



ЛЕКЦИЯ 8
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КАРТ.
ИССЛЕДОВАНИЯ ПО КАРТАМ

РАЗРАБОТАЛА:
д. с.-х. н., заведующий кафедрой геодезии
и фотограмметрии УО «Белорусская
государственная сельскохозяйственная
академия»

Мыслыва Тамара Николаевна

РАССМАТРИВАЕМЫЕ ВОПРОСЫ:

- 1. Способы работы с картами и надежность картографических методов исследований**
- 2. Анализ и количественная оценка внутренних и внешних связей и взаимозависимостей с помощью карт**
- 3. Изучение динамики явлений и процессов по картам**
- 4. Изучение по картам структуры явлений и процессов**
- 5. Картографические прогнозы и их надежность**

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ЛИТЕРАТУРНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ИСТОЧНИКИ:

- 1. Берлянт А. М. Картоведение / А. М. Берлянт. - М.: Аспект Пресс, 2003. - 486 с.
- 2. Геоэкологическое картографирование / [Б. И. Кочуров, Д. Ю. Шишкина, А. В. Антипова, С. К. Костовска]. - Москва: Академия, 2012. - 224 с.
- 3. Раклов В. П. Картография и ГИС: учебное пособие для вузов. 2-е изд. / В. П. Раклов. - М.: Академический проект, 2014. – 215 с.
- 4. Салищев К. А. Картоведение / К. А. Салищев. - М.: Изд-во МГУ, 1990. - 400 с.
- 5. Исследования по картам (название с экрана). – Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://www.mobigeo.ru/issledovaniya-po-kartam.html>.




1. СПОСОБЫ РАБОТЫ С КАРТАМИ И НАДЕЖНОСТЬ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования по картам

Исследования по картам - один из видов познавательной деятельности, позволяющий выявлять размещение и структуру объектов и явлений, их взаимные соотношения, связи и корреляции, определять тенденции развития и динамику, получать разнообразные количественные характеристики и оценки, проводить кластеризации и районирование, прогнозировать изменения во времени и пространстве. Различают качественные и количественные, научные и прикладные, эмпирические и теоретические исследования по картам. Основным средством таких исследований является картографический метод исследования.

Картографический метод исследования основан на анализе карт как пространственно-временных моделей действительности. Для изучения явлений по их изображениям на картах используются различные приемы анализа, среди которых выделяют визуальные, картометрические, графические и математические способы.

Анализ отдельной карты выполняют посредством:




изучения картографического изображения без его преобразования, т.е. анализ карты в том виде, в каком она есть.

преобразования картографического изображения с целью приведения его в вид, более удобный для данного конкретного исследования;

разложения картографического изображения на составляющие - особый вид преобразования, применяемый для выделения нормальной и аномальной (фоновой и остаточной) компонент развития и размещения явлений и процессов.

Анализ серий карт производят посредством:

- 
- сравнения карт разной тематики с целью установления взаимосвязей и зависимостей между явлениями;
 - сопоставления разновременных карт для изучения динамики и эволюции явлений и процессов, составления прогнозов их развития во времени;
 - изучения карт-аналогов для обнаружения общих закономерностей распространения явлений и процессов на разных территориях.

Картографические наблюдения - этапы

1) постановка задачи;

2) подготовка к наблюдению (исследование карт или планов);

3) собственно наблюдение;

4) интерпретация полученных результатов.

Картографические методы наблюдения – постановка задачи

Исследование по картам начинается с содержательного формулирования задачи, при этом всегда необходимо предпринять две операции:

- «перевести» решаемую задачу в картографическую форму;
- установить требования к точности ее решения.

Картографическая постановка задачи - это выбор путей и принципов использования картографической информации.

Одновременно задают качественные и количественные критерии точности, которые определяются сущностью задач и подзадач.

Картографические методы наблюдения – подготовка к исследованию

Подготовка к исследованию начинается с выбора картографических источников и технических средств.

Подбирая карты, оценивают их полноту, точность, современность, степень генерализации, взаимную дополняемость и согласование.

Нужно иметь полное представление о математической основе, в первую очередь о картографических проекциях и возникающих за их счет искажениях длин, площадей, форм, направлений.

Картографические методы наблюдения – ПОДГОТОВКА К ИССЛЕДОВАНИЮ

Желательно знать пределы погрешностей положения объектов на картах, возможную точность измерений, зависящую от масштаба и степени генерализации.

