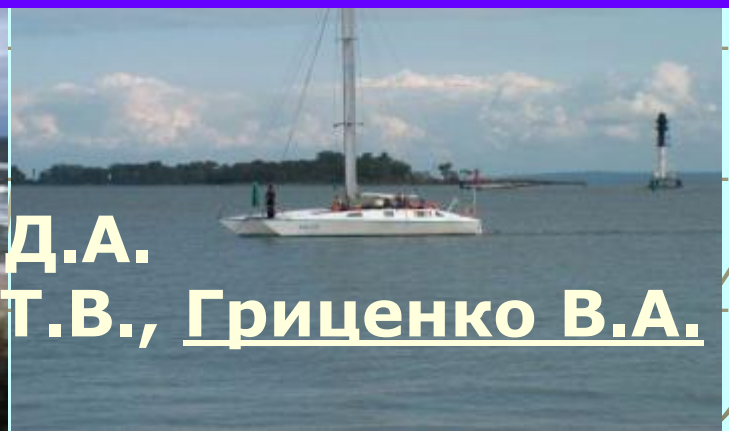




ПОЛУЭМПИРИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ НА ТЕМАТИЧЕСКИХ СЛОЯХ ОБЩЕГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ГИС СИСТЕМЫ «Калининградская область» как ИНСТРУМЕНТАРИЙ КУПЗ В РЕГИОНЕ



**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.

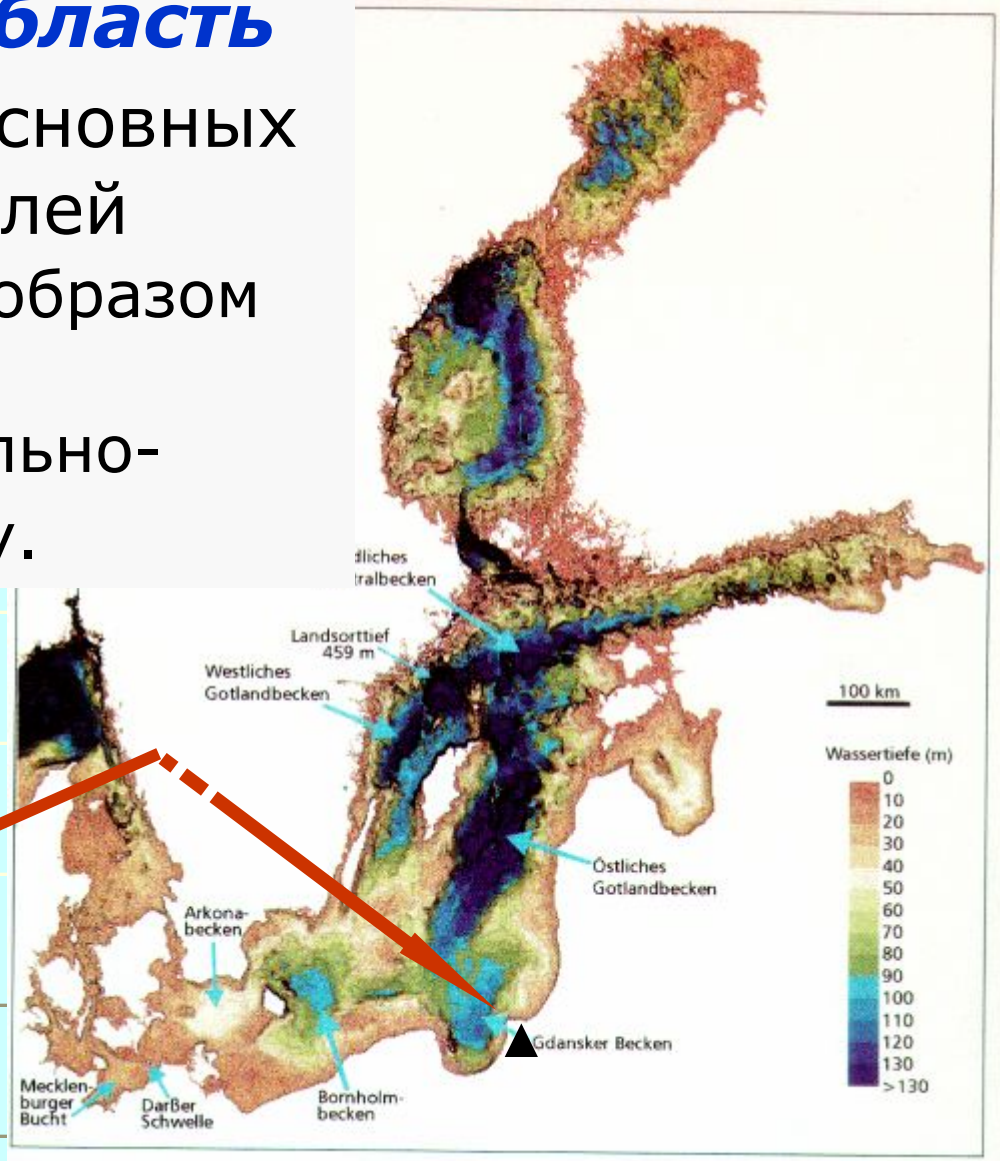


Abb. 1. Bathymetrische Karte der Ostsee.

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».

