

---

## КОСМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

---

УДК 004.001.57+585.85:633

МРНТИ 89.57.01

### МЕТОДИКА ПРОГНОЗА ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ ДЗЗ

**С. А. Мустафин**, к.т.н., **А. А. Зейнуллина**

Институт проблем информатики и управления  
Национальная компания «Казахстан Ғарыш Сапары»

---

Предложен подход к числовой оценке изменений процессов разных географических явлений по данным дистанционного зондирования Земли. **Ключевые слова:** прогноз, данные дистанционного зондирования Земли, классификация, оценка различий.



Жерді қашықтықтан бақылап көру деректері бойынша ертүрлі географиялық құбылыстардың өзгеру процестерін сандық бағалау тәсілі ұсынылған. **Түйінді сөздер:** Болжау, Жерді қашықтықтан байқап көру, жіктеу, айырықшалықты бағалау.



The article proposes an approach to the numerical evaluation of changes in the processes of various geographical phenomena by using Earth's remote sensing.

**Key words:** Forecast, Earth's remote sensing data, classification, evaluation of differences.

Эффективность исследований земной поверхности во многом определяется качеством датчиков съема информации, устройствами доставки этих датчиков и методами обработки данных дистанционного зондирования Земли (ДДЗЗ). Центральной тематикой при обработке ДДЗЗ являются предлагаемые системы классификации, которые содержат различные алгоритмы распознавания и классификации информации.

---

Пользователи систем дистанционного зондирования за последние десятилетия накопили достаточно большой опыт работы с аэрокосмическими снимками территории земной поверхности, которые содержат информацию о различных природных и техногенных процессах, протекающих на земной поверхности.

Задачи автоматической классификации (или кластеризации, таксономии, самообучения, обучения без учителя, группировки) являются важным разделом анализа данных. Из существующих постановок задач автоматической классификации основным является поиск разбиения совокупности объектов, представленных в заданных признаковых пространствах, или матрицами близостей объектов, на классы эквивалентности. Причем эквивалентность объектов классов определяется каждым алгоритмом согласно принципам, в них заложенным. Базовые принципы, лежащие в основе анализа данных, и согласно которым объекты разбиваются на классы, являются допущениями, принимаемыми при построении классификации некоторых данных с определенной структурой. Обычно они являются внутренним свойством каждого конкретного алгоритма автоматической классификации. Пользователь, даже не зная принятых принципов алгоритма, иногда может, в некоторых пределах меняя параметры алгоритма, получать и интерпретировать результаты каждого конкретного метода классификации с целью определения особенностей поведения данных при выбранном алгоритме классификации (частичная параметризация) [1-3].

В задачах автоматической классификации не существует универсальных общепризнанных критериев качества решения задач, в отличие от задач распознавания с обучением, которые содержат единые стандартные критерии оценки работы алгоритмов (наличие таблиц обучения и экзамена, оценка обучения на этапе экзамена, эмпирический риск и прочее). При отсутствии функционала качества разбиения (интерпретирующего функционала разбиения) решения, получаемые различными алгоритмами автоматической классификации, различны, и поэтому их сложно оценивать.

---

В настоящее время при проведении распознавания и классификации наибольшее распространение получил статистический подход с использованием байесовского решающего правила с параметрической оценкой условной плотности вероятности. Так, например, в работе [4] дано описание системы контролируемой классификации многомерных данных на основе байесовских решающих правил, которая включена в состав программного комплекса по обработке данных дистанционного зондирования Земли из космоса. Система контролируемой классификации (классификации с обучением) в программном комплексе состоит из классификаторов (1 поэлементный классификатор и 6 объектных), основанных на использовании байесовской стратегии максимального правдоподобия, и 2-х объектных классификаторов, основанных на минимуме расстояния. Все классификаторы могут использоваться в 2-х режимах – автоматическом и ручном. Там же отмечается, что центральный вопрос интерпретации данных дистанционного зондирования Земли – повышение качества дешифрирования, непосредственно связано с проблемой выбора адекватного алгоритма распознавания. Области применения предлагаемой системы – тематическая обработка данных дистанционного зондирования Земли для исследования природных ресурсов и экологического мониторинга окружающей среды [4].