Иными словами, **нужно установить, удовлетворяют ли карты данного масштаба требованиям, предъявляемым к точности исследований.**

Часто целесообразно идти от обратного, т. е. подбирать карты такого масштаба, который бы обеспечивал необходимую точность, например предельную относительную погрешность измерения площадей не более 5 %.

Очень важно знать степень согласованности карт, составленных для одной и той же территории.

Картографические методы наблюдения – ПОДГОТОВКА К ИССЛЕДОВАНИЮ

Итог подготовительного этапа - определение процедуры (алгоритма) исследования.

Должно быть точно установлено, каким образом - сплошным, ключевым, выборочным по профилям или по точкам - будут сняты с карт исходные данные, какова последовательность операций, какие преобразования картографического изображения и в каком порядке должны быть выполнены.

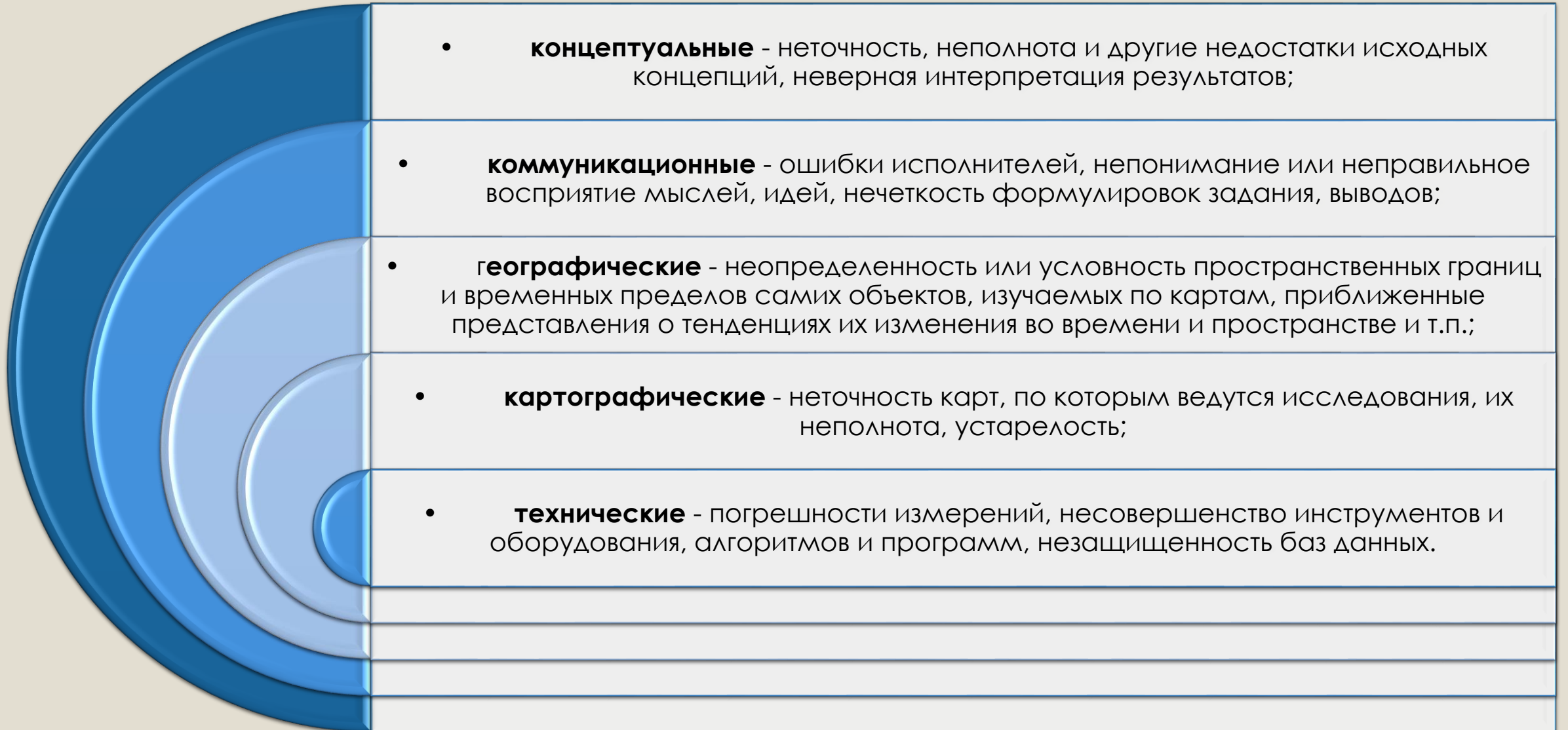
Картографический анализ осуществляется, как правило, путем последовательных приближений, постепенной «отладки» отдельных этапов и операций.

КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ НАБЛЮДЕНИЯ – ИНТЕРПРЕТАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ

Интерпретация результатов начинается с оценки точности составленных карт, графиков, таблиц, уравнений.

Суть интерпретации - в установлении соответствия между формализованными данными, добытыми по результатам картографического анализа, и некоторой системой фактов, закономерностей и содержательных концепций.

В картографических исследованиях различают следующие причины и основные источники ошибок:



По точности получаемых результатов все исследования по картам делят на три группы:

- **точные исследования**, при которых измерения и вычисления выполняют с максимально возможной точностью, при этом стараются тщательно учесть и исключить все ошибки, проводят неоднократные контрольные измерения и независимые вычисления;
- **исследования средней точности**, когда по условиям работы принимается, что погрешность результата не должна превышать определенного допустимого предела. Тогда погрешности, меньшие заданной точности, вообще не учитываются, что снижает трудоемкость и сокращает сроки работ. Избыточная точность, не оправданная практическими целями исследования, - это серьезный методический просчет. Погрешности определения длин и площадей при измерениях средней точности составляют 3-5 %, а углов - до 3°. В географических исследованиях такой уровень точности вполне приемлем;
- **приближенные исследования**, выполняемые с невысокой точностью, обычно необходимые для предварительных оценок и прикидок. Их проводят без использования точных инструментов, часто визуальным путем. Ошибки измерения длин и площадей при этом составляют 6-10 %, а углов - до 8°. Приближенные определения позволяют правильно спланировать дальнейшие, более точные исследования.



2. АНАЛИЗ И КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ВНУТРЕННИХ И ВНЕШНИХ СВЯЗЕЙ И ВЗАИМОЗАВИСИМОСТЕЙ С ПОМОЩЬЮ КАРТ

Способы изучения взаимосвязей

Визуальный анализ - наиболее употребительный прием исследования по картам, основанный на существе карт как образно-знаковых моделей, воспроизводящих в наглядной форме пространственные формы, отношения и структуру. Результатом визуального анализа является, как правило, описание изучаемых явлений, для которого необходимы логичность и последовательность изложения, отбор и систематизация фактов, их анализ, обобщение и заключительные выводы.

Графический анализ заключается в исследовании явлений при помощи графических построений, выполняемых по географическим картам. Такими построениями могут быть профили, разрезы, блок-диаграммы и другие образно-знаковые модели, производные от карт, а также различные графики-диаграммы, розы направлений или звездные диаграммы.

Картографические методы наблюдения

Морфометрия изучает и разрабатывает способы количественной оценки по картам форм и структур объектов.