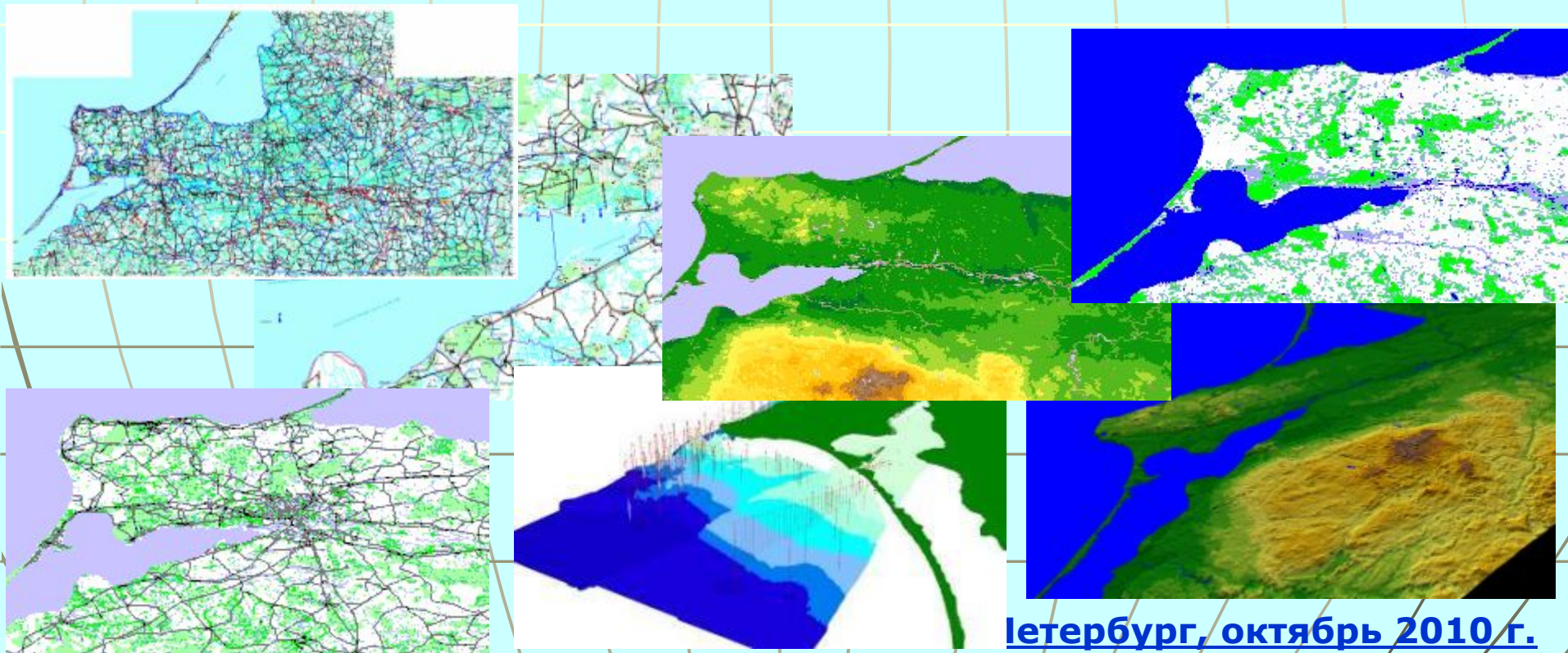
ГИС-система развернута на базе **Arc View 9.3**, включая: **ArcCatalog, ArcMap, ArcToolBox, Spatial Analyst**

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

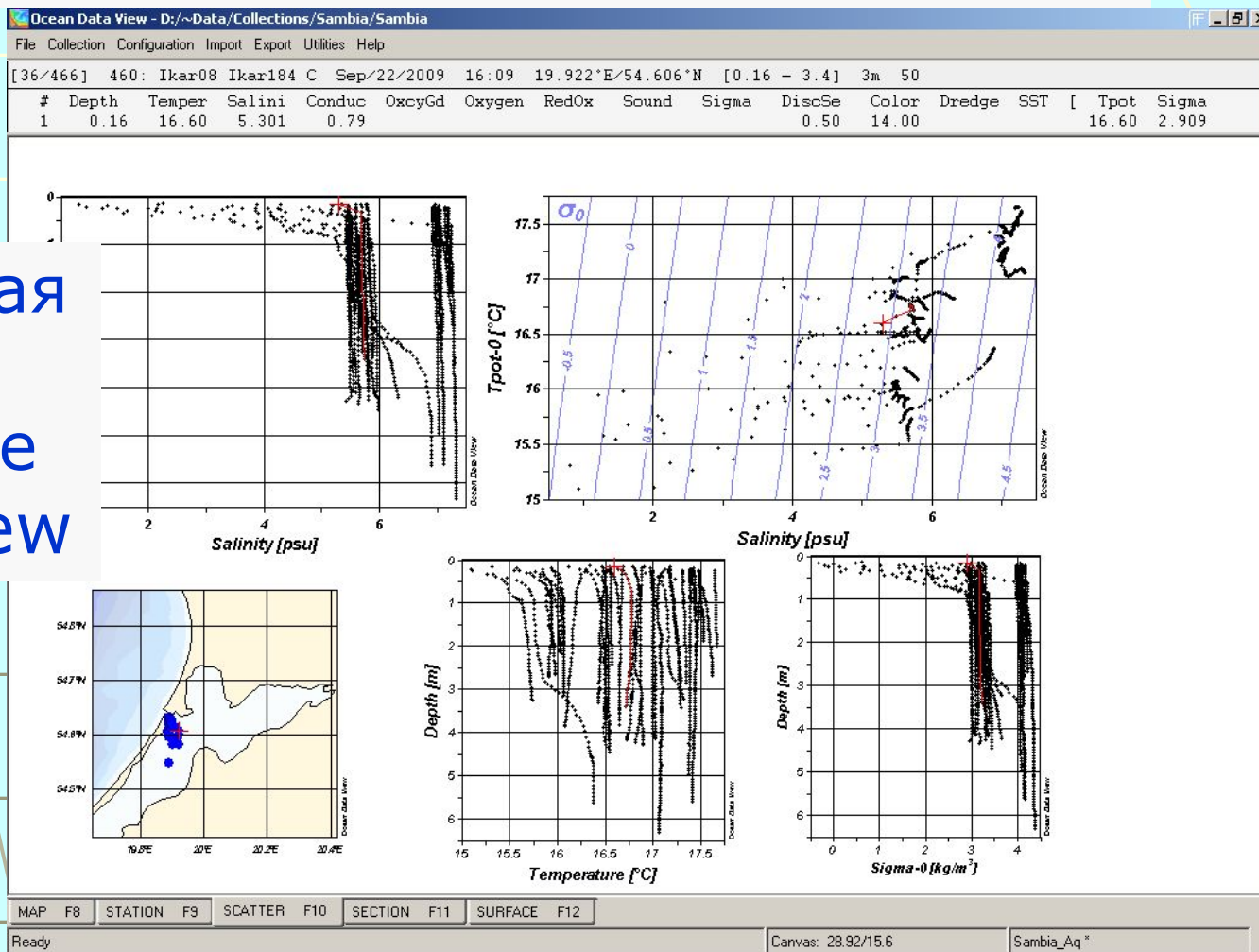
Подземные воды

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.

