнуть связь, единство происхождения и функционирования русловых форм, с распространением в науке системного подхода широко стал использоваться термин «пойменно-русловый комплекс». Им определяют природные комплексы, расположенные на днищах речных долин и включающие в себя русло, речные острова, береговые откосы и пойменные массивы [15, 26]. Компоненты пойменно-руслового комплекса взаимосвязаны. В качестве ландшафтных единиц долины и поймы рек при проведении типологической классификации выделяются как азональные геосистемы. А.Г. Исаченко на ландшафтных картах России и СССР речные долины и дельты (вместе с болотами) отнес к гидроморфным комплексам [8, 13]. Это самостоятельная группа ПТК в ряду высотно-ярусных и зонально-секторных групп ландшафтов. На региональном масштабе исследований ландшафтной структуры отдельных частей Приамурья специалисты, как правило, днище долины р. Амур и его крупных притоков выделяют в самостоятельный вид ПТК азонального типа, иногда разделяя расширенные и суженные участки долины [10, 16, 22, 25]. Таким образом, речные острова и их природные комплексы в иерархическом ряду типологической классификации геосистем являются морфологическими частями ландшафта и должны выделяться на уровне местностей, урочищ, фаций и их групп.

В научной литературе наиболее четко сформулирована типология речных островов по генезису, выполненная И.В. Поповым [18]. Он выделил две группы островов – русловые и пойменные, каждая из которых разделена еще на ряд подгрупп. Происхождение русловых островов связано с формированием осередков, отторженных побочней и пляжей. Благодаря появлению растительного покрова происходит их стабилизация и появление островов. В процессе развития меняется их ландшафтная структура в сторону усложнения и увеличения геосистемного разнообразия, видимо, до уровней, характерных пойме в целом. Острова пойменного происхождения возникают в связи с появлением на пойме вторичных протоков, приводящих к отчленению массивов-островов, уже имеющих развитую ландшафтную структуру.

Под динамикой геосистем понимается смена их состояний, сопровождающаяся изменением структуры и

функционирования [9]. На динамику и ярусность почвенно-растительного покрова пойм серьезное влияние оказывает водный режим. Длительность, глубина и частота затопления обеспечивают достаточно четкую зависимость между условиями увлажнения и растительным покровом. Низкие поймы, как правило, заняты зарослями ив, водно-прибрежными видами травянистых растений. Средние и высокие поймы благоприятны для произрастания разнотравных лугов и лесных сообществ растительности. Наиболее высокие участки с редким и недлительным затоплением заняты лесными массивами с дубом, ясенем, березами и др. [24].

Данная работа посвящена динамике функционирования, то есть циклической смене обратимых состояний геосистем, связанных с ритмами внешней среды. В нашем исследовании в будущем предполагается уделить внимание динамике островных ПТК, связанной с сезонным изменением уровня воды в р. Амур под влиянием летних паводков, затоплением островов паводковыми водами и их сходом.

Ландшафтное разнообразие островов среднего течения р. Амур. На протяжении порядка 180 км изучаемого участка р. Амур при дешифрировании космоснимков выделились 236 островов. Минимальная площадь

островов – около 200 м², максимальная – больше 70 км². Группа наиболее крупных островов, размеры которых превышают 28 км², представлена пойменными. Правда, необходимо отметить, что пойменное происхождение имеет еще ряд островов меньшего размера.

Ландшафтная структура островов включает шесть категорий природных комплексов, выделенных на снимках по различию оптических характеристик (рис.):

1. Возвышенности (релки) с долинной лесной растительностью. В составе их древостоя участвуют тополь душистый, черемуха обыкновенная, боярышник перистонадрезный, ясень маньчжурский, дуб монгольский, разные виды ив и др. Условия от умеренно увлажненных до сухих. Почвы слабозадернованные лесные, лугово-дерновые и дерново-луговые.

2. Сырые разнотравно-вейниковые и вейниковые луга на равнинных участках со слабозадернованными лесными, лугово-глеевыми почвами.