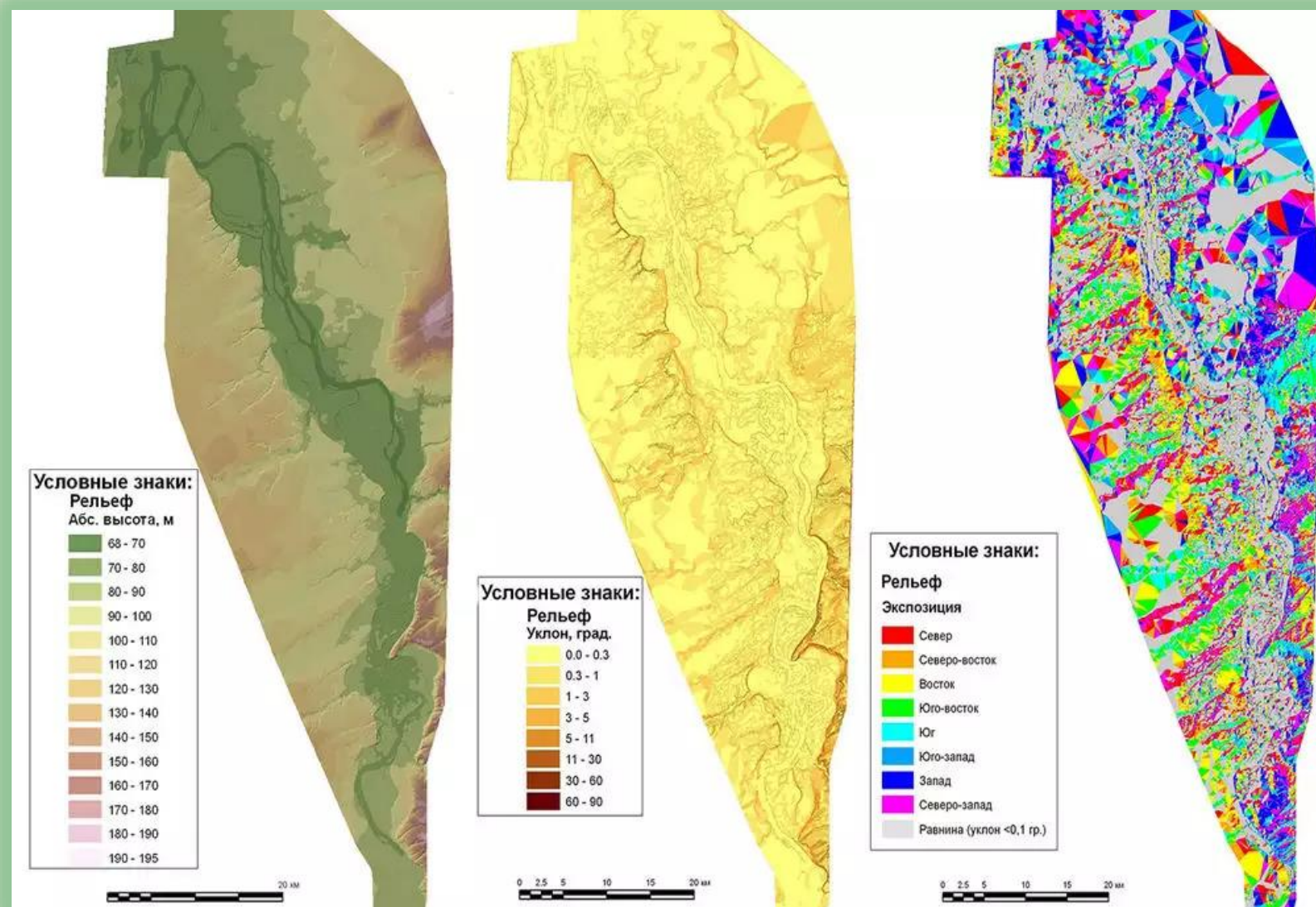
К основным морфометрическим показателям принадлежат характеристики формы, плотности, концентрации объектов, глубины и густоты расчленения.

Морфометрические показатели, как правило, относительны, для их вычисления используют абсолютные картометрические величины.

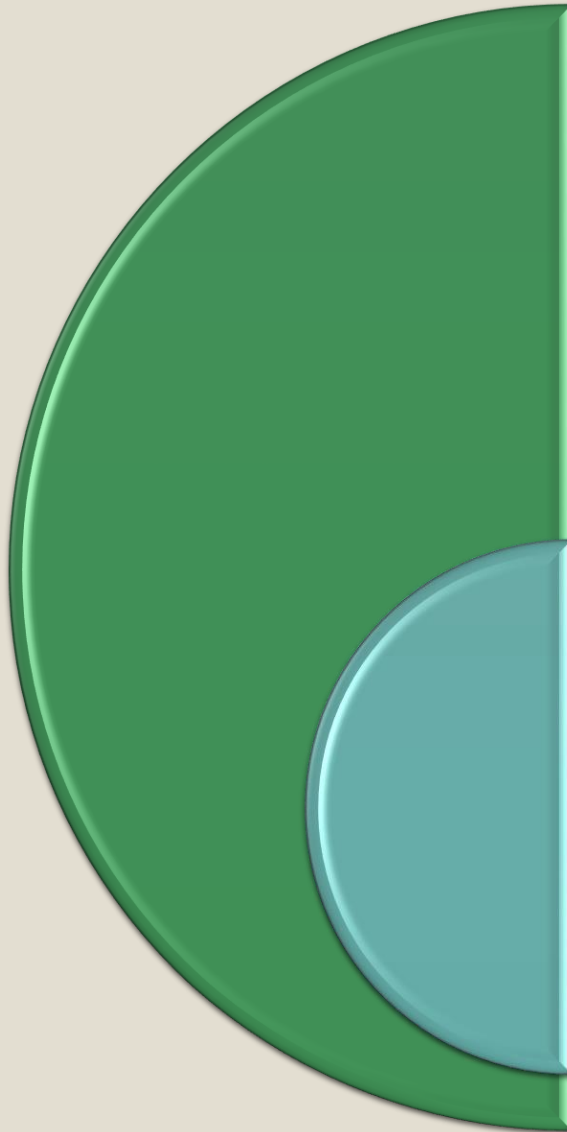
Множественность карто- и морфометрических показателей объясняется разнообразием сфер их применения практически во всех науках о Земле, различиями территорий, где ведутся исследования, и разнообразием самих картографических источников.