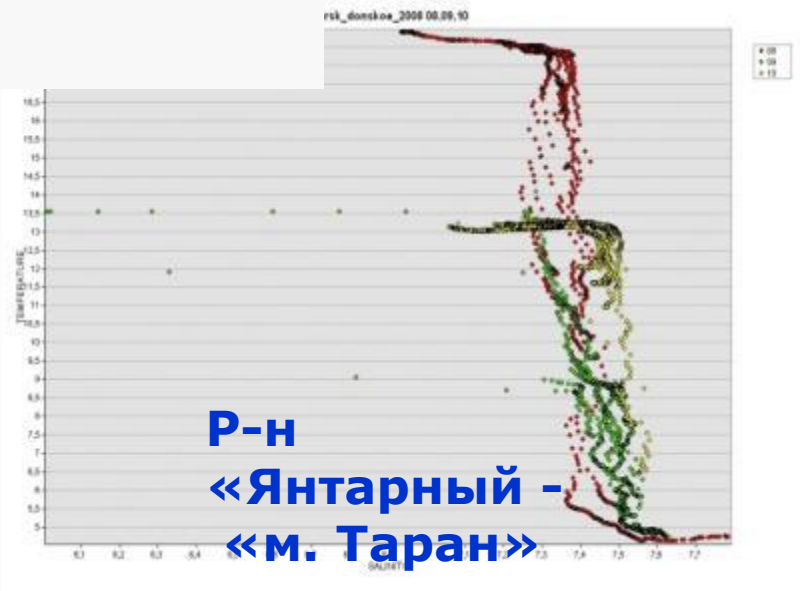
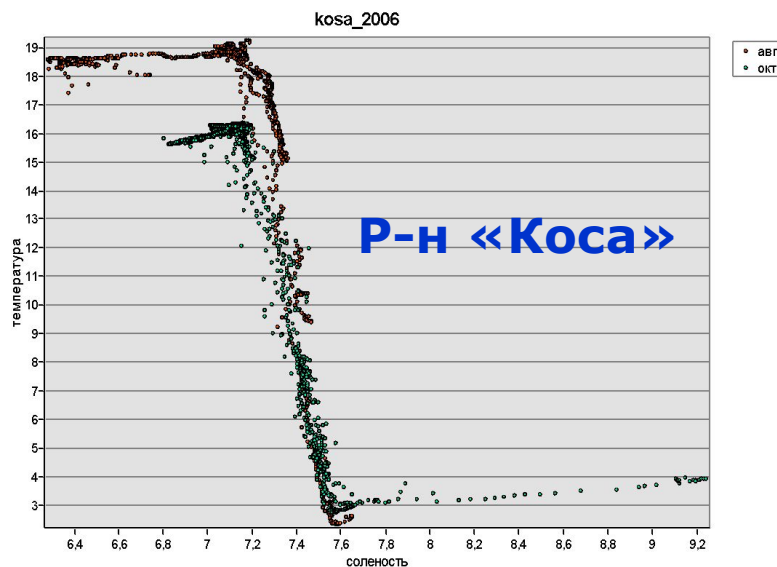
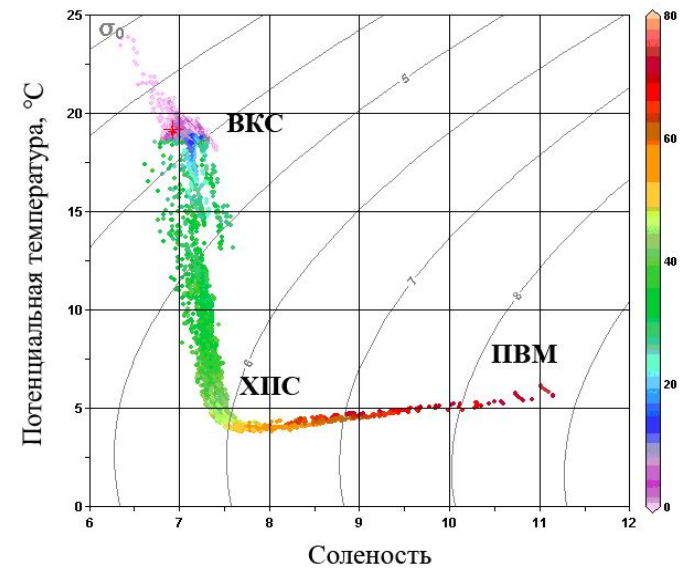
В **тематическом слое «Прибрежные воды»** удалось объединить результаты пятилетних экспедиционных работ в прибрежных акваториях, что позволило решить некоторые задачи классификации акваторий и получения статистических оценок.

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 катamarане «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 α_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:

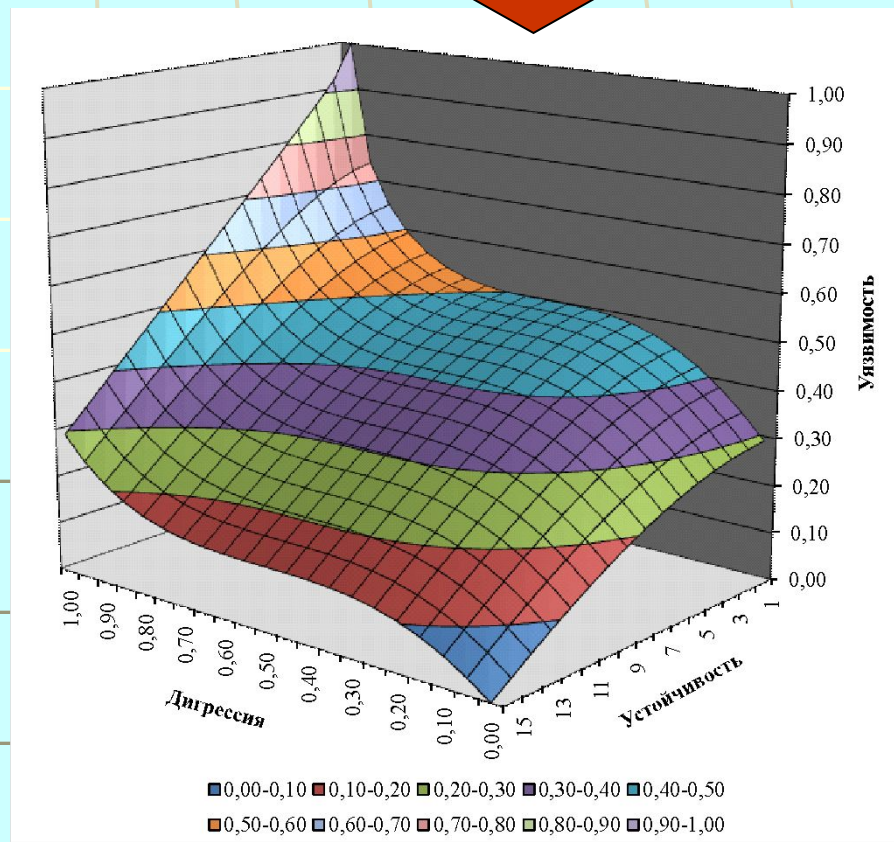
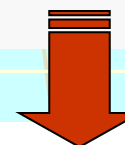
$$V = 1 - \sqrt{0,25 + 0.001953 \times S^2 - 2,015623 \times (D - 0,5)^3}$$

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.