3. Влажные и умеренно-увлажненные вейниковые луга и травяные болота на равнинных участках с зарослями ив по берегам реки. Почвы слабозадернованные лесные, лугово-глеевые.

4. Молодые осоковые заливные луга на месте регулярно пересыхающих пойменных озер, протоков; на уча-

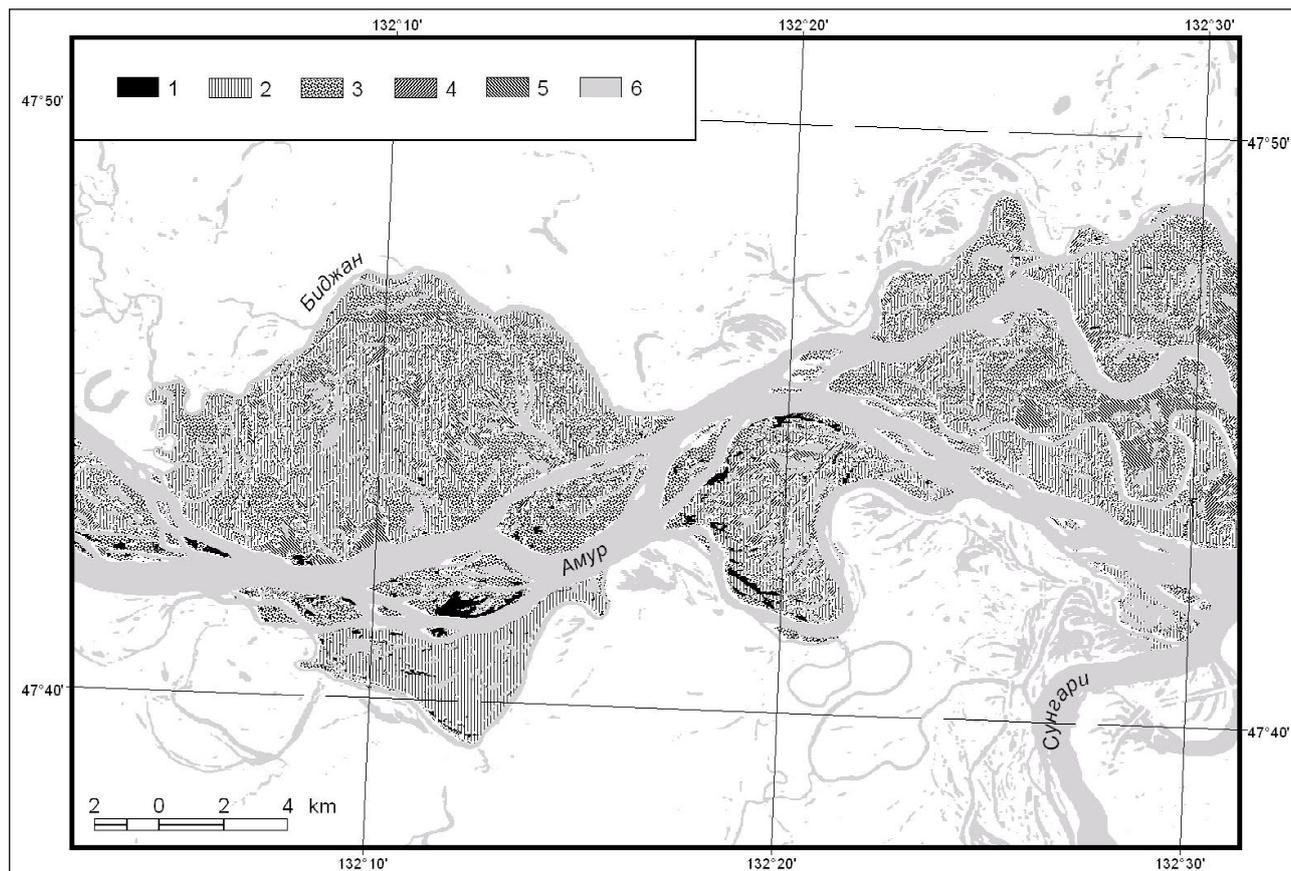


Рис. Природные ландшафты островов среднего течения реки Амур (фрагмент карты):