Морфометрические наблюдения



Картографические методы наблюдения



Современное развитие **графоаналитических приемов** идет преимущественно по двум направлениям. **Одно из них связано с разработкой комплексных морфометрических показателей синтетического характера**, таких, например, как коэффициент общего расчленения территории или показатель сложности ландшафтной структуры. Это требует установления сложных эмпирических зависимостей и нередко трудоемких расчетов.

Другое направление предполагает упрощение известных способов измерения и исчисления количественных величин по картам, т. е. трудоемкие непосредственные измерения заменяются более простыми косвенными. Это приводит к внедрению вероятностно-статистических приемов, позволяющих быстро и достаточно надежно получать количественные показатели для обширных территорий.

При исследовании геосистем важнейший момент составляет прослеживание изменения взаимосвязей по территории, от места к месту, выявление зон, где связи сильны и где они ослабевают или совсем отсутствуют. Для этого создают специальные карты взаимосвязей, отражающие их пространственное варьирование. В зависимости от способа построения получают разные типы таких карт:

- **карты районирования** по степени взаимного соответствия, составляемые путем графического оверлея и оконтуривания районов полного и частичного соответствий;
- **картограммы взаимосвязей**, где показатели корреляции рассчитаны по единицам территориального деления, обычно по административным районам;
- **карты изокоррелят**, на которых проведены изолинии равных коэффициентов корреляции по данным, вычисленным в ячейках регулярной или нерегулярной сетки;
- **карты энтропии контуров**, на которых взаимное соответствие явлений оценивается с помощью показателя энтропии для каждого отдельного контура, ареала, ландшафтного выдела, водосборного бассейна.

Для проведения картографических исследований применяют методы математико-статистического анализа, пригодные для исследования явлений, которые можно рассматривать на картах как однородные множества изменяющихся в пространстве случайных величин: высот, температур, посевных площадей, урожайности, называемых в математической статистике статистическими совокупностями.

Среди многих задач, решаемых по картам при помощи статистического анализа, можно выделить три основные:

- 1) определение статистических характеристик какого-либо однородного явления, зависящего от многих факторов с неизвестной функциональной связью;
- 2) изучение пространственных и временных связей между явлениями;
- 3) оценка степени влияния отдельных факторов на изучаемое явление и выделение ведущих факторов.

ЗАДАЧА: определение статистических характеристик какого-либо однородного явления, зависящего от многих факторов с неизвестной функциональной связью

- Для характеристики явления посредством какого-либо статистического показателя (средней арифметической, моды, медианы) определяют количественные значения явления во многих точках карты и обрабатывают полученные данные, следуя правилам математической статистики по ячейкам избранной территориальной сетки (административного деления, природного районирования, регулярной сети).
- Для производства выборки наиболее удобны карты с изолиниями (или псевдоизолиниями), позволяющими определять величину явлений в любой точке карты. Наиболее обоснована выборка по сетке равномерно расположенных точек. Количественные значения для статистической обработки можно получать и по картам с другими способами изображения: точками, ареалами, картограммами.
- Обычно анализ завершают построением картограммы или изолиний (псевдоизолиний), дающих наглядное представление о пространственных изменениях показателя.

ЗАДАЧА: изучение пространственных и временных связей между явлениями

- При исследовании по картам пространственных (и временных) зависимостей явлений - их формы и тесноты - прибегают к вычислению корреляционных показателей (коэффициентов корреляции, корреляционных отношений, показателей множественной корреляции и др.) и к выяснению (оценке) их надежности.
- Для этого надо иметь две выборки значений сопоставляемых явлений (например, осадков и урожайности), измеренных в одних и тех же точках одной или двух сравнимых карт; для множественной корреляции привлекают три выборки и более по одной или нескольким картам. Такие исследования при детализации расчетов по сетке территориального деления дают материал для составления карт взаимосвязей (корреляций), показывающих пространственные изменения величины и знака показателей корреляции; по ним возможно районирование территории по характеру связей - тесных и слабых, положительных и отрицательных, что важно для установления причинно-следственных отношений между исследуемыми явлениями.

