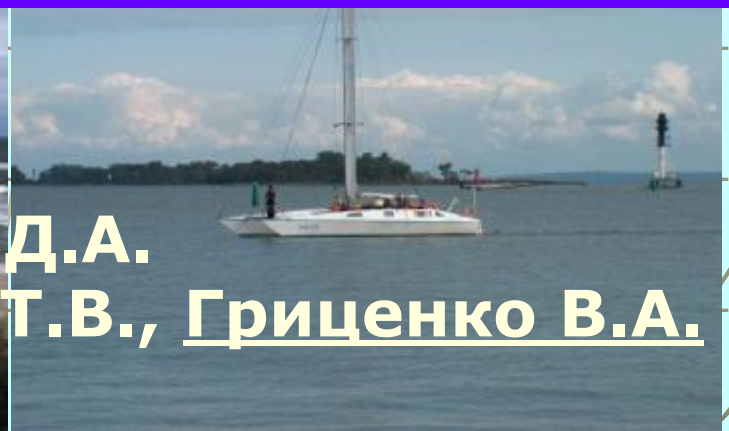




**ПОЛУЭМПИРИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ НА  
ТЕМАТИЧЕСКИХ СЛОЯХ ОБЩЕГЕОГРАФИЧЕСКОЙ  
ГИС СИСТЕМЫ «Калининградская область» как  
ИНСТРУМЕНТАРИЙ КУПЗ В РЕГИОНЕ**



**Глеза И.Л., Белов Н.С., Домнин Д.А.  
Шаплыгина Т.В., Гриценко В.А.**

РГУ им. И.Канта

# Калининградская область

- лежит в стороне от основных транспортных магистралей Европы и естественным образом «вписана» в ее физико-географическую и социально-экономическую структуру.

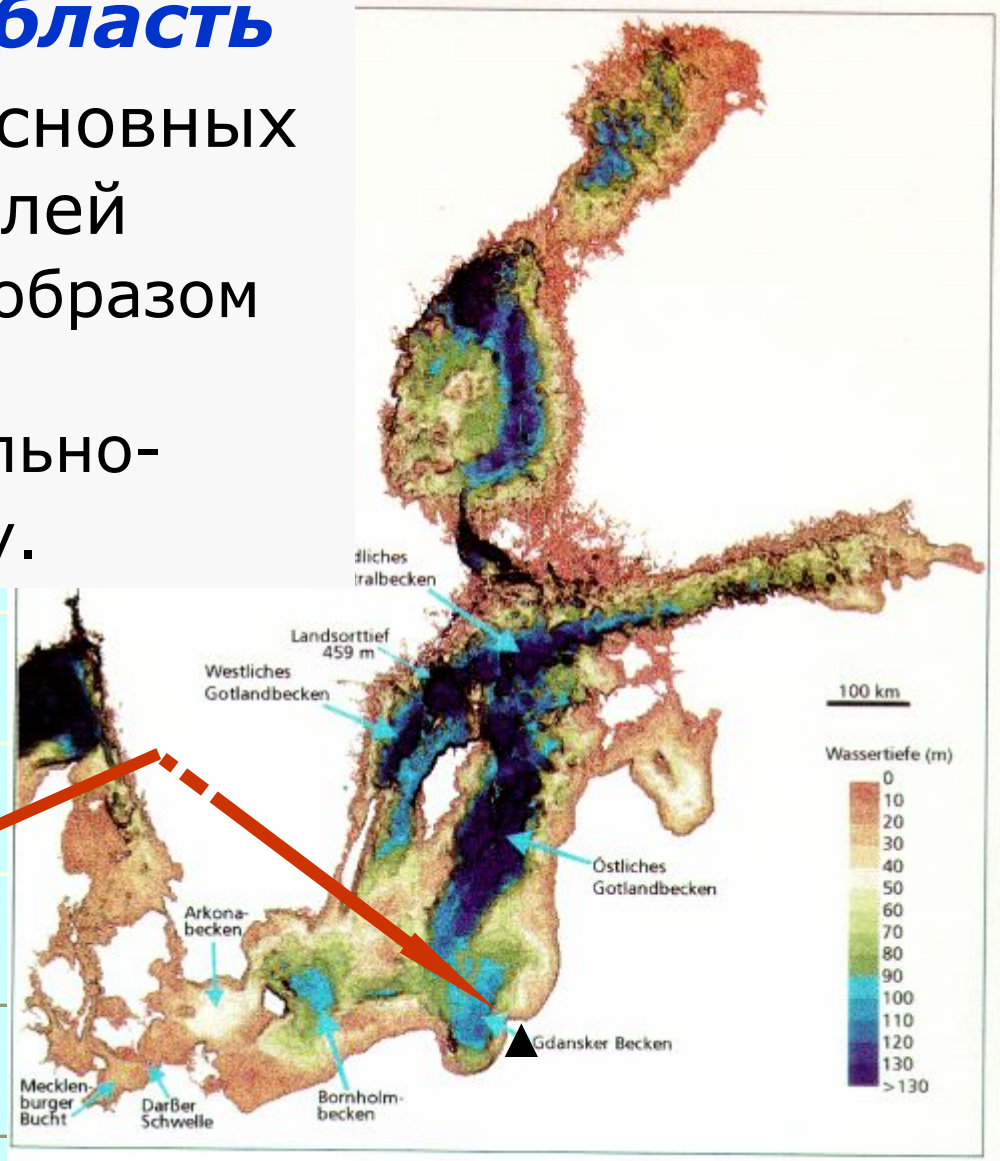


Abb. 1. Bathymetrische Karte der Ostsee.

Общим свойством всех региональных процессов переноса в атмосфере и гидросфере, и большей части экономических является ***их трансграничный характер.***

**Предполагалось, что погружение всех массивов соответствующих данных в ГИС поможет решить проблемы накопления данных мониторинговых наблюдений, их анализа, и создания среды для построения диагностических и прогностических моделей.**

**В рамках проекта 2.2.1.1/3714** программы РНП ВШ в 2009-2010 гг. в РГУ им. И.Канта была создана региональная общегеографическая геоинформационная система «Калининградская область», попутно **решив при этом проблемы построения**

\* **среды** для «усвоения» значительного объема разнородных массивов данных по региону

- **пространства** для аналитических оценок и прогностического моделирования об изменчивости природных и социально-экономических подсистем региона

- а также **координации** полевых исследований на территории региона



# Особенности ГИС-СИСТЕМЫ

## «Калининградская область».

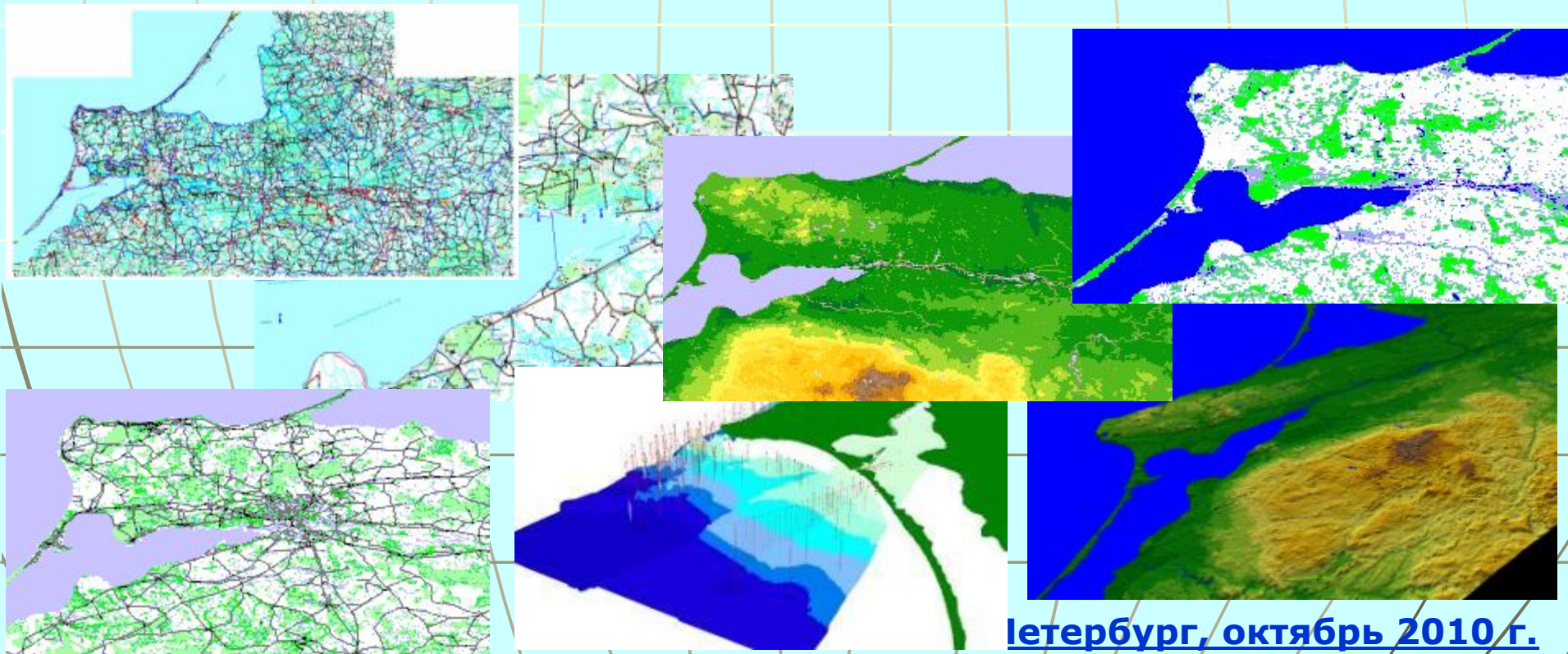
ГИС-система развернута на базе **Arc View 9.3**, включая: **ArcCatalog, ArcMap, ArcToolBox, Spatial Analyst**