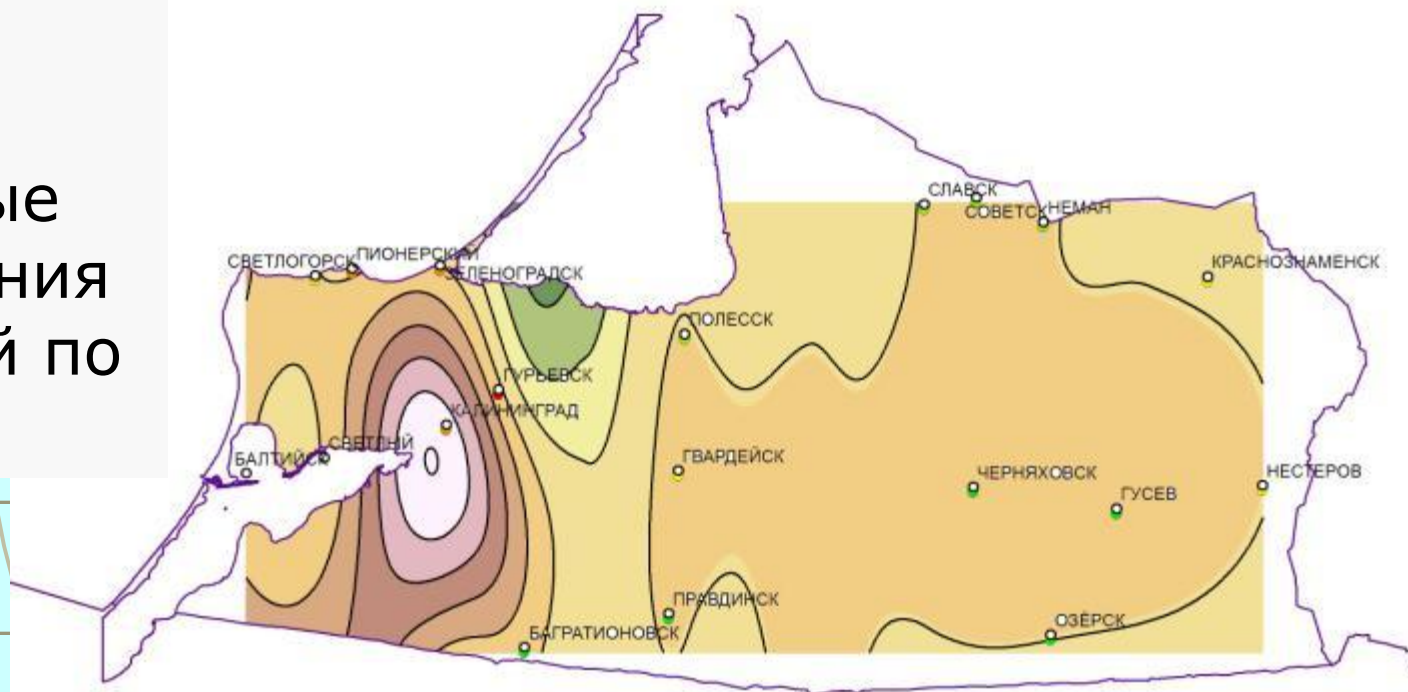
Все города области (кроме областного центра) являются малыми и для решения задач **планирования и управления** прибрежной зоной, которой, фактически, является вся область, создается **слой «Малые города»**. Подготовлена статистическая база слоя по всем 19 муниципальным образованиям Калининградской области. 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)

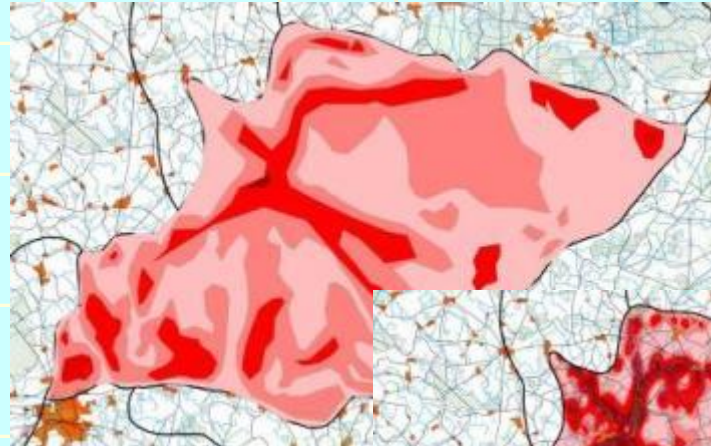
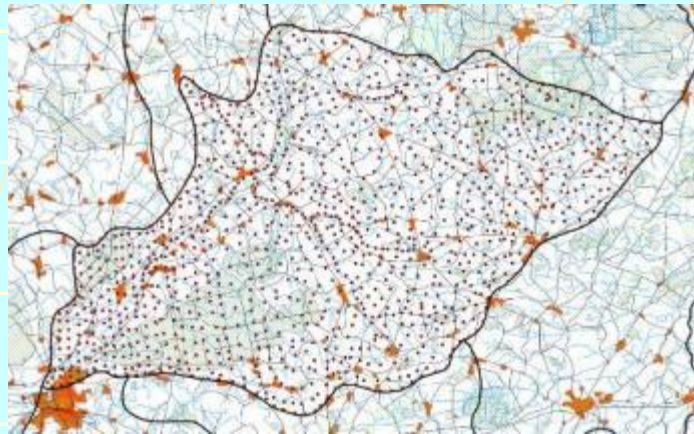
На графике приведены непрерывные распределения показателей по региону



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»

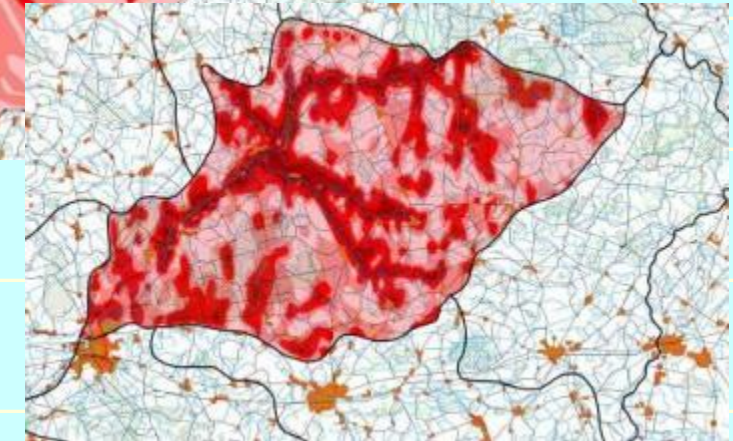
Пример описания бассейна реки Инструч. (Н.С. Белов)



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.