ЗАДАЧА: оценка степени влияния отдельных факторов на изучаемое явление и выделение ведущих факторов

- Задачи по оценке влияния отдельных факторов и выделению ведущих факторов возникают при исследовании по картам сложных комплексов явлений со множеством взаимосвязей.
- Примерами могут быть совокупность климатических показателей, или, что значительно шире, комплекс природных условий.
- Математическая статистика предоставляет для этого средство в виде факторного анализа, который позволяет сводить в одном показателе (аппроксимировать одним фактором) влияние комплекса родственных явлений и в конечном счете обобщать и оценивать влияние многих факторов при помощи весьма ограниченного числа синтетических показателей.
- Такой путь исследования дает объективное средство к составлению синтетических карт, например, комфортности природных условий для обитания и работы людей.




3. ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИКИ
ЯВЛЕНИЙ И ПРОЦЕССОВ ПО
КАРТАМ

Динамика явлений и процессов

Для изучения динамики явлений и процессов, их возникновения, развития, изменения во времени и перемещения в пространстве, используют разновременные карты, на которых одни и те же объекты изображены в разные моменты времени.

К разновременным относятся карты, составленные и изданные в разные годы (например, старые и современные топографические), либо карты, составленные одновременно, но фиксирующие разные моменты времени (помесечные карты температур), а также карты-реконструкции (палеогеографические, историко-географические).

По разновременным картам изучают изменения таких типов:

- 
- медленные изменения (например, тектонические движения, смещения береговых линий или русел рек), для выявления которых необходимы карты, разделенные большими промежутками времени;
 - быстрые изменения (смена синоптической обстановки, экологической ситуации и т. п.), анализ которых можно проводить только по сериям карт, разделенным малыми временными интервалами;
 - периодические и циклические изменения (сезонные, фенологические явления и др.) - в этом случае используют разновременные карты, отражающие характерные фазы развития явления или процесса;
 - эпизодические и катастрофические изменения или замещения (землетрясения, сход лавин, появление гарей на месте лесов) - для их изучения необходимы карты, фиксирующие моменты до и после наступления явления.

Среди динамических карт выделяют:

- карты, совмещающие показ пространственного положения явлений, например, гидрографической сети, береговой черты морей, ледников и т. п., для ряда последовательных моментов времени;
- карты, отображающие динамическое состояние явлений на определенное время;
- карты, характеризующие среднюю скорость или интенсивность процессов - морских течений, годовых изменений магнитного склонения, вертикальных движений земной коры и т. п.;
- карты, определяющие время наступления явлений: фенологические карты, указывающие средние многолетние сроки сезонных явлений - природных и хозяйственных;
- карты изменения состояния или замены явлений, например, природных ландшафтов в результате антропогенных воздействий при вырубке или возобновлении лесов, осушении болот и т. п.

Картографические анимации

В традиционной картографии известны три способа отражения динамики явлений и процессов, их возникновения, развития, изменений во времени и перемещения в пространстве:

- показ динамики на одной карте с помощью стрелок или лент движения, «нарастающих» знаков и диаграмм, расширяющихся ареалов, изолиний скоростей изменения явлений и т.п.;
- показ динамики с помощью серий разновременных карт, снимков, фотокарт, блок-диаграмм и др., фиксирующих состояния объектов в разные моменты (периоды) времени;
- составление карт изменения состояний явления, когда показывается не сама динамика, а лишь результаты происшедших изменений (ареалы изменений).

Картографические анимации

Возможности отображения динамики геосистем существенно возрастают с внедрением в практику **картографических анимаций - особых динамических последовательностей карт-кадров, создающих при демонстрации эффект движения.**

Хорошо известным примером могут служить телевизионные карты прогноза погоды, на которых видны перемещения фронтов, областей высокого и низкого давления, атмосферные осадки.

Исходными данными для создания анимации служат материалы аэрокосмической съемки, непосредственные наблюдения и замеры, статистические данные, результаты опросов, переписей, референдумов, кадастровая информация. Анимации позволяют отразить не только структуру, но и существо явлений и процессов, происходящих в земной коре, атмосфере, гидросфере, биосфере и, что еще более важно, в зонах их контакта и взаимодействия.

Кроме того, они являются эффективным средством визуализации результатов мониторинга. Разработано множество технологий и методик получения движущихся изображений.