Для решения задач водного туризма используется ГИС **«Панорама»**, океанологии - **Ocean Data View**.

**Доступ** к **ГИС** основан на системе аутентификации **Windows**.

# Базовые слои - традиционный набор:

береговая линия моря, заливов, государственные границы, внешняя граница территориальных вод, границы исключительных экономических зон, границы административных районов области, дорожная сеть, постоянные водотоки, водоемы, населенные пункты. Рельеф (выполнен в виде растровой модели с размером 1 пиксела 100X100 м), растительность, количество, плотность и пропорции населения, индекс репродуктивности, структура занятости, площадь застроенных земель и т.п. (рук. И.Л. Глеза, РГУ им. И.Канта)



# **Наши регионально ориентированные под-проекты:**

***Прибрежные воды Балтики***

***Ландшафтная съемка области***

***Дигрессия прибрежных  
ландшафтов***

***Региональная речная сеть***

***Малые города прибрежной зоны***

***Водный туризм***

***Археологические памятники***

***Озеро Виштынецкое***

***Заливы и лагуны области***

***Подземные воды***

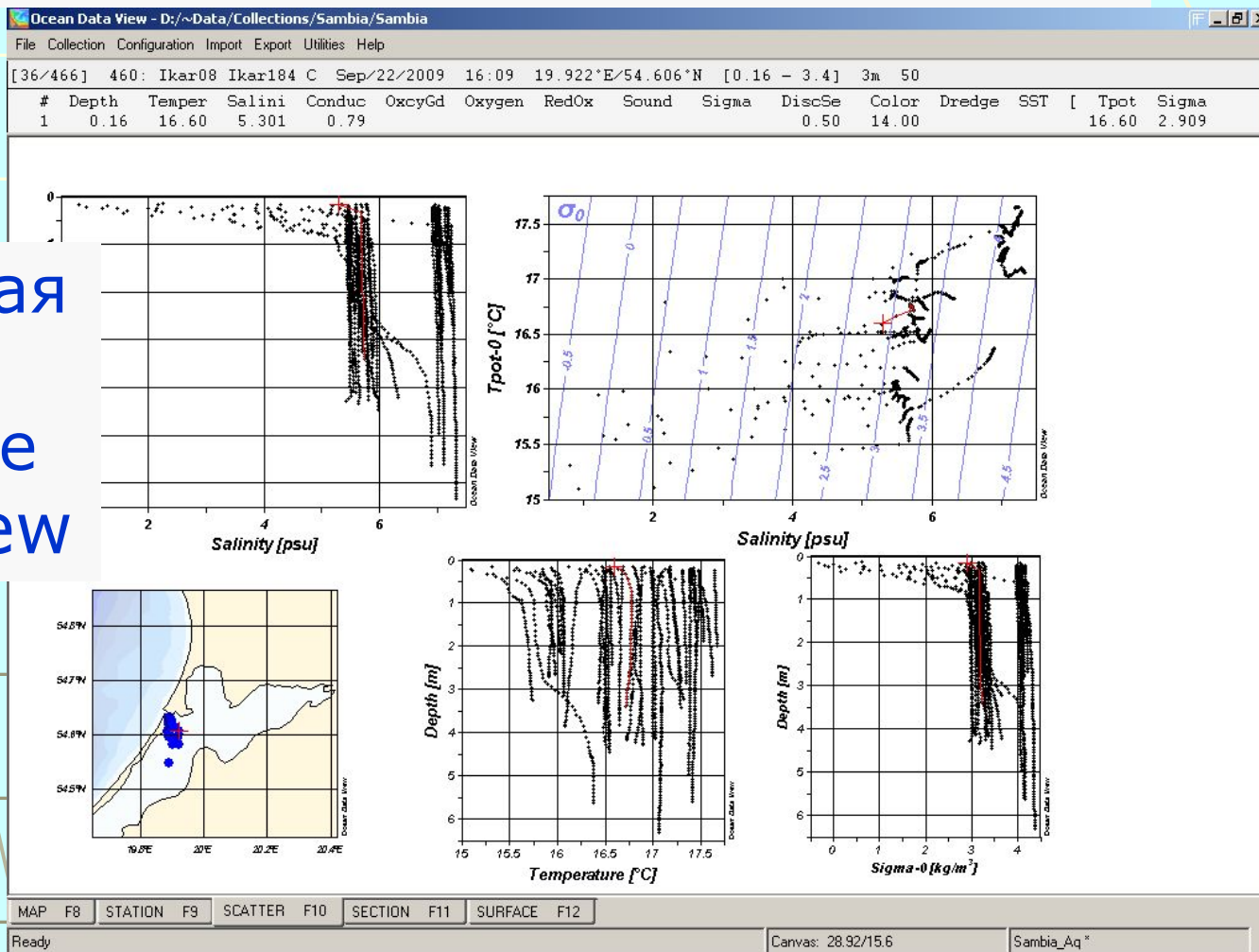
## ***Прибрежные воды Балтики.***

Калининградская область расположена в юго-восточной части Балтийского моря и лежит на стыке двух достаточно глубоководных для Балтики бассейнов: Гданьского и южной части Готландского.

В **тематическом слое «Прибрежные воды»** удалось объединить результаты пятилетних экспедиционных работ в прибрежных акваториях, что позволило решить некоторые задачи классификации акваторий и получения статистических оценок.

