

УДК 528.93:911.6(925.17.73)

В.В.ЕРМОШИН, С.С.ГАНЗЕЙ, Н.В.МИШИНА

## Информационное обеспечение геоэкологических исследований в бассейне р. Амур

*Обосновывается необходимость создания единого геоинформационного пространства трансграничного бассейна р. Амур. Предлагаются к обсуждению результаты работ по формированию электронных картографических слоев.*

*Ключевые слова: пространственная информация, геоинформационное картографирование, природопользование, трансграничные геосистемы, бассейн р. Амур.*

**GIS-provision for geo-ecological investigations of the Amur River basin.** V.V.ERMOSHIN, S.S.GANZEY, N.V.MISHINA (Pacific Institute of Geography, FEBRAS, Vladivostok).

*The necessity of creation of a uniform geoinformation space of the transboundary Amur River basin is grounded in the paper. Results of works on formation of electronic cartographical layers are offered for discussion.*

*Key words: spatial information, GIS-mapping, nature management, transboundary geosystems, Amur River basin.*

В работах последних лет анализ развития трансграничного бассейна р. Амур, как правило, дается по расположенным здесь крупным единицам административно-территориального деления, локальным бассейнам или геосистемам [1, 3, 7, 12, 18 и др.]. Подобный подход обусловлен тем, что информация по отдельным частям бассейна зачастую неполна, разнородна, неодинакова по детальности, методам сбора и обработки. В то же время взаимосвязанность процессов природопользования в приграничных районах сопредельных стран делает необходимым их анализ в рамках единой трансграничной территории – геосистемы региональной размерности [2]. Необходима не только более детальная, но и более однородная (сопоставимая) информация о природных особенностях, хозяйственном использовании и антропогенных изменениях территории региона и его отдельных частей. Информационным базисом здесь может служить единое структурированное и открытое геоинформационное пространство территории – компьютерная многомерная модель строения региона с унифицированными базами данных [6].

Создание общего геоинформационного пространства единой трансграничной геосистемы бассейна р. Амур имеет важное научное и практическое значение как основа для разработки программ устойчивого управления природопользованием на принципах экологической безопасности стран, входящих в бассейн. Актуальность этой работы связана также с возрастающим негативным влиянием р. Амур на акваторию Охотского моря, приводящим к снижению продуктивности фитопланктона и рыбных запасов [4]. Использование современных геоинформационных методов, материалов дистанционного

---

ЕРМОШИН Виктор Васильевич – кандидат географических наук, заведующий Информационно-картографическим центром, ГАНЗЕЙ Сергей Степанович – доктор географических наук, заместитель директора, МИШИНА Наталья Васильевна – кандидат географических наук, научный сотрудник (Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток). E-mail: yermoshin@tig.dvo.ru

Исследования выполнены при финансовой поддержке Research Institute for Humanity and Nature, Киото, Япония; гранта ДВО-СО 09-П-СО-09-001.

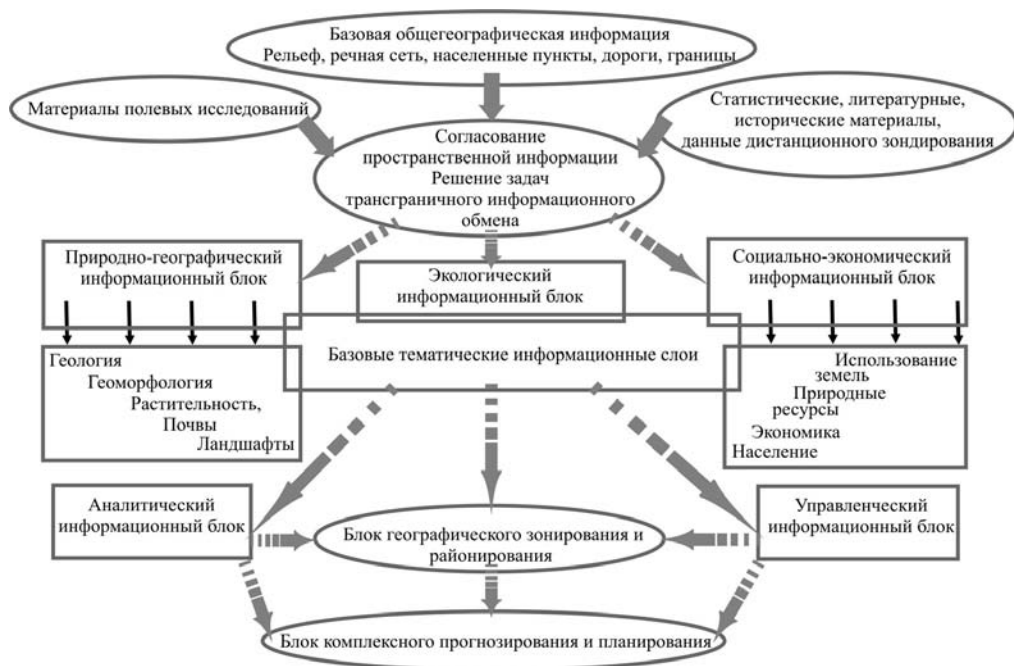
зондирования Земли, ГИС-технологий, векторных и грид-представлений пространственно распределенной информации [13] позволит получить новые сведения о природном и природно-ресурсном потенциале бассейна р. Амур, его экологическом состоянии, послужит надежной информационной основой для исследования современного природопользования и его рационализации.