1–6 – природные комплексы: 1 – возвышенности с долинной лесной растительностью на слабозадернованных лесных, лугово-дерновых и дерново-луговых почвах, 2 – сырые разнотравно-вейниковые и вейниковые луга на равнинных участках со слабозадернованными лесными, лугово-глеевыми почвами, 3 – влажные и умеренно-увлажненные вейниковые луга и травяные болота на равнинных участках с зарослями ив по берегам реки на слабозадернованных лесных и лугово-глеевых почвах, 4 – молодые осоковые заливные луга на месте регулярно пересыхающих пойменных озер, протоков, а также участках, перекрытых аллювиальным материалом после паводков с иловато-глеевыми почвами, 5 – пляжи и отмели, антропогенные комплексы, лишенные растительного покрова, 6 – аквальные комплексы, представленные пойменными озерами и протоками, болотами с иловато-глеевыми почвами

стках, перекрытых аллювиальным материалом после паводков. Почвы иловато-глеевые.

5. Пляжи и отмели, а также антропогенные ПТК (сельскохозяйственные земли, дороги, населенные пункты и другие объекты), которые дешифрируются на космоснимках как открытые участки, лишенные растительного покрова.

6. Аквальные комплексы, представленные пойменными озерами и протоками, болотами с иловато-глеевыми почвами [1, 2, 6, 11].

Для количественной оценки геосистемного разнообразия и пространственной характеристики ландшафтной структуры речных островов Амура было использовано несколько наиболее простых для интерпретации показателей (табл.).

Среди шести выявленных на островах среднего течения р. Амур категорий природных комплексов по площади преобладают влажные вейниковые луга и травяные болота с зарослями ив по берегам реки, а также молодые осоковые заливные луга (категории 3 и 4). Их широкое распространение обусловлено функциональной динамикой островов, в основе которой периодичность паводков и половодий. Менее всего распространены отмели, селитебные территории, дороги, сельскохозяйственные земли, что говорит о слабом вовлечении островов в землепользование, а также о высокой водности Амура в 2000 г. На большей части (60%) из 236 островов изучаемого отрезка течения реки представлены только один-два типа ПТК. Как правило, наблюдаются сочетания «сырые разнотравно-вейниковые и вейниковые луга – аквальные комплексы пойменных озер и протоков», «сырые разнотравно-вейниковые и вейниковые луга – пляжи, отмели», «аквальные комплексы пойменных озер и протоков – пляжи, отмели». Высоким ландшафтным разнообразием выделяются 58 островов (25%), где распространены 5–6 типов геосистем. Все это говорит о бедности ландшафтной структуры островов р. Амур в связи с их высокой динамикой и относительной молодостью. При этом между ландшафтным разнообразием и площадью островов нет особой зависимости (коэффициент корреляции составляет 0,44). Скорее всего, влияние оказывают возраст острова, его высота над урезом воды, сложность рельефа, происхождение (отчлененные пойменные массивы характеризуются большим ландшафтным разнообразием). Расчет индекса уникальности [19], учитывающего количество выделов каждого типа геосистемы относительно числа выделов всех геосистем на исследуемой террито-

рии, также показывает преобладание на островах Амура луговых комплексов (категории 3, 2, 4). Остальные ландшафты по этому показателю (как менее распространенные) объединяются во вторую группу. Среди них наиболее редкими (уникальными) являются аквальные комплексы и релочные леса.

Кроме ландшафтного разнообразия, была рассмотрена специфика пространственной дифференциации природных комплексов речных островов Амура. Для этого использовались взаимосвязанные индексы дробности ландшафтных контуров и средней площади контуров, учитывающие соотношение количества выделов геосистем и их площадь [4, 19]. Наиболее раздробленные природные комплексы, то есть более всего разделенные на отдельные контуры, – сырые разнотравно-вейниковые и вейниковые луга. Следствием этого являются наименьшие значения средней площади их контуров – меньше 1 км². Менее всего раздроблены относительно редко встречающиеся комплексы аквальные и релки с долинными лесами. Они же характеризуются наиболее высоким значениями средней площади контура – около 2,5 км². Остальные ПТК объединяются в группу со средними значениями раздробленности ландшафтных контуров и средней площади выдела. Данная географическая картина вполне характерна островам как высокодинамичным системам, где преобладают растительные сообщества ранних сукцессионных стадий. Более зрелые природные комплексы с лесной растительностью сформировались на отдельных участках, менее всего подверженных паводкам, и поэтому они уникальны.