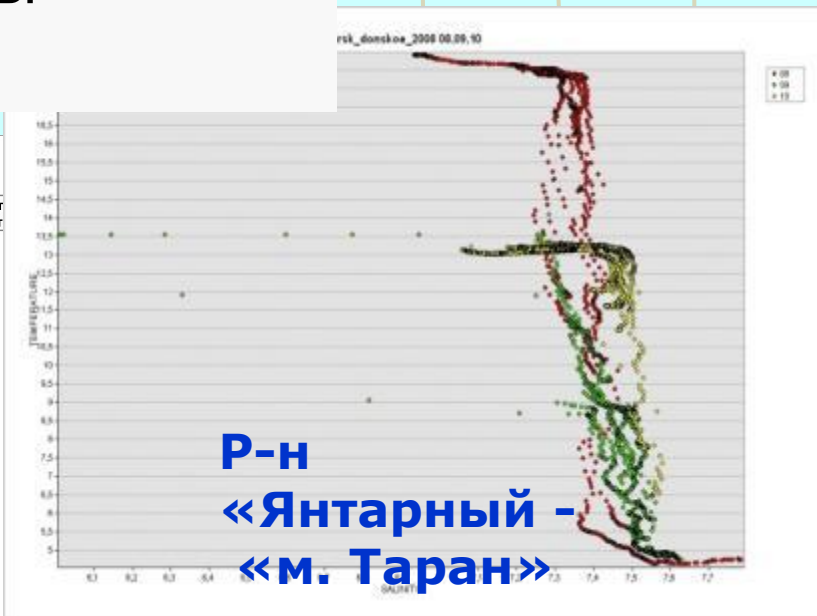
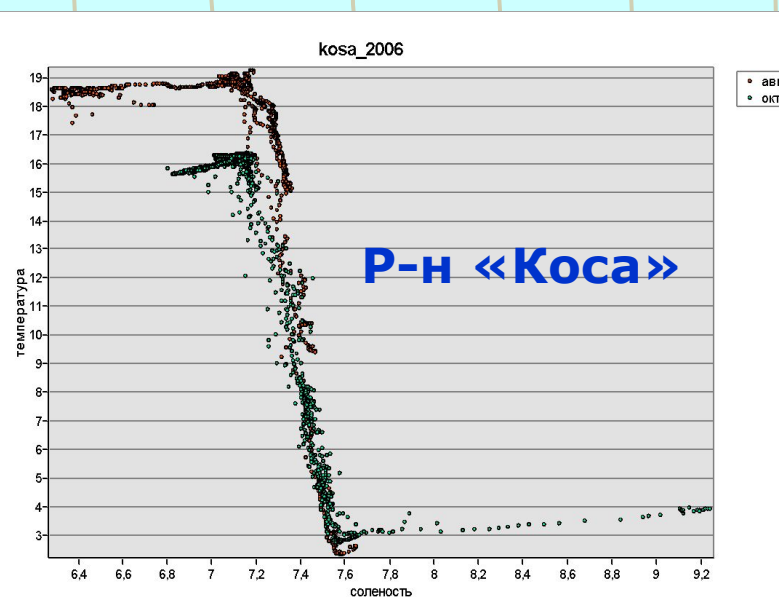
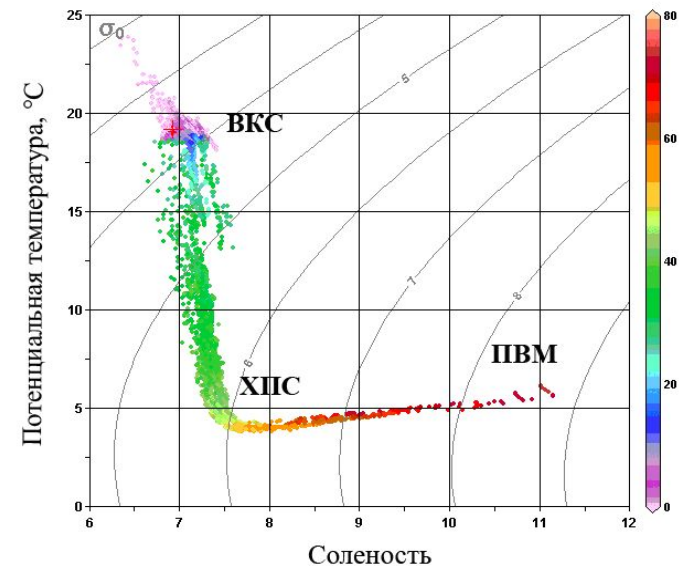


# Пример скаттерограммы данных, полученных в ходе 8 рейса катамарана «Икар».



Предварительная организация данных в пакете Ocean Data View

**T-S диаграмма** прибрежных вод юго-восточной части Балтики по данным гидрологического зондирования на всех разрезах в ходе экспедиции на катамаране «Икар». ВКС – верхний квазиоднородный слой, ХПС – холодный промежуточный слой, ПВМ – переходная водная масса. Хорошо видны особенности термохалинной структуры прибрежных вод



Санкт Петербург, октябрь 2010 г.

**Дигрессия прибрежных ландшафтов.** Куршская и Вислинская косы представляют собой уникальные образования юго-восточного побережья Балтийского моря.

**Куршская коса** является национальным парком, и входит в список Всемирного наследия ЮНЕСКО. Активно осваивается как туристско-рекреационная территория области.

**Вислинская коса** лишена природоохранного статуса, а многолетнее бесконтрольное освоение привело к заметным негативным изменениям природных комплексов.

**Тематический слой «Дигрессия прибрежных ландшафтов»** был создан на основе 7-9 летних рядов наблюдений за состоянием природных комплексов. Для геоэкологической оценки их состояния были разработаны **методики расчета** дигрессии и уязвимости природных комплексов к природному и антропогенному воздействию

# Тематический слой

## «Дигрессия прибрежных ландшафтов»

Оценка дигрессии природных комплексов (Волкова И.И., Шаплыгина Т.В., РГУ им. И.Канта) основана на расчете 15 показателей изменений природного и антропогенного характера, выявленных с учетом особенностей прибрежно-морского типа ландшафта, и преобладающих форм антропогенного воздействия.



Расчет карты выполнен на базе диагностической модели.



**Диагностическая модель** дигрессии природных комплексов - интегральный показатель, основанный на балльной покомпонентной оценке 15 индикаторов природного и антропогенного генезиса. Показатель дигрессии  $D$  природных комплексов рассчитывался по формуле:

$$D = \sum_{i=1}^n \alpha_i p_i k_i$$

где  $\alpha_i$  – компонента вектора инцидентности;  $k_i$  – весовой коэффициент (от 0 до 1; );  $p_i$  – показатель (в баллах).

Результаты расчета интегрального показателя дигрессии по каждому природному комплексу были представлены в виде 5-стадийной шкалы дигрессии:  
I стадия –  $<0,15$  (очень слабая); II –  $0,15-0,30$  (слабая); III –  $0,31-0,45$  (средняя); IV –  $0,46-0,60$  (сильная); V –  $>0,60$  (очень сильная).

**Полуэмпирическая формула** расчета интегральной уязвимости природных комплексов к природному и антропогенному воздействию **V**, полученная методом наименьших квадратов при обработке натурных данных, выглядит следующим образом:

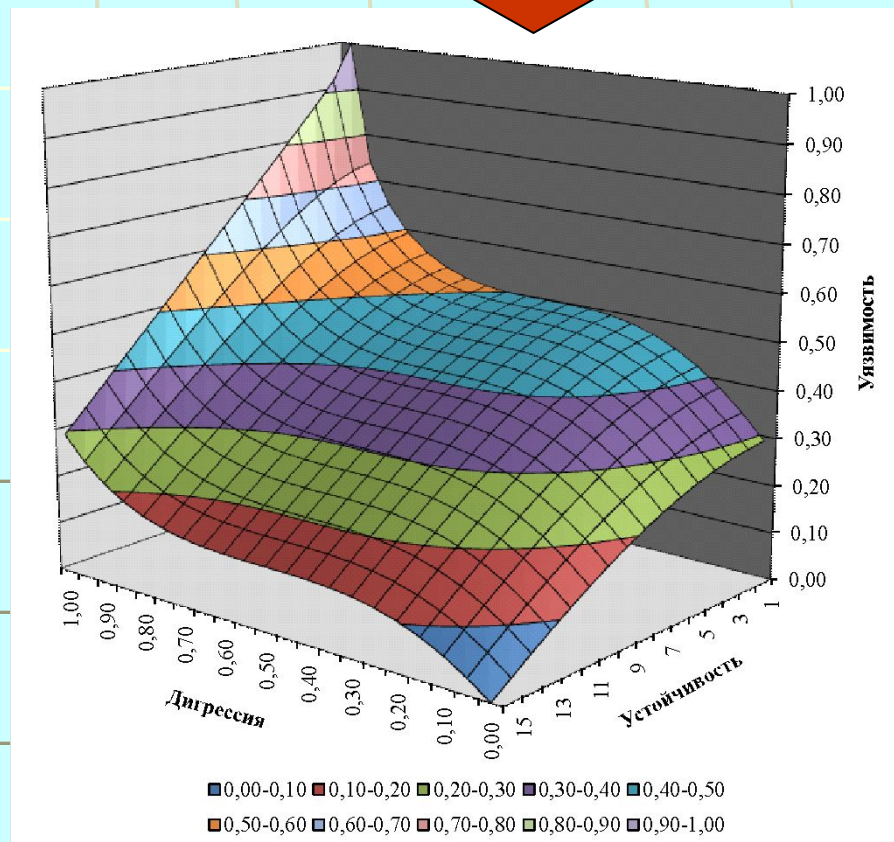
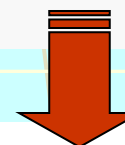
$$V = 1 - \sqrt{0,25 + 0.001953 \times S^2 - 2,015623 \times (D - 0,5)^3}$$

где **S** – интегральный показатель устойчивости; **D** – интегральный показатель дигрессии. Все константы данной формулы безразмерны и соответствуют используемому массиву данных.