### Методы

Работа включает четыре логически связанных этапа. Первый из них – формирование принципиальной блочной схемы, построение информационной структуры блоков, определение последовательности согласования информационных слоев и блоков. Второй этап – построение векторных базовых информационных слоев, сначала общегеографических, затем тематических, унификация классификаций и легенд, согласование пространственной информации вдоль государственных границ. На третьем этапе составляются информационные слои и электронные карты использования земель и ландшафтных комплексов, анализируются изменения экологического и природно-ресурсного состояний. Заключительный этап – функциональное зонирование с определением приоритетов и ограничений хозяйственной деятельности и неистощительного природопользования, формирование информационного блока планирования и управления.

В настоящее время ведется работа в рамках третьего этапа. Выявлены закономерности организации системы землепользования, ее структурные особенности в разных частях бассейна [4].

Разработка рамочной структуры данных по бассейну р. Амур обуславливает логическую последовательность создания единого геоинформационного пространства. Авторами определен послыйный состав основных информационных блоков – базового географического, базового тематического (природно-географического и экономико-географического), вспомогательного тематического – и некоторые параметры блока управления. Каждый блок включает пять информационных слоев и более (см. рисунок).



Принципиальная блок-схема геоинформационного обеспечения геоэкологических исследований в бассейне р. Амур

В процессе работы возникли проблемы информационного обмена, связанные с несоответствием исходных данных по трансграничным территориям России, Китая и Монголии. Основные из них: вдоль государственной границы не стыкуются практически все электронные информационные слои, причем в различной степени; имеются существенные расхождения в содержании понятий однопольных объектов (например, особо охраняемых территорий, типов использования земель и т.д.), подходах к классификации сложных объектов (количество градаций, основания деления, классификационные ячейки), англоязычной топонимии на картах, изданных в разных странах. Основой для согласования и унификации общегеографических и тематических информационных слоев послужила специально сформированная цифровая грид-модель рельефа. Согласование слоев произведено в определенной последовательности, при этом предыдущие компоненты являются инвариантами для дальнейших (например: цифровая модель рельефа – речная сеть – рельеф в изолиниях – дорожная сеть – границы; цифровая модель рельефа – речная сеть – растительность – почвы; и т.д.). Методика формирования единых электронных информационных слоев для трансграничных территорий базируется на последовательном решении задач методологического, технологического (методического) и практического характера и пространственном согласовании цифровых слоев на основе слоя-инварианта [22].

### **Результаты и обсуждение**

К настоящему времени составлены следующие информационные электронные базовые общегеографические слои: 1. Цифровая грид-модель рельефа (на основе данных Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM)) с шагом 8 арксекунд (240 м); 2. Гидрологическая сеть (основные русла рек, протоки, озера, водохранилища, каналы); 3. Населенные пункты с разделением по административному признаку и численности; 4. Дорожная сеть (железные и автомобильные дороги); 5. Границы (государственные, административные). Для формирования этих слоев использовались векторные карты Vmaps0 территории России, Китая, Монголии ([http://geoengine.nima.mil/geospatial/SW\\_TOOLS/NIMAMUSE/waiter/rast\\_roam](http://geoengine.nima.mil/geospatial/SW_TOOLS/NIMAMUSE/waiter/rast_roam)). По основным параметрам проведено согласование с топографическими картами масштаба 1 : 1 000 000, 1 : 500 000 и снимками из космоса. Данные по населенным пунктам и дорогам в китайской части бассейна дополнительно корректировались в соответствии с Национальным экономическим атласом Китая [19].