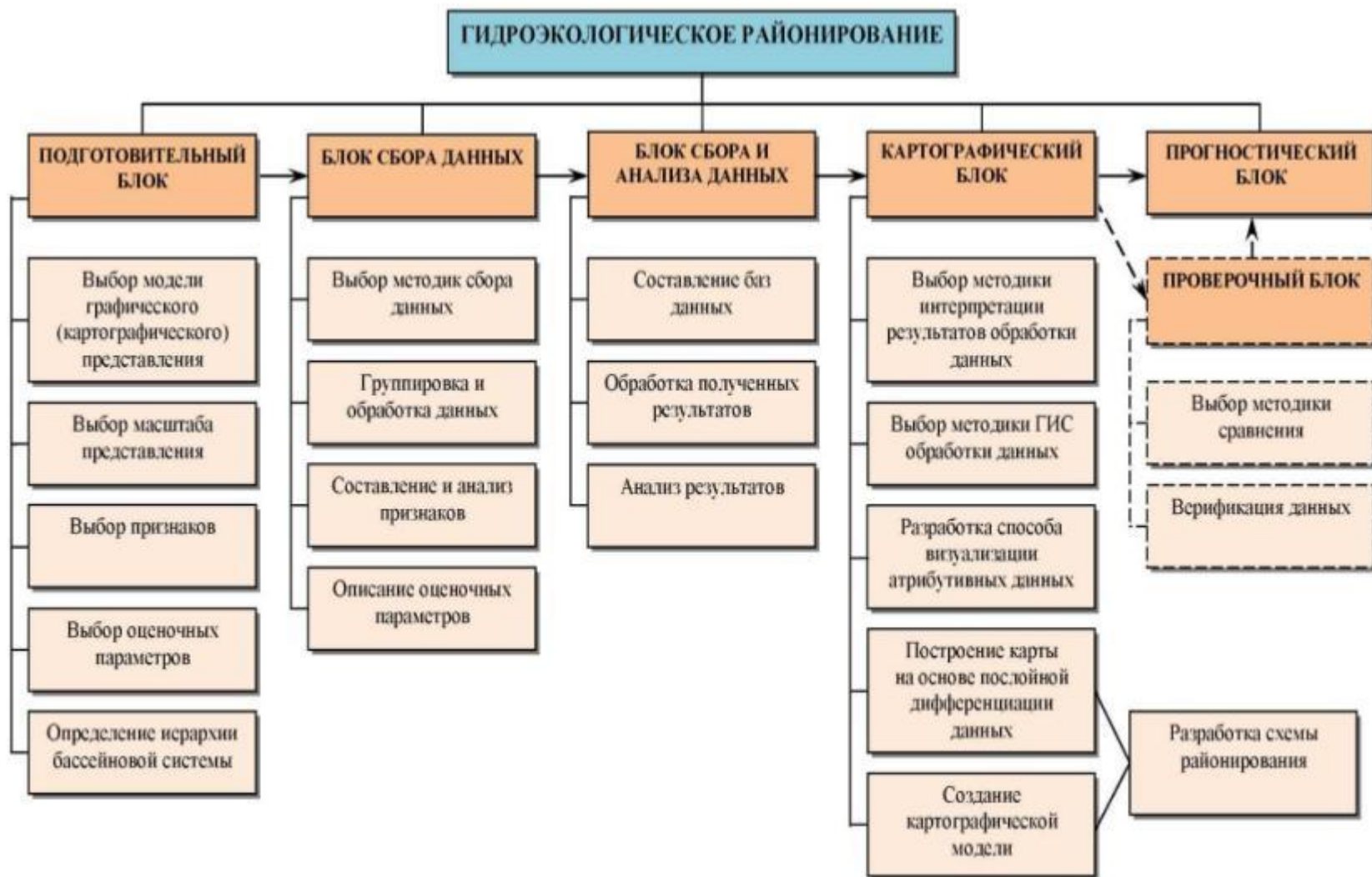


Средствами ArcGis была проведен расчет поверхности, который в итоге после обработки показал более точный результат.

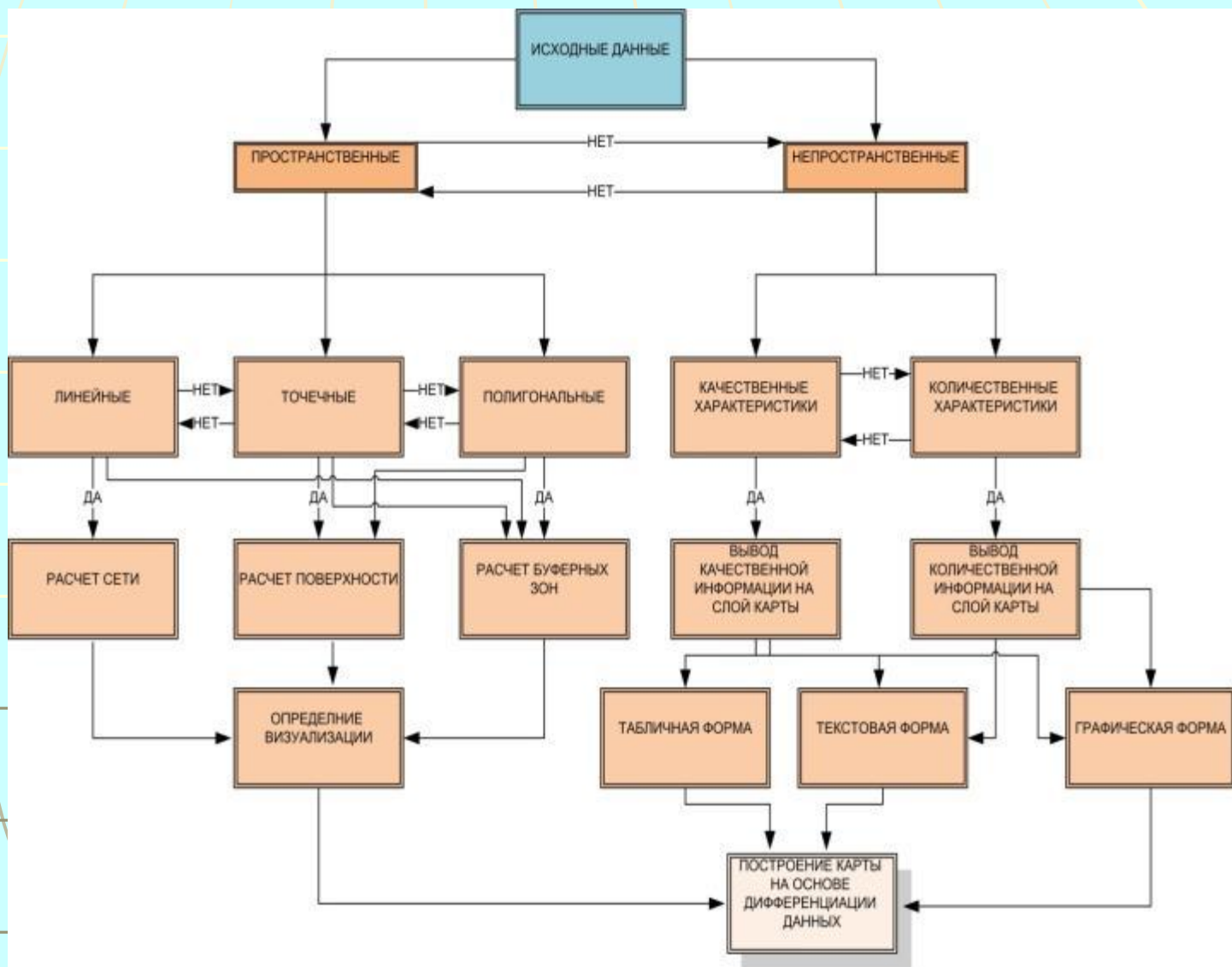
**Разработанная
диагностическая модель** расчета
геоэкологической дифференциации
территории включает в себя пять
обязательных блоков