На основе полученных расчетов было выполнено распределение интегрального показателя уязвимости природных комплексов

**К** по 5 категориям:  
пониженная –  $<0,20$ ;  
умеренная –  $0,20-0,30$ ;  
повышенная –  $0,31-0,40$ ;  
высокая –  $0,41-0,50$ ;  
очень высокая –  $>0,50$ .

На рисунке показан характер изменения показателя **К** в зависимости от интегральных показателей устойчивости и дигрессии.



## **Малые города прибрежной зоны.**

Все города области (кроме областного центра) являются малыми и для решения задач **планирования и управления** прибрежной зоной, которой, фактически, является вся область, создается **слой «Малые города»**.  
Подготовлена статистическая база слоя по всем 19 муниципальным образованиям Калининградской области. Временные данные охватывают 2007 - 2009 гг. Выбранные показатели позволили подготовить рабочие варианты некоторых алгоритмов модельных подходов к сравнительному анализу эволюции состояния малых городов области.

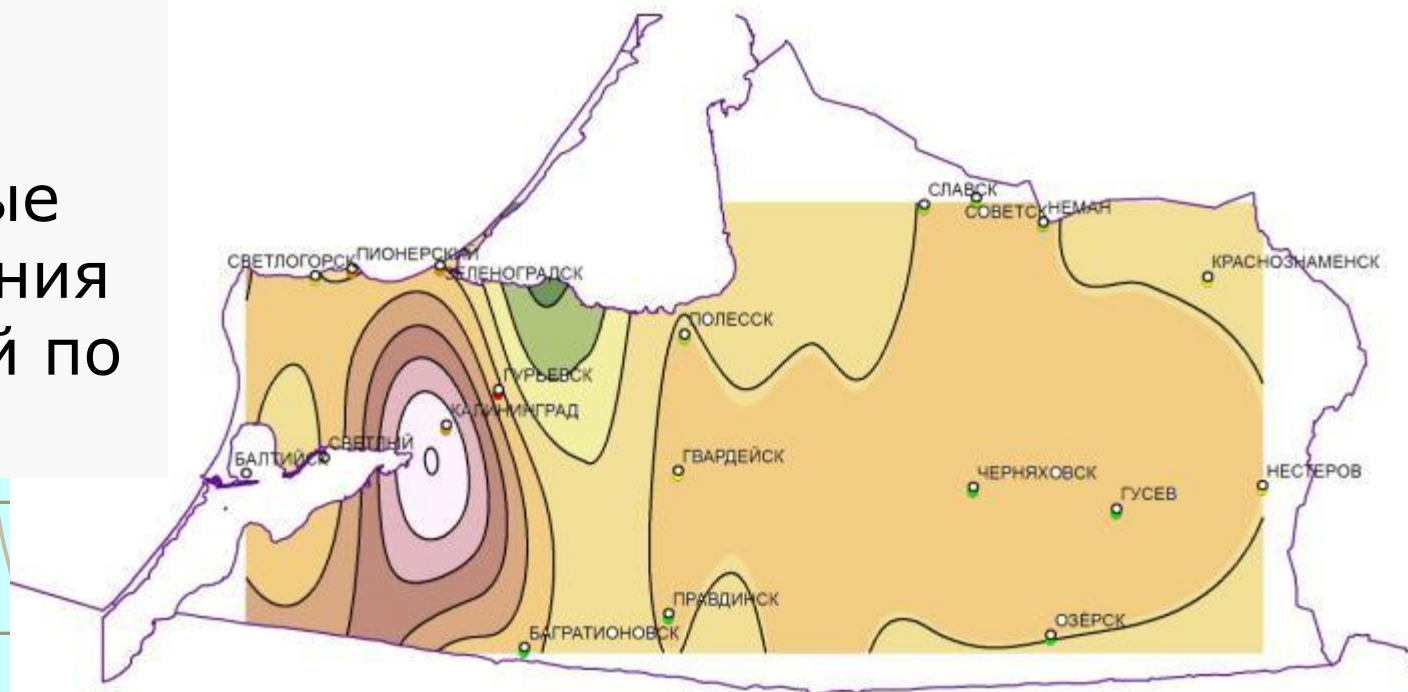


**После анализа данных** были выбраны следующие показатели.

- а) **Население**: численность постоянного населения, детей дошкольного возраста (0-6 лет) и трудоспособного возраста; средняя численность работающих.
  - б) **Уровень доходов**: среднемесячная начисляемая заработная плата работающих.
  - в) **Занятость**: количество безработных.
  - г) **Жилищный фонд**: площадь жилищного фонда; площадь жилищ, приходящиеся в среднем на одного жителя.
  - д) **Жилищно-коммунальная хозяйство**: плата за горячее и холодное водоснабжение, водоотведение; за отопление в отопительный сезон; за текущий ремонт и содержание жилья в домах государственного и муниципального жилых фондов; плата за электричество.
  - е) **Экология**: выбросы загрязняющих веществ в атмосферу/год.
  - ж) **Правонарушения**: зарегистрированных правонарушений (всего, на 1000 жителей).
  - з) **Сельское хозяйство**: объем производства.
  - и) **Торговля и сфера услуг**: оборот розничной торговли.
- Всего 19 показателей в девяти группах. (Левченков А.В., РГУ)

Для выявления реального уровня жизни в малых городах были выбраны два показателя: **реальные доходы населения** в рублях в расчёте на одного жителя и **СТОИМОСТЬ коммунальных услуг**. (Левченков А.В., РГУ)

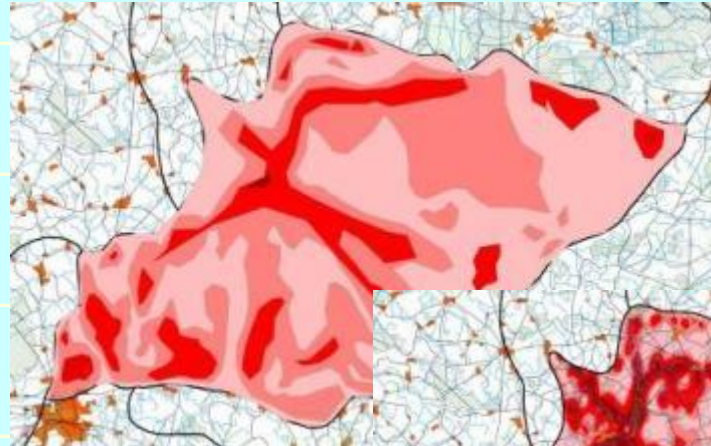
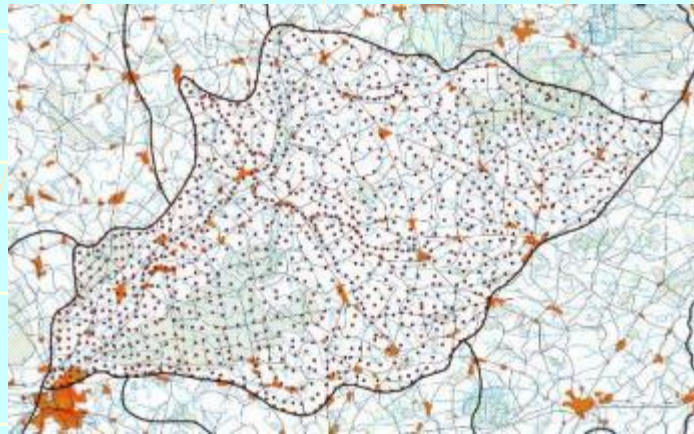
На графике приведены непрерывные распределения показателей по региону



**Региональная речная сеть.** Калининградская область обладает развитой речной сетью. Существует множество проблем с ее пространственным отображением. За 2009-2010 гг. были уточнены границы бассейнов рек второго и третьего порядка. Проведено первичное **моделирование антропогенной нагрузки** на речные бассейны Калининградской области. Проведен также первичный расчет **коэффициента техногенной опасности** на территории Калининградской области. Выполненные расчеты коэффициентов антропогенной нагрузки и техногенной опасности на речные бассейны Калининградской области являются, прототипами соответствующих диагностических моделей.