Сформированы также электронные тематические слои – базовые (геологическое строение; растительность; почвы) и вспомогательные (современное использование земель; использование земель в 30–40-е годы XX в.; охраняемые природные территории). Слои составлены на основании печатных карт различных масштабов, изданных в разных странах с уточнением по материалам дистанционного зондирования (LANDSAT TM+). Первичные карты отсканированы, оцифрованы, приведены к единым стандартам, проекции, масштабу и преобразованы в единые тематические слои с соответствующими атрибутивными таблицами. Все представленные в данной статье электронные слои, включая общегеографические и тематические, построены на платформах ARC/INFO, ArcView, ArcGIS с детальностью, соответствующей масштабу 1 : 2 500 000, пространственно и последовательно согласованы и помещены в качестве элементов в геоинформационное пространство бассейна р. Амур. Семантические данные об объектах сведены в соответствующие атрибутивные таблицы на русском и английском языках.

Содержательная основа геоинформационного пространства – тематические информационные слои, многие из них для всего бассейна р. Амур составлены впервые.

### **Электронные базовые тематические слои**

**Геологическое строение.** Слой сформирован на основе «Геологической карты Приамурья и сопредельных территорий» [5]. Каждому геологическому телу соответствует возраст на уровне системы и частично на уровне отдела. По составу породы разделены на

интрузивные, вулканогенные, метаморфические и осадочные; первые три представлены более детально. Так, интрузивные породы разделены на гранитоиды, диориты, габброиды, ультрабазиты, щелочные; вулканогенные – на кислые, средние, основные, щелочные, смешанные; метаморфические – на сланцы, кварциты, гнейсы, мраморы, а также по уровню метаморфизма. Тектонические разломы разделены на мантийные, литосферные, коровые, а последние – на перекрытые и не перекрытые осадочным чехлом.

**Растительность бассейна р. Амур** (составитель Е.П.Кудрявцева). Слой сформирован на основе Карты растительности бассейна р. Амур под редакцией академика В.Б.Сочавы, масштаб 1 : 2 500 000; Национального атласа Монгольской Народной Республики, масштаб 1 : 3 000 000; Карт растительности Китая, масштаб 1 : 1 000 000 [8, 9, 21]. Легенды к картам составлены на основе различных подходов. Для унификации материала с целью формирования единой классификации и легенды на весь бассейн основная картографируемая типологическая единица – группа растительных ассоциаций – укрупнена до уровня формации. Единая легенда включает более 70 типов растительности, характеризующих основные формации лесов, лугов, степей, болот, кустарниковых зарослей, а также сельскохозяйственные земли на равнинах и в горах в бассейне р. Амур [22].

Электронный слой и составленная карта растительности раскрывают разнообразие современных растительных сообществ и закономерности их распространения, отраженные в зональном (на равнинах) и высотно-поясном (в горах) изменении растительного покрова на большой и сложной по сочетанию природных условий территории бассейна р. Амур. Для долин рек, в пределах которых растительный покров отличается большой пестротой, выделены эколого-динамические ряды.

**Преобладающие почвы** (составитель Н.Ф.Пшеничникова). В основу слоя легли почвенные карты РСФСР, МНР, КНР, выполненные представителями нескольких школ почвоведов в разное время и в разном масштабе. Всего учтено более 10 источников, основные из них – Почвенная карта Монгольской Народной Республики в масштабе 1 : 2 500 000 [10], Почвенная карта РСФСР в масштабе 1 : 2 500 000 [11], The Soil Atlas of China [20].

При формировании электронного слоя «Преобладающие почвы» реализован принцип максимального сохранения информации, имеющейся на исходных картах. Вместе с тем при составлении классификации и легенды учитывался факт несоответствия номенклатуры почв на исходных почвенных картах территорий России, Монголии, Китая. Номенклатура почв территории бассейна р. Амур, входящей в состав Монголии, в большинстве случаев соответствует терминологии почв в легенде почвенной карты РСФСР, та же, что входит в состав Китая, отражена дифференцированно. Одни почвы по классификационному положению и номенклатуре имеют аналоги в классификациях почв России и использовались в настоящей легенде без редакции (например, черноземы, каштановые, серые лесные). Для других сначала определялось классификационное положение по классификации почв Китая, затем – возможные их аналоги среди почв России; в легенде употреблялись названия почв, принятые в России. Кроме того, проведена корреляция номенклатуры почв, принятой в России, с номенклатурой почв в легенде Почвенной карты Мира ФАО-ЮНЕСКО и в Мировой реферативной базе почвенных ресурсов (WRB), что также нашло отражение в атрибутивной таблице.