Картографические анимации

Созданы особые компьютерные программы, которые содержат модули, обеспечивающие самые разные варианты и комбинации картографических анимаций:

- перемещение всей карты по экрану;

- мультипликационные последовательности карт-кадров или трехмерных изображений;

- изменение скорости демонстрации, покадровый просмотр, возврат к избранному кадру, обратная последовательность;

- перемещение отдельных элементов содержания (объектов, знаков) по карте;

- изменение вида элементов содержания (объектов, знаков), их размеров, ориентации, мигание знаков и др.;

- варьирование окраски (пульсация и дефилирование), изменение интенсивности, создание эффекта вибрации цвета;



4. ИЗУЧЕНИЕ ПО КАРТАМ
СТРУКТУРЫ ЯВЛЕНИЙ И
ПРОЦЕССОВ

Изучение по картам структуры явлений и процессов

Изучение по картам структуры явлений и процессов - это выявление и анализ их элементов, размещения в пространстве, конфигурации, порядка (уровня) и иерархии. Конечная цель исследования всегда состоит в познании пространственной организации геосистем, их генезиса, в раскрытии механизма функционирования.


Один из наиболее информативных способов изучения структуры - анализ конфигурации картографических образов, т.е. изучение геометрического рисунка изображения. По внешнему облику объекта часто можно судить о его морфологии, генезисе, о факторах, сформировавших тот или иной объект.

Изучение по картам структуры явлений и процессов

Картографический метод позволяет эффективно выявлять пространственные закономерности и аномалии, т.е. типичные, устойчивые, широко распространенные структуры и отклонения от них. Карты, обладающие большой обзорностью, как бы специально предназначены для выявления общих закономерностей глобального и регионального уровней. В значительной степени этому способствует и генерализация, освобождающая изображение от мелочей, деталей и выпукло проявляющая главные, наиболее существенные его черты.

Углубленное изучение структуры явлений нередко требует преобразования картографического изображения, т.е. трансформирования его с целью создания производных карт и получения по ним новой информации.

Картографические методы наблюдения



Углубленное изучение структуры явлений нередко требует преобразования картографического изображения, т.е. трансформирования его с целью создания производных карт и получения по ним новой информации. Различают несколько видов преобразований.

Вычленение - выделение на карте интересующих исследователя компонентов сложной геосистемы и снятие прочих деталей. Выделенные элементы предстают в наглядной и удобной для данного исследования форме, например в виде системы спрямленных элементов рельефа и гидрографии.

Схематизация - устранение второстепенных деталей изображения и представление картографического изображения в упрощенном виде. Так, при схематизации гипсометрического изображения и снятии деталей эрозионного расчленения проявляется основная первично-тектоническая структура рельефа.

Картографические методы наблюдения

Детализация - преобразование противоположного вида, имеющее целью сделать изображение более подробным. Например, на топографической карте можно детализировать изображение эрозионной сети, проведя по изгибам горизонталей тальвеги временных водотоков.

Континуализация - замена дискретного картографического изображения непрерывным, что обычно связано с введением понятия «географическое поле». Например, карту тектонических трещин преобразуют в псевдоизолинейную карту поля трещиноватости, карту расселения - в карту плотности населения, карты размещения лесов - в карту лесистости и т.п. Такие преобразования дают представление об абстрактном рельефе явления, на производных картах хорошо читаются максимумы и минимумы распределения, их удобно коррелировать с другими изолинейными картами.

Дискретизация - обратное преобразование, имеющее целью перевод непрерывного изображения в дискретную форму. Хорошим примером может служить интерполирование по сетке точек при создании цифровых моделей по картам с изолиниями или по картограммам.

Картографические методы наблюдения

Средствами подобных преобразований часто служат **графические операторы** - сетки равномерно или неравномерно расположенных точек, геометрических ячеек, в каждой из которых производят пересчет исходных данных и получают производные показатели. Если ячейки (квадраты, кружки) перекрываются по площади, то их называют скользящими операторами.

Преобразования подразделяют на **однократные** и **многократные**.

В свою очередь, многократные преобразования бывают **параллельными** и **последовательными**.

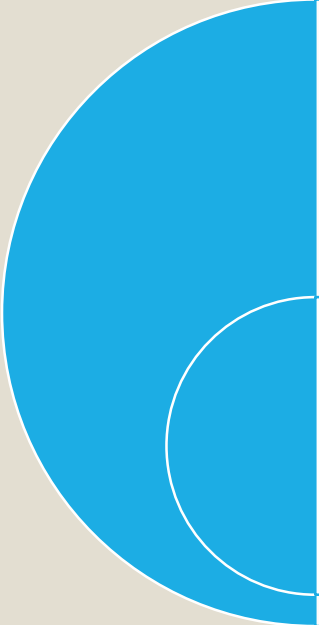
При параллельных преобразованиях по исходной карте А получают сразу несколько производных карт $A \rightarrow (B, C... N)$. Например, по топографической карте строят карты расчленения рельефа, уклонов, экспозиции склонов.