## Тематический слой «Речная сеть»

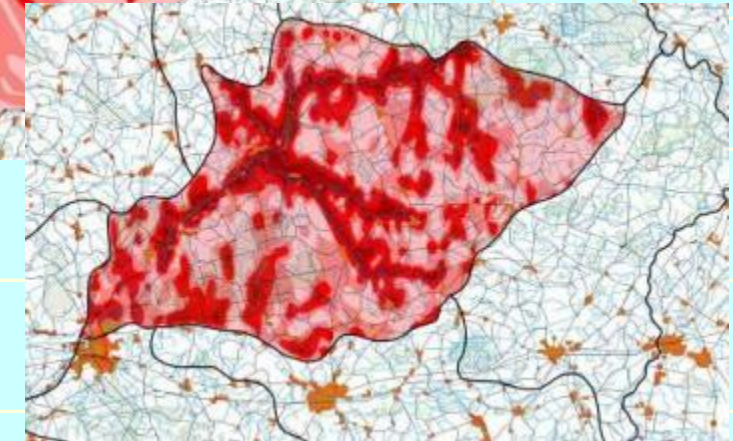
Пример описания бассейна реки Инструч. (Н.С. Белов)



РГУ им.  
И.Канта)

Создана сеть из 1230 точек на территории бассейна, для которых оценивалась антропогенная нагрузка по 4 параметрам с повышающими / понижающими коэффициентами.

Классический метод ареалов показывает пространственное распределение антропогенной нагрузки, но затрудняет определение диффузных источников загрязнения.



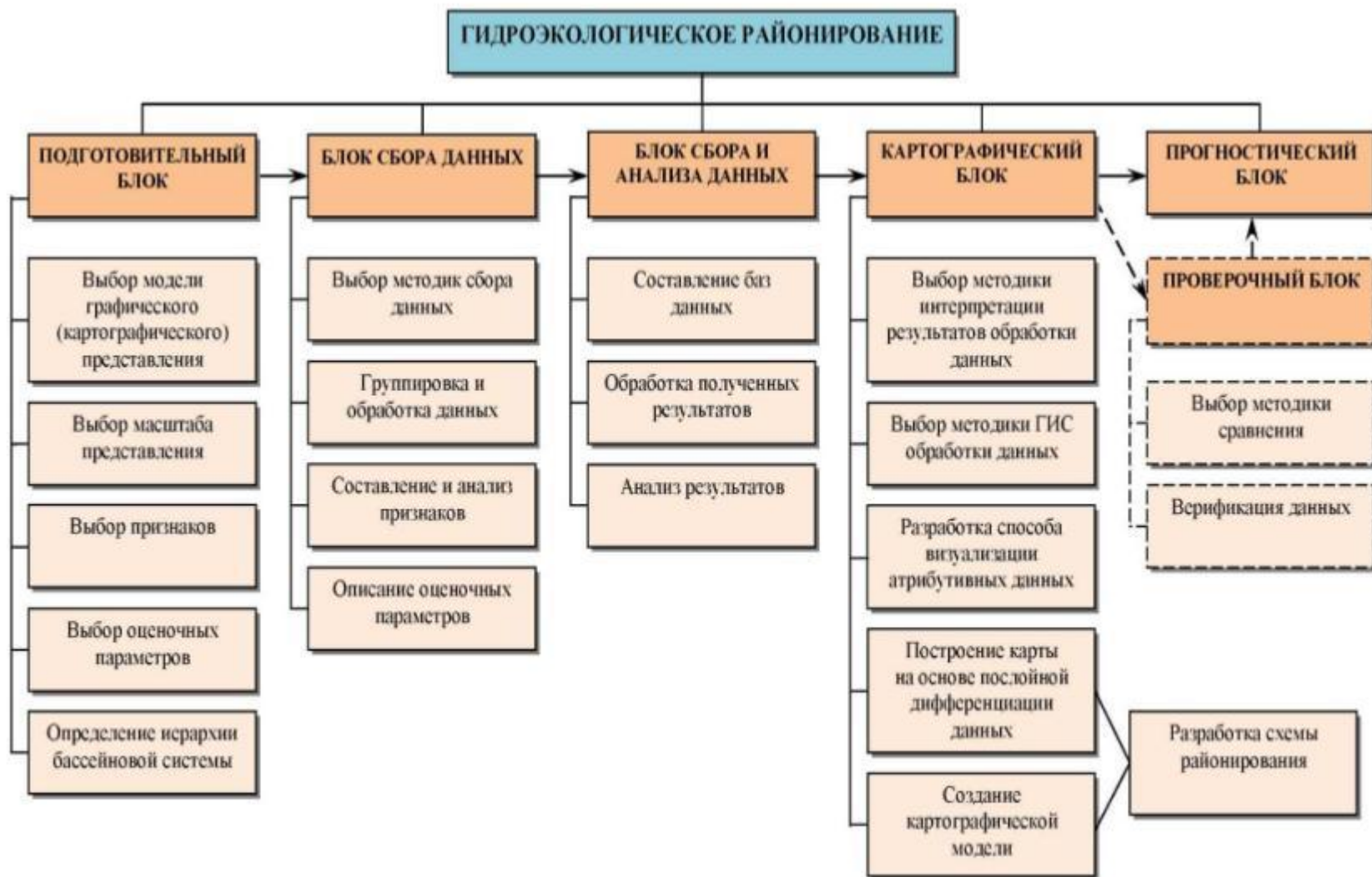
Средствами ArcGis была проведен расчет поверхности, который в итоге после обработки показал более точный результат.



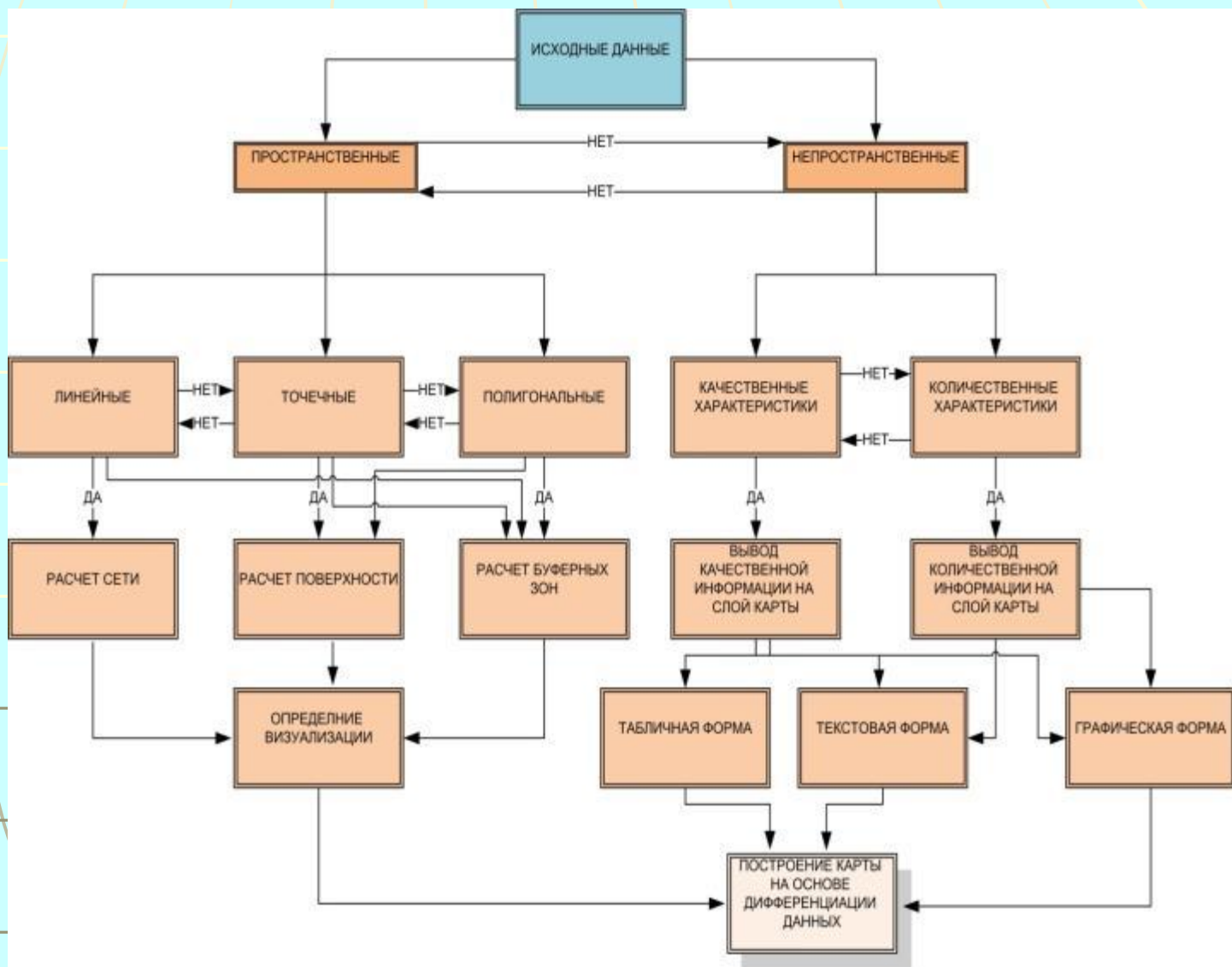
**Разработанная  
диагностическая модель** расчета  
геоэкологической дифференциации  
территории включает в себя пять  
обязательных блоков