Для всего бассейна в российской номенклатуре выделены следующие типы почв (в скобках указано количество подтипов каждого типа, без деления на виды): почвы тундр (1), тайги и хвойно-широколиственных лесов (8), широколиственных лесов и лесостепей (4), степей (7), сухих степей (4), гидроморфные (3), засоленные (2), пойменные (1), антропогенные (1), горные (4) [14].

Большое значение имеют также вспомогательные информационные слои, которые позволяют анализировать особенности регионального развития национальных частей бассейна, служат информационной основой для разработки целевых рекомендаций по координации действий в сфере охраны окружающей среды в бассейне р. Амур.

## Электронные вспомогательные тематические слои

**Современное использование земель в бассейне р. Амур** (авторы В.В.Ермошин, С.С.Ганзей, Н.В.Мишина). Базовой информацией для составления слоя послужили космические снимки Landsat ETM+ 2000–2001 гг. (США). Для работы использовали в основном композитные монтажи среднего разрешения (30 м и более). Дешифрирование проводили в ГИС-программе ArcView 3.3 с помощью специального расширения Image Analysis с формированием шейп-файлов и последующим переводом в покрытия Arc/Info. Для повышения объективности идентификации рассчитывали также вегетационный индекс. Кроме непосредственного интерактивного экспертного дешифрирования космических снимков в качестве справочной и корректирующей информации использовали переведенные в электронный растровый вид карты растительности и их векторные аналоги [8, 9, 21]. В результате обработки первичных источников выявлено 18 типов использования земель, объединенных в категории [4].

В категорию «лесные земли» входят хвойные, смешанные и лиственные леса, редколесья, другие леса, «луга и кустарники» – кустарники, луга, подгольцовые кустарники с высокогорными тундрами, «сельскохозяйственные земли» – рисовые поля, пашни, «водные объекты» – озера, водохранилища, водно-болотные угодья. Тип «водно-болотные угодья» («wetland») включает различные виды болот, а также заливные пойменные луга и марши. Кроме того, выделены гари и рубки на месте лесов, селитебные земли (крупные населенные пункты), промышленные и неиспользуемые земли (карьеры, отвалы и т.д.).

**Использование земель в бассейне р. Амур в 30–40-е годы XX в.** (авторы В.В.Ермошин, С.С.Ганзей, Н.В.Мишина). Кроме слоя составлена соответствующая карта масштаба 1 : 2 500 000. Основным доступным источником послужили топографические карты 1930–1940-х годов, а также исследования современных авторов, охватывающие указанный период [16, 17]. Всего проанализировано более 1400 топографических листов разного масштаба, изданных в разных странах на различных языках (русский, английский, японский). Картографический и семиотический анализы показали, что эти источники различаются детальностью и качеством информации, легендами и др.

Типы использования земель китайской части бассейна картографированы на основе анализа топографических листов масштаба 1 : 100 000, составленных на территорию Маньчжурии в конце 1920-х и в 1930-е годы. Полученные данные проверены по топографическим картам масштаба 1 : 250 000, изготовленным в 1949–1952 гг. Генеральным штабом Военно-воздушных сил США. Для приграничных лесных районов Китая использовали также топографические листы масштаба 1 : 100 000 – 1 : 1 000 000, изданные в СССР в 1940-е годы.

Монгольская и российская части бассейна охарактеризованы на основе анализа топографических карт масштаба 1 : 100 000, 1 : 200 000, 1 : 300 000, 1 : 1 000 000, изданных в СССР в 1930–1940-х годах. Часть карт масштаба 1 : 100 000 и 1 : 300 000 издана в 1950-х годах (информация с последних использовалась нами только для неосвоенных, преимущественно горных, территорий).