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

Структурная схема районирования

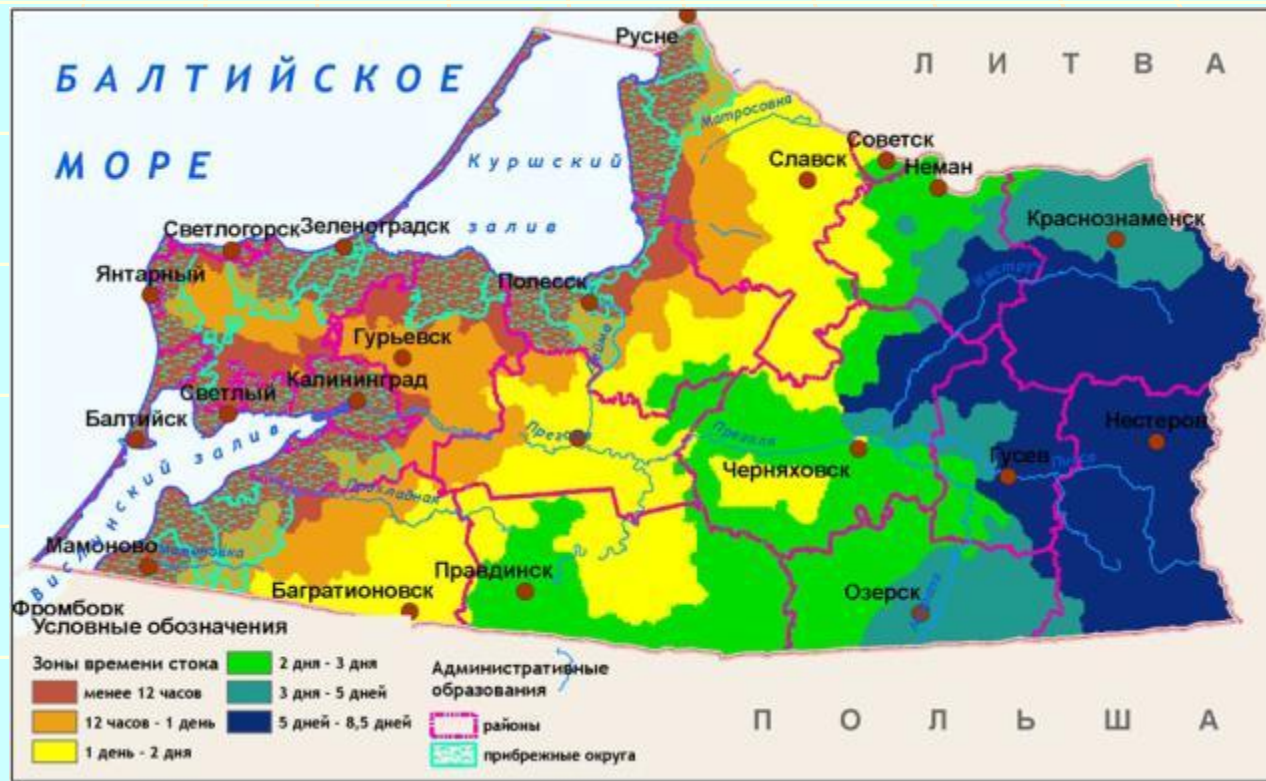


Блок-схема «внедрения» диагностической модели в ГИС-систему



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.

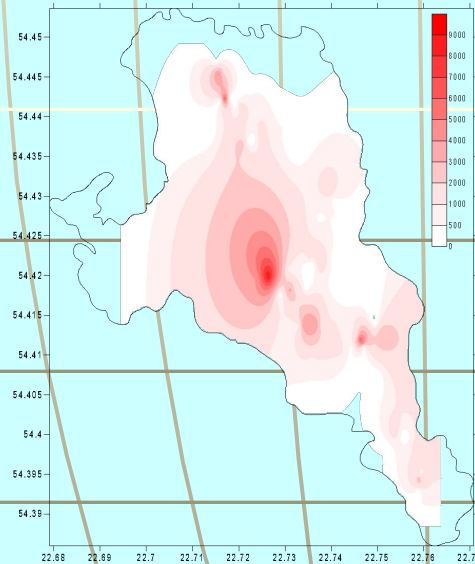
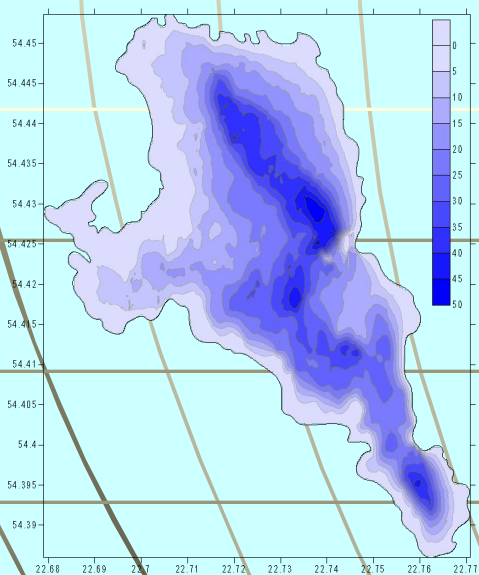


Расположение этих зон зависит от сезона. Минимальное время стока соответствует весеннему половодью и паводкам, максимальное – периоду летней межени.

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.

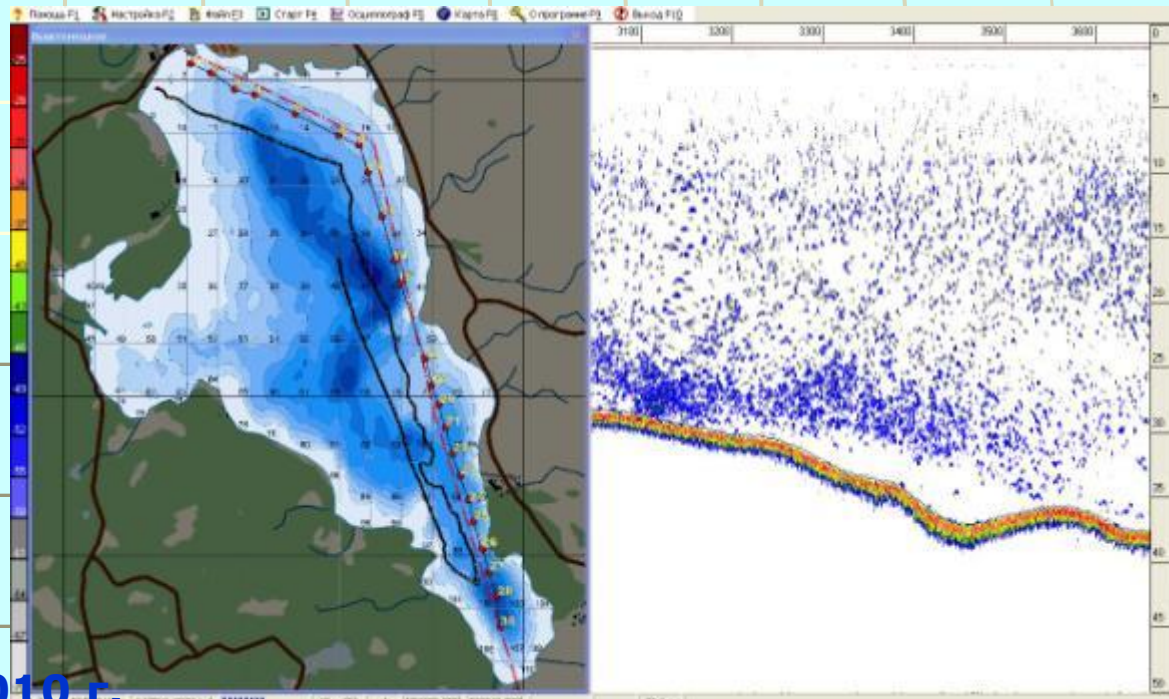
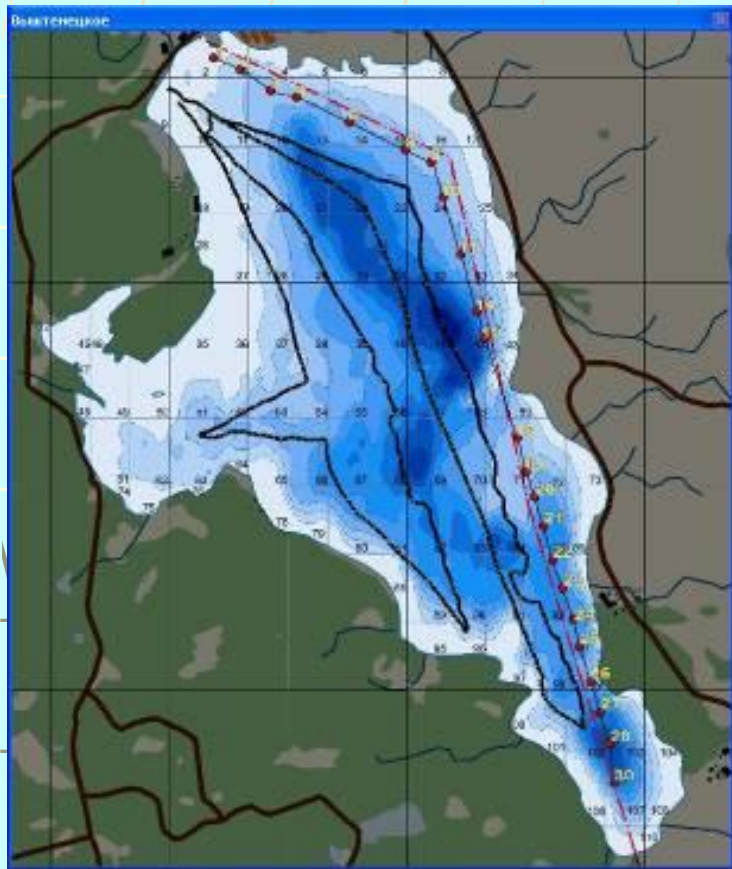


Построены: карты плотности распределения, оценки видовой и размерной структуры рыбного населения с оценкой относительной численности и биомассы запаса.

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.