- **подготовительный,**
- **сбора данных,**
- **их обработки и анализа,**
- **картографический,**
- **прогностический**
- **рекомендательный  
(проверочный).**

# Структурная схема районирования

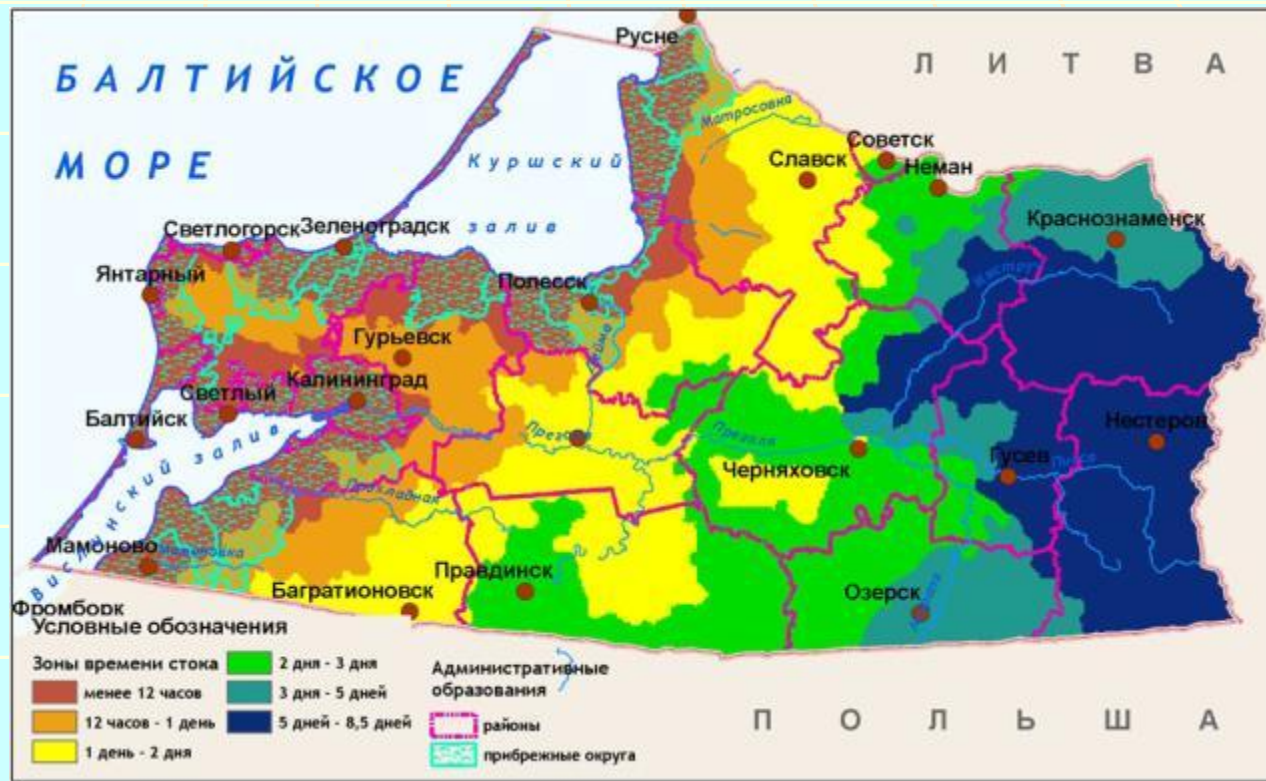


# Блок-схема «внедрения» диагностической модели в ГИС-систему



# Расчет времени стока по главным водотокам области с административной структурой (для среднегодовой скорости) (АО ИО РАН, Домнин Д.А.)

Данные получены средствами пространственного анализа (**модуль ArcGIS 9 Spatial Analyst (ArcGIS 9, 2001)**), путем измерения расстояния от узловых точек в гидрографической сети (точек слияния водотоков) до открытого принимающего водоема и скорости течения воды в русле водотоков, т.е. выделены изохроны добегания элементарных объемов воды от этих точек до рассматриваемого створа.



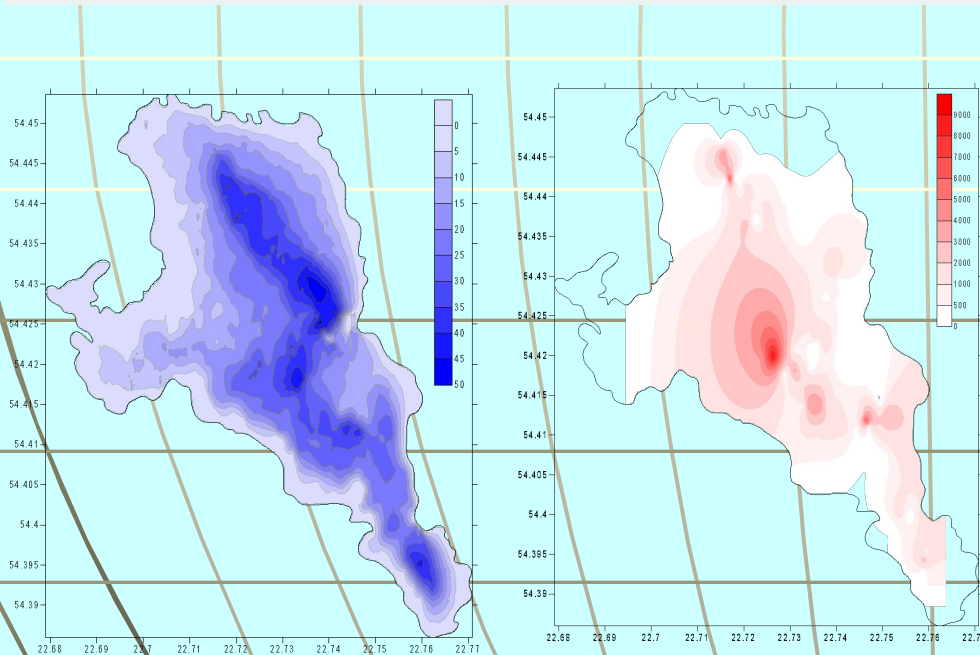
Расположение этих зон зависит от сезона. Минимальное время стока соответствует весеннему половодью и паводкам, максимальное – периоду летней межени.



# ОПЕРАТИВНЫЙ СБОР

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ.

**Озеро Виштынецкое.** Исследовательской группой **КГТУ** (рук. Шibaев С.В.) в летний период 2008-2010 гг. было продолжено накопление данных по морфометрии озера на основании данных эхолотной съемки. **Собраны** гидрологические, гидрохимические и гидробиологические данные для комплексной оценки состояния водоема.