На основе карт, отображающих пространственное распределение земель в бассейне р. Амур в 1930–1940-х и 2000–2001 гг., проанализирована ситуация в землепользовании на два временных среза и дана оценка изменений в использовании земель в бассейне за 70–80 лет [15]. Для сравнительного анализа землепользования двух периодов легенды составленных карт унифицированы.

При реализации каждого конкретного проекта в области управления природопользованием на территории любого уровня необходимо пройти все этапы сбора и обработки пространственной геоинформации – от инвентаризационного до рекомендательного. По мере реализации проектов и накопления информации увеличивается полнота (плотность) геоинформационного пространства (количество слоев), возрастает его насыщенность (количество характеристик слоя). Соответственно первые этапы последующих проектов,

включающие формирование информационного ядра, сокращаются как по времени, так и по затратам. Особенно отчетливо это проявляется на региональном и субрегиональном уровнях, где в очередной проект практически каждый раз вовлекается информация по всей ранее исследовавшейся территории.

В дальнейшем желательно предусмотреть возможность агрегирования пространственных данных, получаемых в процессе реализации геоэкологических проектов в бассейне р. Амур, в общую систему на основе стандартных базовых слоев в виде единого геоинформационного пространства. Это даст возможность провести разномасштабный сопряженный анализ разнообразных данных в унифицированном виде, дать более адекватную оценку состояния природопользования и планировать дальнейшие действия по его совершенствованию, в том числе в конкретных странах. Сопряженные тематические и топографические электронные информационные слои, структурированные в геоинформационном пространстве строго определенным образом, позволяют проводить районирование и функциональное зонирование территорий различных иерархических уровней.

### Заключение

Геоинформационное обеспечение проектов устойчивого природопользования той или иной территории необходимо рассматривать в аспекте формирования общего геоинформационного пространства, политических, методологических, информационных, технологических и других проблем.

Картографические оценки природных компонентов, полученные в ходе выполнения проекта, позволяют выявить основные черты дифференциации и нарушенности природной среды бассейна р. Амур. Геоинформационное пространство бассейна, разработанное на единой методологической основе с использованием унифицированных методик, обобщением имеющихся и получением новых данных по всей территории, может послужить корректной информационной базой как при региональном планировании, так и при проведении фундаментальных исследований.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Бакланов П.Я., Ганзей С.С. Основные этапы и тенденции развития землепользования в бассейне р. Амур // География и природ. ресурсы. 2004. № 4. С. 19-28.
2. Бакланов П.Я., Ганзей С.С. Трансграничные территории: проблемы устойчивого природопользования. Владивосток: Дальнаука, 2008. 215 с.
3. Водно-экологические проблемы бассейна реки Амур / отв. ред. А.Н.Махинов; ИВЭП ДВО РАН. Владивосток, 2003. 187 с.
4. Ганзей С.С., Ермошин В.В., Мишина Н.В., Шириава Т. Современное использование земель в бассейне р. Амур // География и природ. ресурсы. 2007. № 2. С. 17-25.
5. Геологическая карта Приамурья и сопредельных территорий. М-б 1 : 2 500 000 / под ред. Л.И.Красного, Пэн Юнь Бяо. Харбин; Санкт-Петербург; Благовещенск: ВСЕГЕИ, 1999.
6. Ермошин В.В. К развitiю концепции геоинформационного пространства в географии (геоинформационное пространство в управлении природопользованием) // Географические исследования на Дальнем Востоке. Итоги и перспективы. 2001–2005. Владивосток: Дальнаука, 2006. С. 161-168.
7. Каракин В.П., Шейнгауз А.С. Земельные ресурсы бассейна р. Амур // Вестн. ДВО РАН. 2004. № 4. С. 23-37.
8. Карта растительности бассейна Амура. М-б 1 : 2 500 000 / под ред. акад. В.Б.Сочавы. М.: Изд-во АН СССР, 1968.
9. Монгольская Народная Республика. Национальный атлас / под ред. Н.Соднома, Ф.Л.Яншина. Улан-Батор; Москва, 1990.
10. Почвенная карта Монгольской Народной Республики. М-б 1 : 2 500 000 / под ред. Н.В.Ногиной (отв. ред.), В.В.Егорова, В.М.Фридланда, И.М.Комиссаровой. М.: ГУГК при Совете Министров СССР, 1980.
11. Почвенная карта РСФСР. М-б 1 : 2 500 000 / гл. ред. В.М.Фридланд; ВАСХНИЛ. М.: ГУГК СССР, 1988.
12. Татченко К.В. Тенденции экономического взаимодействия Дальнего Востока России и Северо-Востока Китая. Владивосток: Дальнаука, 2006. 216 с.
13. Baklanov P.Ya., Ermoshin V.V., Ganzey S.S. Problems of creation of GIS-support for the Amur River basin Project // Rep. Amur–Okhotsk Project. 2005. N 5. P.11-19.