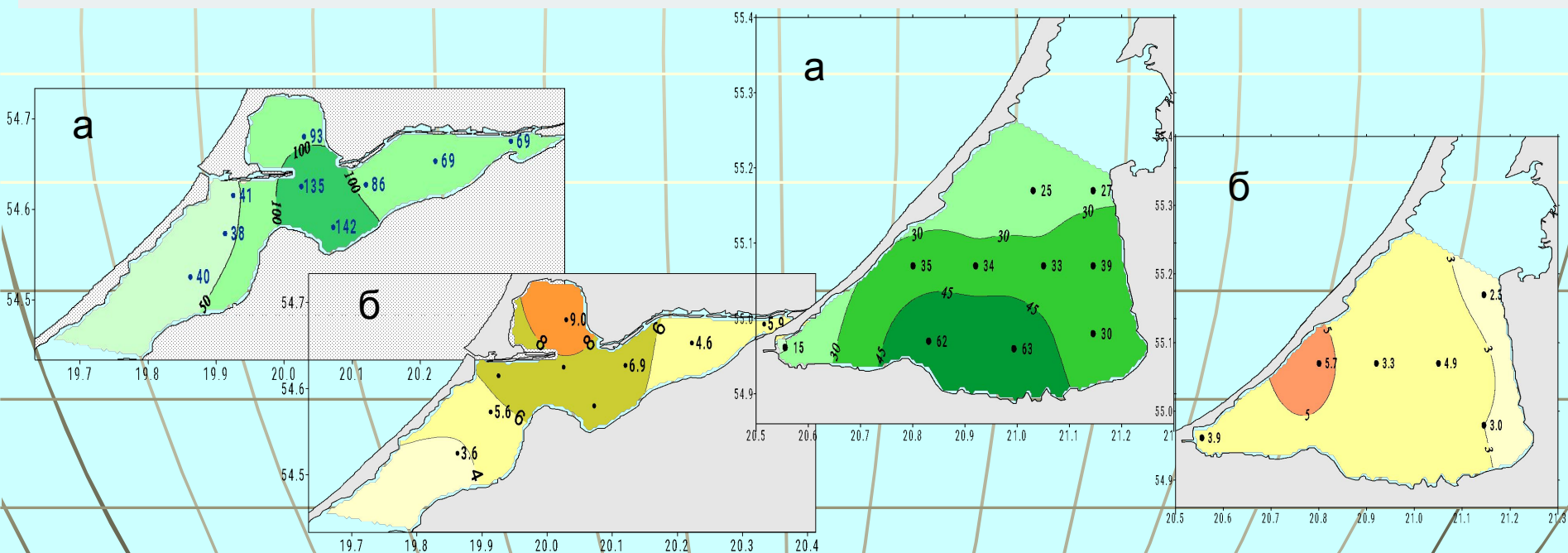
В результате полевых исследований и анализа **морфологической структуры** **создана картографическая модель** ландшафтного комплекса Калининградской области в масштабе 1:200000.

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.

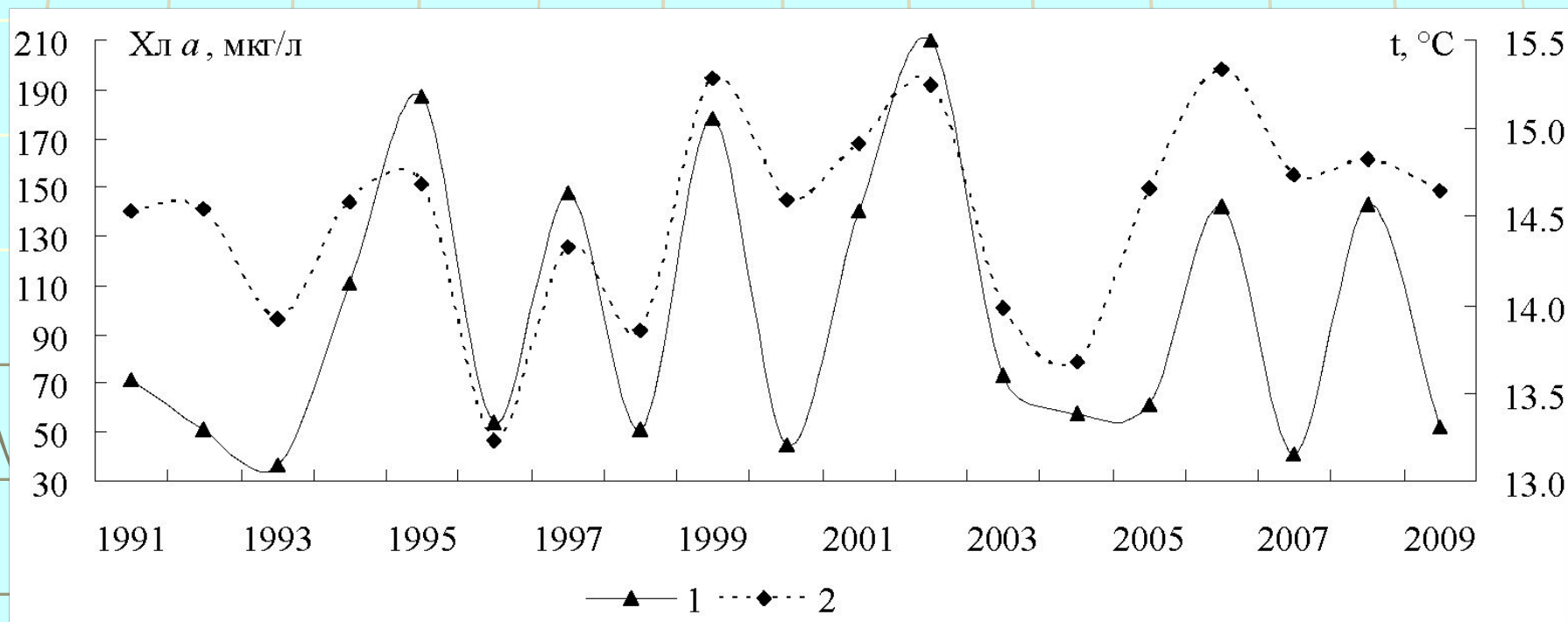
Заливы значительно превосходят по биологической продуктивности другие районы Балтийского моря.



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.

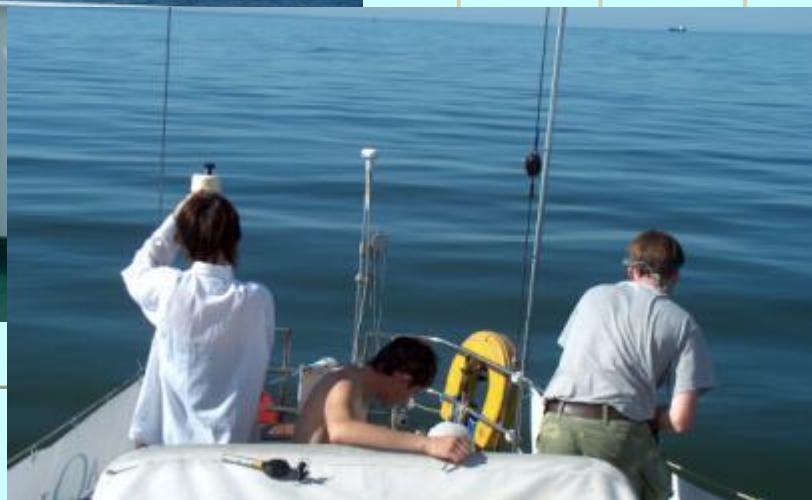
выполнены при поддержке Федеральной программы «Развитие научного потенциала высшей школы», проект 2.2.1.1/3714

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.