Кроме этого, следует отметить, что при классификации разновременных аэрокосмических снимков, полученных, как правило, в разных условиях и имеющих различные искажения, определение соответствующих классов проблематично.

Для получения разновременных тематических карт, которые в дальнейшем должны быть использованы при прогнозировании интересующих явлений, происходящих на земной поверхности, необходимо осуществить предварительную обработку и автоматическую классификацию имеющихся разновременных аэрокосмических снимков Земли [5].

При решении проблемы количественной оценки изменения состояний процессов, происходящих на земной поверхности, возникает необходимость оценить с помощью некоторой

количественной меры изменение состояний естественных процессов на земной поверхности по ДДЗЗ в автоматическом режиме. То есть кроме проблем выбора адекватного алгоритма распознавания и классификации при обработке ДДЗЗ, проблем установления соответствия частей изображений и других проблем, проблемой интерпретации данных ДЗЗ является количественная оценка различий состояний процессов, происходящих на земной поверхности, на основе результатов системы распознавания и классификации. Такая оценка состояний играет определяющую роль в решении задач из различных предметных областей знаний: математической геологии, медицинской диагностики, распознавании урожайности и т.д. Предъявляемые требования к оценкам – эта оценка, с одной стороны, должна быть введена естественным образом и, с другой, эффективно вычисляться.

Цель нашей работы – предложить метод оценки изменений процессов разных географических явлений на поверхности Земли по ДДЗЗ. Предлагаемая процедура, в основе которой лежит использование метода автоматической классификации данных ДЗЗ по ряду оптических признаков - индексов вегетации, позволяет проводить мониторинг естественных классификаций ряда разновременных аэрокосмических снимков одной и той же территории. Причем с установлением однозначного соответствия между классами на различных снимках. Более того, формирование выходных данных осуществляется с использованием предлагаемого подхода, при котором учитываются результаты районирования территорий, полученные в разное время [5]. Идея подхода заключается в оценке различий состояний развития урожайности какой-либо определенной сельскохозяйственной культуры по ряду разновременных аэрокосмических снимков одной территории с использованием индексов вегетации [5-8].

Система построена на основе числового показателя различий результатов районирования территории по интерпретирующему функционалу с использованием разновременных аэрокосмических снимков одной из интересующей исследова-

теля территории. Поэтому для оценки «похожести» районирований естественно ввести расстояние между ними как некоторую функцию, основанную на величине разности соответствующих районирований территории. В этом случае процедура вычисления оценки различий районирований становится формальной и состоит в том, чтобы на множестве получаемых районирований организовать процедуру последовательной оценки следующего разбиения по отношению к предыдущему с помощью найденного между ними расстояния.

Введем величину различий районирований территории

$$\rho(R_1, R_2) = |R_1 \cap R_2| ,$$

где  $R_1, R_2$  – результаты двух последовательных районирований территории по определенному признаку. В нашем случае это оценка близости предыдущего и последующего состояний растительности на территории по выбранному индексу вегетации.

Количественная оценка различий состояний растительности одной и той же территории земной поверхности с использованием ДДЗЗ позволяет проводить прогноз развития состояния растительного покрова по индексам вегетации при наличии истории развития этой территории в предыдущие годы.

Предлагаемая система оценки изменений ситуаций может стать частью программных комплексов по обработке ДДЗЗ, внедренных в практическую деятельность национальной компании «Казахстан Ғарыш Сапары». Отметим, что предложенные для классификации так называемые объектные классификаторы, не имеют таких оценок различий районирований и отсутствуют в стандартных коммерческих ППП цифровой обработки изображений.

В настоящее время проводятся работы по уменьшению ресурсоемкости процедур районирования территории по разновременным аэрокосмическим снимкам – повышением их вычислительной эффективности. Это позволит использовать оценку совместно с другими традиционными процедурами прогнозирования и классификации географических явлений, происходящих на земной поверхности.