14. Ermoshin V.V., Pshenichnikova N.F. Compilation of Soil Map for Amur River Basin: the main parameters // Rep. Amur–Okhotsk Project. 2008. N 5. P. 161-170.
15. Ganzey S., Ermoshin V., Mishina N. Historical land cover/land use in the Amur River basin (Russia, China, Mongolia) // Proc. Gen. Meet. Assoc. Japan. Geogr.; Proc. Assoc. Japan. Geogr. 2009. N 75. P. 16.
16. Himiyama Yu., Ito H., Kikuchi T., Honma T. Land use in North-East China in the 1930 // Rep. Taisetsuzan Inst. Sci. 1995. N 30. P. 25-35.
17. Himiyama Yu., Morishita Yu., Arai T. The use of Japanese topographical maps of Northeast China at 1 : 50 000 for the LUCC study // Rep. Taisetsuzan Inst. Sci. 2002. N 36. P. 107-114.
18. Kachur A.N., Jin X., Baklanov P.Ya., Ganzei S.S. et al. Diagnostic analysis of the Lake Khanka Basin (People's Republic of China and Russian Federation) // Nairobi: UNEP; CRAES; PGI FEBRAS, 2001. 136 p.
19. The National Economic Atlas of China / Chairman Wu Heng. Hong Kong: Oxford Univ. Press, China, 1994.
20. The Soil Atlas of China / ed.-in-Chief Hseung Yi. Beijing: Institute of Soil Science, Academia Sinica, China, 1986.
21. Vegetation Atlas of China. 1 : 1 000 000 / ed.-in-Chief Hou Xueyu / Chinese Academy of Science. Beijing: Science Press, China. 2001.
22. Yermoshin V.V., Ganzey S.S., Murzin A.A. et al. Creation of GIS for Amur River Basin: The Basic Geographical Information // Rep. Amur–Okhotsk Project. Kyoto, Japan: Res. Inst. Human. and Nature, 2007. N 4. P. 151-159.

## Новые книги

**Бакланов П.Я. Экономико-географическое и геополитическое положение Тихоокеанской России.**

***Baklanov P.Ya. Economic-geographical and geopolitical situation of the Pacific region of Russia.***

Владивосток: Дальнаука, 2009. – 168 с. – ISBN 978-5-8044-0979-2.

*Тихоокеанский институт географии ДВО РАН*

*690041, Владивосток, ул. Радио, 7*

*Fax: (4232) 31-21-59. E-mail: geogr@tig.dvo.ru*

Экономико-географическое положение рассматривается как свойство структурированной территории. Геополитическое положение определяется в связи с основными категориями геополитики: геополитическими факторами, геополитическими процессами, геополитическими интересами и проблемами. Проводится оценка экономико-географического и геополитического положения Тихоокеанской России как важнейших свойств и факторов развития самого молодого, слабоосвоенного и заселенного, но стратегически наиболее значимого региона России. Рассматривается геополитический потенциал страны в сопоставлении с другими мировыми «центрами силы», выделяются этапы трансформации геополитических интересов России на Дальнем Востоке, а также ключевые зоны пространственного развития этого региона с учетом геополитических факторов.

Книга может быть полезной ученым, работникам органов управления, преподавателям и студентам вузов, изучающим проблемы регионального развития, политической географии и геополитики.

The monograph considers economic-geographical and geopolitical positions of the Far East as the most important properties of the youngest, underdeveloped, little populated, but strategically the most significant region of Russia. Geopolitical position is determined on the base of the main categories of geopolitics. These are geographical and geopolitical factors, geopolitical processes, geopolitical interests and problems, geopolitical potential of the country in comparison with other world «force centers», geopolitical position of the Pacific region of Russia, geopolitical cycles, geopolitical structure of the world and geopolitical concepts.

The book is intended for scientists, workers of administrative bodies, teachers and students of high schools studying the problems of regional development, political geography and geopolitics.