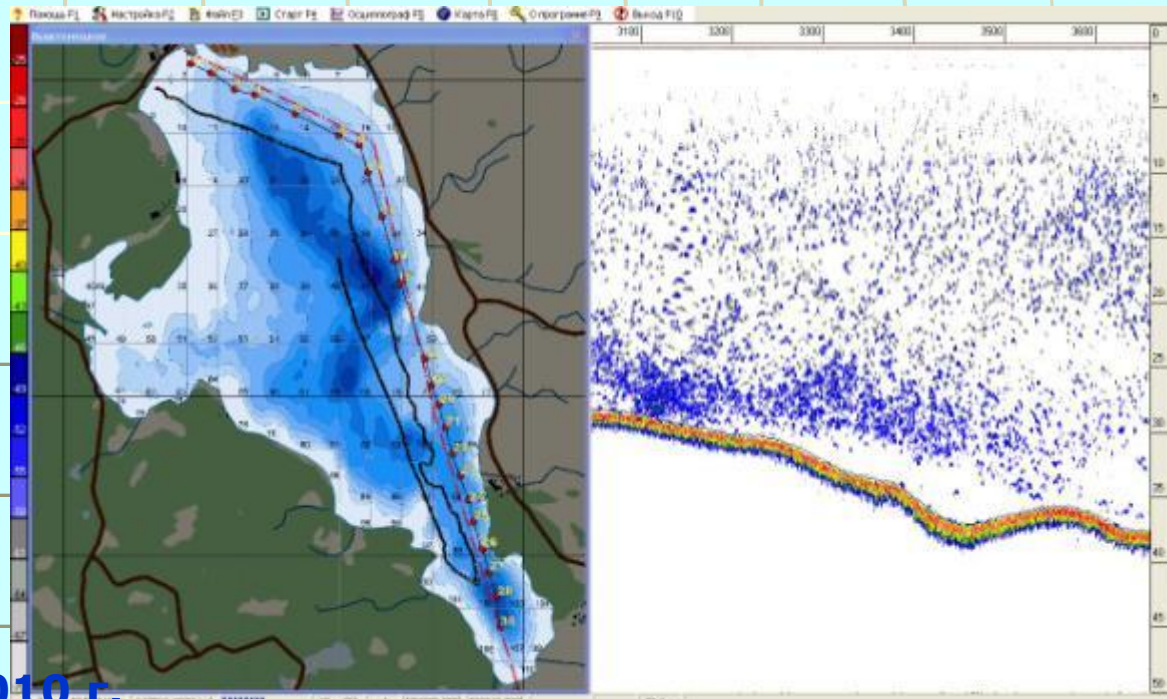
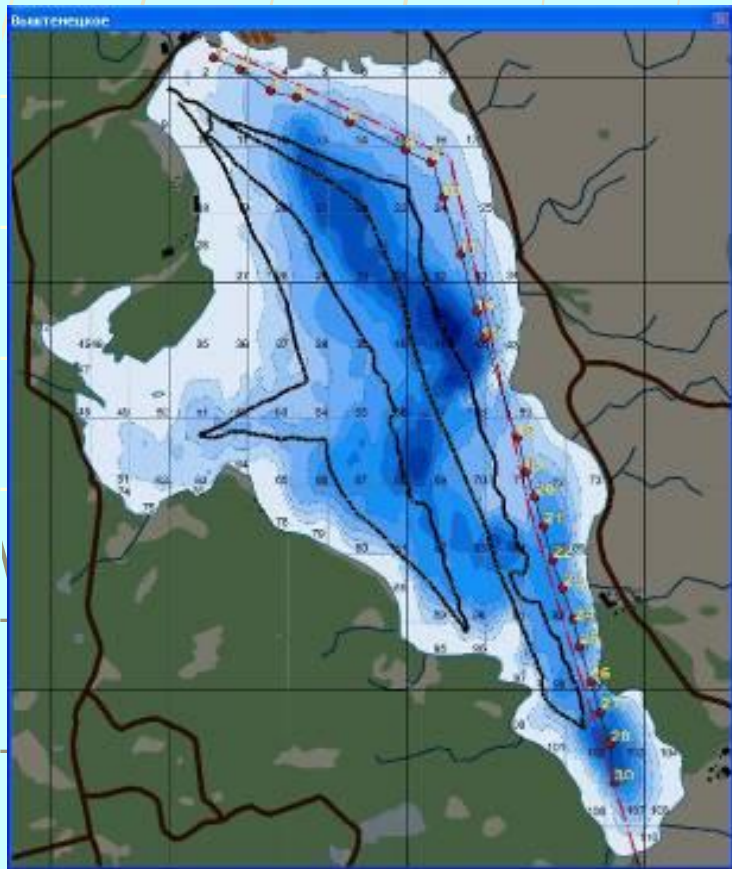


***Построены:*** карты плотности распределения, оценки видовой и размерной структуры рыбного населения с оценкой относительной численности и биомассы запаса.

**Санкт Петербург, октябрь 2010 г.**

# Схема галсов гидроакустической съемки (май, 2010 г.)

Типичный характер распределения водных биомасс в темное время суток (май, 2010 г.)











[Санкт Петербург, октябрь 2010 г.](#)

# Ландшафтное картирование области

(руководители Е.В. Романова и О.Л. Виноградова, **РГУ им.И.Канта**) произведена ландшафтная съемка в масштабе 1:200 000 южной и центральной части территории Калининградской области с выделением видов ландшафтов, на ключевых участках – с выделением урочищ.



Общий вид ландшафтной схемы Славского района Калининградской области по данным полевых съемок 2007-2008 гг.

-  -Приморские луга
-  -Низинные болота
-  -Верховые болота
-  -Пolderные земли
-  -Древнедельтовая низменность
-  -Материковые дюны и массивы переветренных песков
-  -Полого-холмистая моренная равнина
-  -Современные долины рек.

В результате полевых исследований и анализа **ландшафтной структуры** Калининградской области выявлены **основные закономерности** расположения ареалов генетических типов ландшафтов в зависимости от действия главных эволюционных процессов ландшафтогенеза.

В результате полевых исследований и анализа **морфологической структуры** **создана картографическая модель** ландшафтного комплекса Калининградской области в масштабе 1:200000.

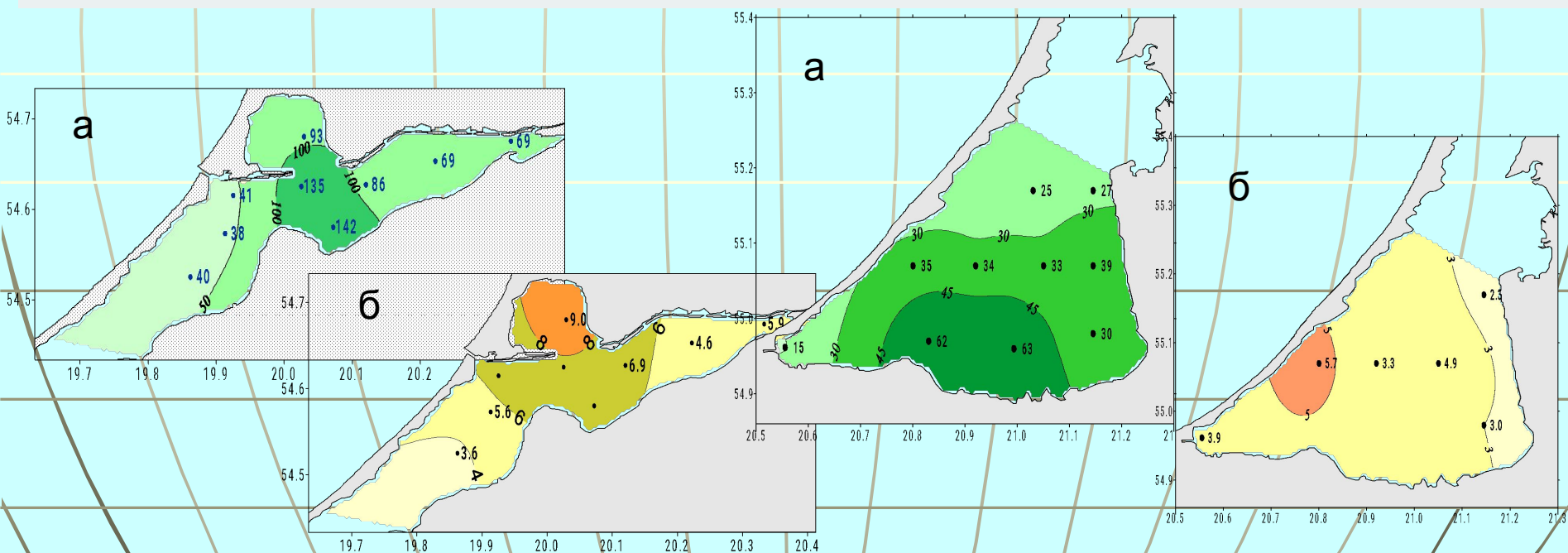
**Создана база данных** по генетическим типам и видам ландшафтов Калининградской области



# Куршский и Вислинский заливы.

В марте-мае и июле-августе 2009-2010 гг. выполнен (руководитель Александров С.В., АтлантНИРО) сбор экспериментальных данных по гидробиологическим параметрам водоема.