## Литература

1. Дуда Р., Харт П. Распознавание образов и анализ сцен. - М.: Мир, 1976. - 511 с.
2. Загоруйко Н. Г. Прикладные методы анализа данных и знаний. - Новосибирск: ИМ СО РАН, 1999. - 270 с.
3. Рязанов В. В., Арсеев А. С., Коточигов К. Л. Универсальные критерии и вопросы устойчивости кластеризации // Математические методы распознавания образов ММРО-13: Докл. 13-й Всерос. конф. - М., 2007. - С. 63-64.
4. Асмус В. В., Бучнев А. А., Пяткин В. П. Кластерный анализ и классификация с обучением многоспектральных данных ДЗЗ // Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies. - 2009. - № 1. - С. 23-31.
5. Зейнуллина А. А. Обработка космических снимков и анализ вегетационных индексов // Новости науки Казахстана. - 2008. - № 3. - С. 43-46.
6. Зейнуллина А. А. Сравнительный анализ алгоритмов сегментации // Вестник КазНУ. - 2008. - № 4 (59). - С. 176-177.
7. Мустафин С. А., Зейнуллина А. А. Использование космических снимков для оценки изменений сельскохозяйственных территорий // Новости науки Казахстана. - 2011. - № 2. - С. 138-148.
8. Воронин Ю. А., Спивак Л. Ф. Теория районирования и управление территориями. - Новосибирск: СО РАН, 2004. - 230 с.

## К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

Научно-технический сборник “Новости науки Казахстана” – периодическое республиканское издание, предназначенное для оперативного информирования специалистов министерств, ведомств, научно-исследовательских и учебных институтов, предприятий и организаций *о научно-технических достижениях казахстанских ученых по приоритетным направлениям развития науки и техники республики, ориентированных на их дальнейшую реализацию на практике.*

Периодичность издания – 4 выпуска в год.

*Научно-технический сборник включен в Перечень изданий для публикации основных научных результатов диссертаций, утвержденный приказом председателя БАК от 26 июня 2003 г. № 433-Зж, по следующим наукам: о Земле, химическим, техническим, сельскохозяйственным.*

Для публикации принимаются научные статьи, содержащие результаты завершенных исследований прикладного характера последних лет, по актуальным для экономики республики проблемам и представляющие интерес для практической реализации.

Текстовые материалы предоставляются в электронном варианте (Word, размер шрифта 14 кегль), и на бумажном носителе (1 экз.). Объем статьи не более 5 стр., включая таблицы (рисунки), интервал полуторный. Таблицы и рисунки должны иметь номер и заголовок. Не допускаются сокращения слов в тексте, таблицах и рисунках, повторение в них одних и тех же данных. Все аббревиатуры должны расшифровываться. Единицы измерения должны быть приведены в системе СИ.

Рисунки следует предоставлять в виде графического файла в стандартном черно-белом формате, отсканированные с высокой степенью разрешения (не менее 300 dpi.), четкие надписи, цифры. Допускаются только цифровые и буквенные обозначения, пояснительные данные выносятся в подпись к рисунку. Размер цифр и букв на рисунке – 3-4 мм (8-10 кегль).

*Качество рисунков должно обеспечивать возможность их полиграфического воспроизведения без дополнительной обработки.*

Литературные источники приводятся в списке по мере упоминания в тексте. Порядковый номер источника в тексте дается в квадратных скобках. Не допускаются ссылки на непубликуемые документы. В ссылках на патенты и авторские свидетельства обязательно указывать дату опубликования, год и номер бюллетеня.

Статья должна быть подписана всеми авторами. На отдельном листе необходимо дать сведения обо всех авторах: фамилия, имя, отчество, ученая степень, полное название организации, ее адрес с индексом, телефон, факс, адрес электронной почты.

К статье прилагаются:

- резюме на русском языке
- направление учреждения, в котором выполнена работа
- экспертное заключение
- рецензия

*Редакция оставляет за собой право сокращать и править статью.*

Рукописи, не отвечающие настоящим требованиям, не рассматриваются и не возвращаются авторам.

**Материалы направлять по адресу:**

*050026, г. Алматы, ул. Богенбай батыра, 221, Национальный центр НТИ, редакция научно-технического сборника «Новости науки Казахстана».*

*Тел.: 378-05-45*

**Можно оформить подписку на сборник  
индекс 75776**

- по каталогам газет и журналов ОАО «Казпочта»
- ЗАО «Евразия-пресс»
- в Национальном центре НТИ по проспекту изданий