Заключение. Ландшафтное разнообразие островов среднего течения р. Амур соответствует данному показателю его поймы. Этот факт подтверждает геоморфологическое представление о речных островах как части пойменно-руслового комплекса. Из шести выделенных природных комплексов на островах преобладают луга с разной степенью влажности, прирусловыми зарослями ив. Возвышенные лесные комплексы являются одними из наиболее редко встречающихся. Большая часть островов характеризуется относительно низким ландшафтным разнообразием. Такие особенности ландшафтной структуры амурских островов с преобладанием молодых в сукцессионном отношении природных комплексов обусловлены их высокой функциональной динамикой.

Результаты данного исследования являются началом более крупной работы по изучению влияния катастрофического наводнения на р. Амур в 2013 г. на состояние при-

Таблица

Количественные характеристики ландшафтного разнообразия и пространственной характеристики ландшафтной структуры островов р. Амур

Тип ПТК*	Площадь, км ²	Количество ландшафтных контуров, шт.	Индекс уникальности	Средняя площадь контура, км ²	Индекс дробности ландшафтных контуров
1	6327	2595	3,47	2,44	0,41
2	6320	7619	2,0	0,83	1,21
3	8994	8292	1,84	1,08	0,92
4	8864	5639	2,4	1,57	0,64
5	6163	3448	3,18	1,82	0,56
6	6284	2509	3,64	2,5	0,4

* Названия природно-территориальных комплексов (ПТК) приведены в тексте

родных комплексов его островов.

Исследование выполнено в рамках ЦКП ДВО РАН «Спутниковый мониторинг Дальнего Востока для проведения фундаментальных научных исследований Дальневосточного отделения РАН».

ЛИТЕРАТУРА:

1. Ахтямов М.Х. Синтаксономия луговой растительности бассейна реки Амур. Владивосток–Хабаровск: Дальнаука, 1995. 200 с.
2. Ахтямов М.Х. Ценотаксономия прирусловых ивовых, ивово-тополевых и урёмных лесов поймы реки Амур. Владивосток: Дальнаука, 2001. 138 с.
3. Борщенко Е.В., Завадский А.С., Иванов В.В. и др. Условия формирования русел рек бассейна Амура и их морфодинамические типы / Эрозия почв и русловые процессы. Вып. 17. М.: Географический факультет МГУ, 2010. С. 131–154.
4. Викторов А.С. Рисунок ландшафта. М.: Мысль, 1986. 179 с.
5. Виноградов Б.В. Основы ландшафтной экологии. М.: ГЕОС, 1998. 418 с.
6. Зайцева Н.В., Рубцова Т.А. Классификация лесной растительности Еврейской автономной области // Региональные проблемы. 2008. № 9. С. 78–82.
7. Иванов А.Н., Крушина Ю.В. Ландшафтное разнообразие и методы его измерения // Ландшафтоведение: теория, методы, региональные исследования, практика: Мат-лы XI Междунар. ландшафтной конф., Москва, 22–25 августа 2006 г. М.: Географический факультет МГУ, 2006. С. 99–101.
8. Исаченко А.Г. Ландшафты. Масштаб 1:20 000 000 / Экологический атлас России. М.: Издательский дом «Карта», 2002.
9. Казаков Л.К. Ландшафтоведение с основами ландшафтного планирования. М.: Издательский центр «Академия», 2008. 336 с.
10. Климина Е.М. Ландшафтно-картографического обеспечения территориального планирования (на примере Хабаровского края). Владивосток: Дальнаука, 2007. 132 с.
11. Куренцова Г.Э. Карта растительности Еврейской автономной области. Масштаб 1:300 000. Владивосток, 1963. 2 л.
12. Куренцова Г.Э. Очерк растительности Еврейской автономной области. Владивосток: Дальневост. кн. изд-во, 1967. 61 с.
13. Ландшафтная карта СССР. Масштаб 1:4 000 000 / отв. ред. А.Ф. Воронина. Науч. ред. А.Г. Исаченко. Л.-М.: ЛГУ; МГУ, 1988.
14. Маккавеев Н.И. Эрозионно-аккумулятивные процессы и рельеф русла реки. Избранные труды. М.: Изд-во МГУ, 1998. 285 с.
15. Марчуков В.С., Гусев М.Н., Гусева И.М. Методика исследований динамики речных островов по зональным космическим снимкам (на примере рек Амур и Зея) // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. 2013. № 1. С. 54–58.
16. Никонов В.И. Природные ландшафты Нижнего Приамурья // Сибирский географический сборник. Вып. 10. Новосибирск: Наука, 1975. С. 128–175.
17. Плюснин В.М. Ландшафтный анализ горных территорий. Иркутск: Изд-во Института географии СО РАН, 2003. 257 с.
18. Попов И.В. Деформации речных русел и гидротехническое строительство (гидролого-морфологическая теория руслового процесса и ее применение. Л.: Гидрометеорологическое изд-во, 1965. 328 с.
19. Пузаченко Ю.Г., Дьяконов К.Н., Алещенко Г.М. Разнообразие ландшафта и методы его измерения / География и мониторинг биоразнообразия. М.: Изд-во НУМЦ, 2002. С. 143–302.
20. Пурдик Л.Н., Червяков В.А., Шибких А.А. Факторы и картографический анализ ландшафтного разнообразия территории Алтайского края // География и природные ресурсы. 2007. № 1. С. 156–161.
21. Рычагов Г.И. Общая геоморфология. М.: Изд-во Моск. ун-та: Наука, 2006. 416 с.
22. Стельмах Е.В. Ландшафтный анализ территории и организация природопользования Еврейской автономной области: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН, 2005. 22 с.
23. Стельмах Е.В. Управление природопользованием как фактор экономического развития Еврейской автономной области // Власть и управление на Востоке России. 2013. № 4 (65). С. 49–152.
24. Сурков В.В. Ландшафтообразующая роль русловых и гидрологических процессов в речных долинах / Эрозия почв и русловые процессы. Вып. 17. М.: Географический факультет МГУ, 2010. С. 154–192.
25. Фетисов Д.М. Особенности ландшафтного рисунка территории Еврейской автономной области // Региональные проблемы. 2009. № 11. С. 50–54.
26. Чернов А.В. Методология и методика географического русловедения / Эрозия почв и русловые процессы. Вып. 15. М.: Географический факультет МГУ, 2005. С. 102–125.
27. Forman R.T. Some general principles of landscape and regional ecology // Landscape Ecology. 1995. Vol. 10. No. 3. Pp. 133–142.
28. Gustafson E.J., Parker G.R. Relationships between landcover proportion and indices of landscape spatial pattern // Landscape Ecology. 1992. Vol. 7. No. 2. Pp. 101–110.
29. Leitao A.B., Ahern J. Applying landscape ecological concepts and metrics in sustainable landscape planning // Landscape and urban planning. 2002. No 59. Pp. 65–93.
30. Turner M.G. Landscape Ecology: The Effect of Pattern on Process // Annual Review of Ecology and Systematics. 1989. Vol. 20. Pp. 171–197.

The interpretation of satellite images by the author makes it possible to assess landscape diversity on islands of the Amur River middle course. It has been defined six types of landscape. Most of the islands are notable for a low diversity of landscape. There are predominate grasslands of different humidity rate and riverine willow thickets; forest landscapes are most rare on the islands. This is a typically island pattern – a highly dynamic system with the predominance of plant communities of early succession stages. More developed landscapes with forest vegetation could only form on some individual sites less exposed to floods, and for this reason they are unique.

Keywords: Amur River, floodplain, river islands, landscape diversity, landscape pattern, data of remote sensing of the Earth.