Заливы значительно превосходят по биологической продуктивности другие районы Балтийского моря.

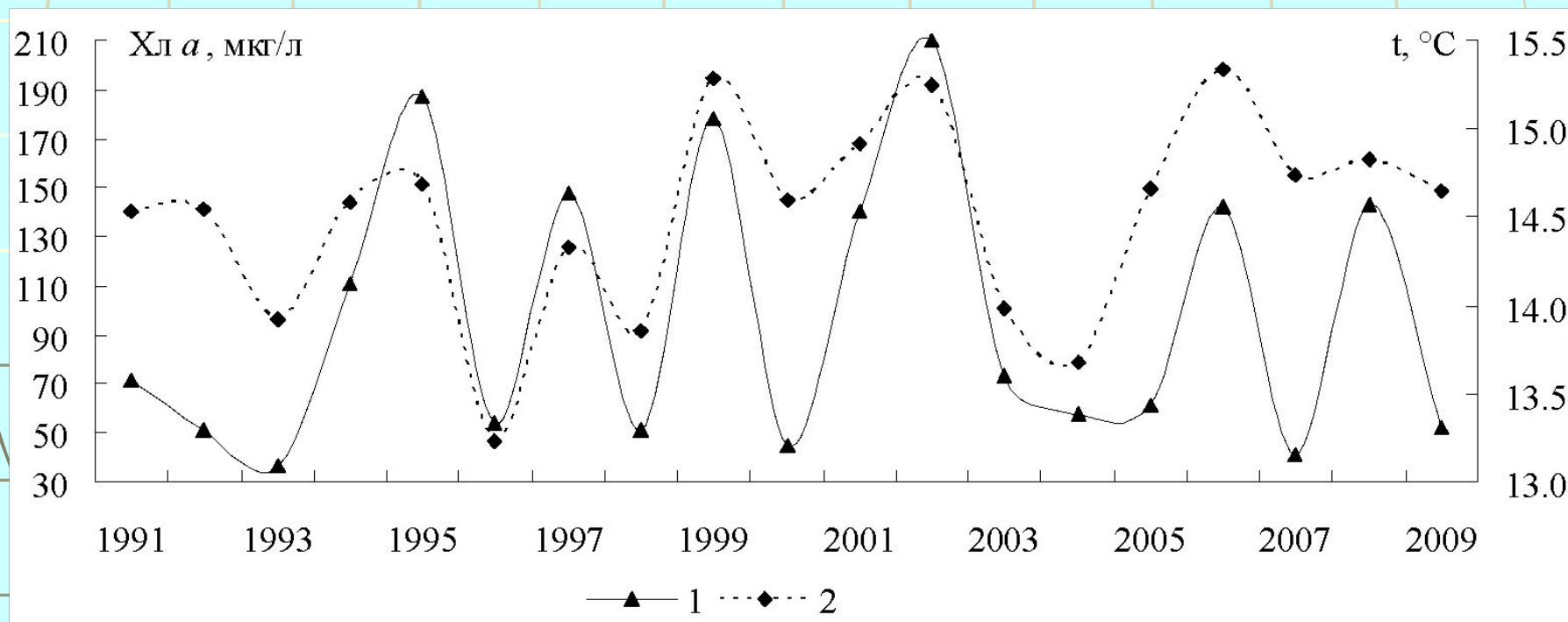


Санкт Петербург, октябрь 2010 г.



## Обработка данных

Среднее для вегетационного периода (апрель-октябрь) содержание хлорофилла (1) и температура воды (2) в Куршском заливе. Соответствующее спектральное представление данных является простейшей моделью процесса.



**Построение региональной ГИС-системы породило ряд «паразитных» эффектов, среди которых:**

- 1. Ревизия архивных данных.** Процесс погружения ранее полученных данных обнаружил их множественные изъяны. Начата верификация используемых архивных массивов.
- 2. «Белые пятна» в массивах данных.** Комплексная оценка загруженных в ГИС массивов данных сразу обнаружила многие их недостатки. Это позволило скорректировать планы будущих экспедиций и летних практик.
- 3. Осознание списка перспективных задач.** Новые возможности ГИС-системы позволили кроме стандартных инструментов статистики надеяться на техники моделирования.

#### **4. Создание ГИС «Калининградская область» получило некоторый общественный резонанс.**

Информация о проекте «просочилась» в СМИ региона, что положительно для РГУ в целом и географического факультета в частности.

#### **5. В создании ГИС-системы принимают участие аспиранты и студенты геофака.**

Новая техника и новые возможности последующего трудоустройства привлекли к созданию ГИС многих наиболее активных и способных студентов.

#### **6. Объединены усилия нескольких исследовательских коллективов из МГУ, КГТУ, РГУ им. И.Канта, АтлантНИРО и АО ИО РАН**

## **Итоги работы по проекту**

В процессе создания ГИС **удалось**

- I.** В рамках одной компьютерной базы данных с географической привязкой (ГИС) **объединить массивы экспериментальных данных** по различным аспектам существования сложной природной и социально-экономической системы, которой является Калининградская область.
  
- II.** **Построить рабочие версии трех диагностических моделей** для тематических слоев «Речная сеть», «Дигрессия прибрежных ландшафтов», «Малые города». В работе еще три модели для слоев «Подземные воды», «Озеро Виштынецкое», «Лагуны и заливы».

## **Благодарности:**

Создание ГИС «Калининградская область»

и полевые работы 2009-2010 гг.

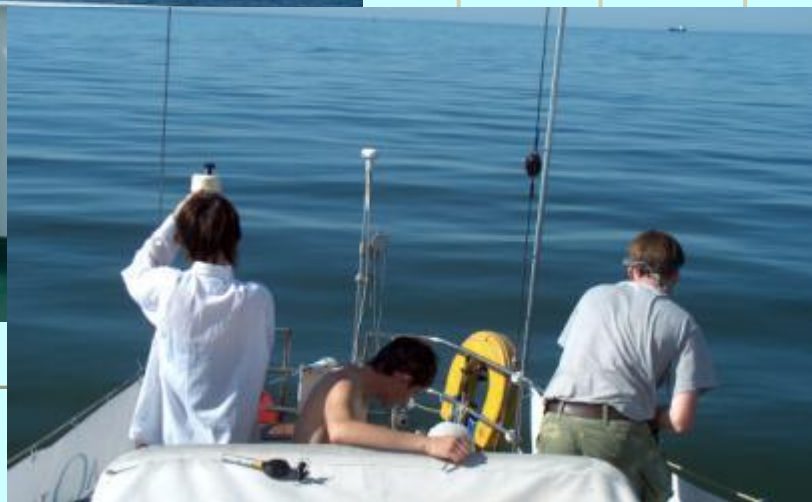
выполнены при поддержке Федеральной программы «Развитие научного потенциала высшей школы», проект 2.2.1.1/3714

Создание базовых слоев выполнено при поддержке ООО «Геоид»

Морские работы выполнены при поддержке РФФИ,

проекты №09-05-00446а, 10-05-00850к и др.,

а также при поддержке проекта ФЦП Мировой океан.



**Санкт Петербург, октябрь 2010 г.**