В других случаях карту А последовательно преобразуют в карту Б, ее, в свою очередь, - в карту С, и так далее: $A \rightarrow C \rightarrow ... \rightarrow N$. Допустим, по карте рельефа строят сперва карту глубины расчленения, затем последовательно - производные карты интенсивности смыва, эрозионной опасности, почвозащитных мероприятий.



5. КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОГНОЗЫ И ИХ НАДЕЖНОСТЬ

Картографические прогнозы



Прогноз по картам - изучение явлений и процессов, недоступных современному непосредственному исследованию. Это означает, что прогнозирование не ограничивается гипотезами о развитии явлений или процессов в будущем. Можно прогнозировать и современные, но еще неизвестные явления, например, неизвестные полезные ископаемые. Существенно лишь то, что предсказываемое явление недоступно прямому изучению в настоящее время.

В **основе прогноза лежат картографические экстраполяции**, понимаемые в широком смысле как распространение закономерностей, полученных в ходе картографического анализа какого-либо явления, на неизученную часть этого явления, на другую территорию и (или) на будущее время.

Экстраполяция, экстраполирование (от лат. *extrā* - вне, снаружи, за, кроме и лат. *polire* - приглаживаю, выправляю, изменяю, меняю) - метод научного исследования, состоящий в распространении выводов, полученных из наблюдения над одной частью явления, на другую его часть; научное прогнозирование событий.

Виды картографических прогнозов

- прогноз во времени, основанный на экстраполяции динамических тенденций, выявленных по разновременным картам;

- прогноз в пространстве, опирающийся на взаимосвязи и аналогии, установленные по картам разной тематики;

- пространственно-временной прогноз, сочетающий оба названных выше вида прогноза и позволяющий предсказать тенденции развития и эволюции явления в прогнозируемом пространстве.

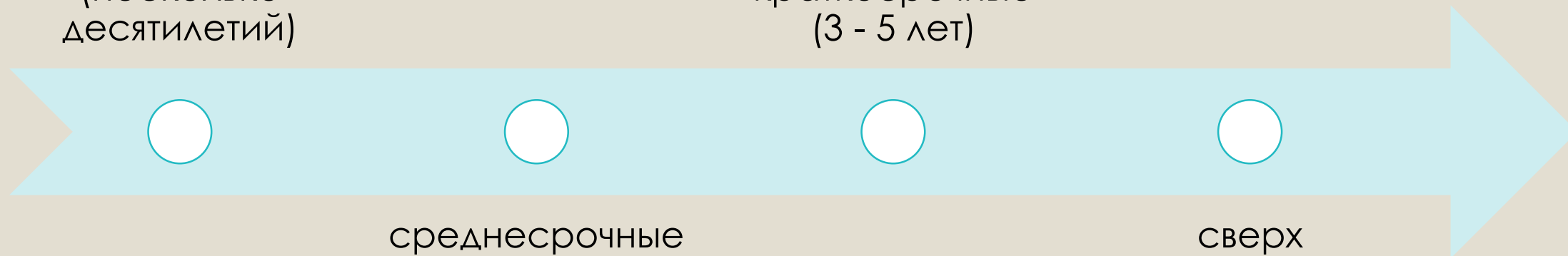
По временному критерию различают прогнозы:

долгосрочные
(несколько десятилетий)

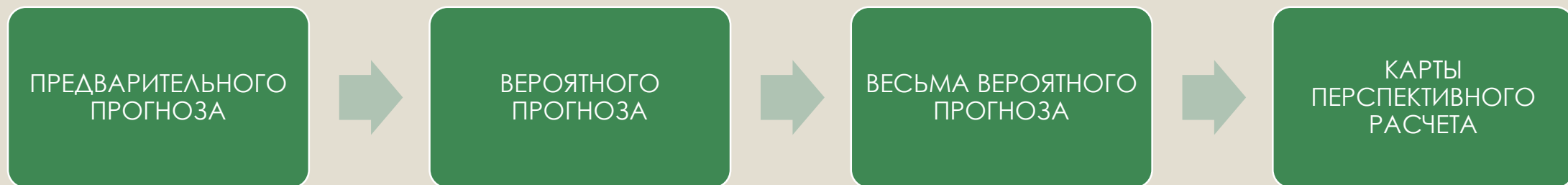
краткосрочные
(3 - 5 лет)

среднесрочные
(10-15 лет)

сверх
краткосрочные
(менее года)



В зависимости от степени
достоверности различают карты:



Достоверность прогнозных карт ЗАВИСИТ ОТ:

