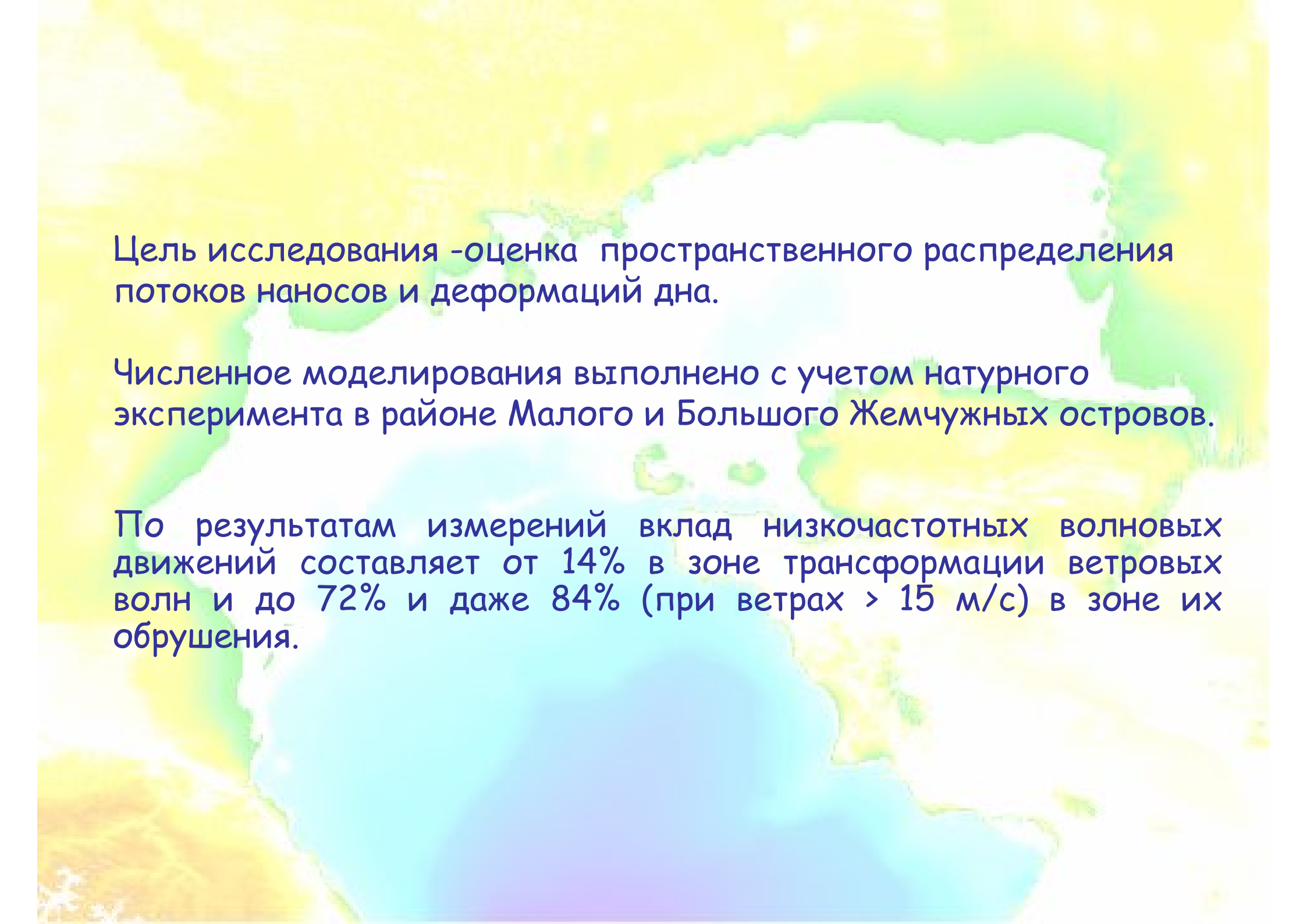


Транспорт наносов в Северном Каспии с учетом инфрагравитационных волн

И.П.Трубкин¹, Л.М.Шипилова²

(¹Всероссийский научно-исследовательский институт
охраны природы, Москва; e-mail: trubkin.ivan@bk.ru.,

²Географический факультет Московского
государственного университета им. М.В.Ломоносова;
e-mail: lm-shipilova@rambler.ru)



Цель исследования - оценка пространственного распределения потоков наносов и деформаций дна.

Численное моделирования выполнено с учетом натурного эксперимента в районе Малого и Большого Жемчужных островов.

По результатам измерений вклад низкочастотных волновых движений составляет от 14% в зоне трансформации ветровых волн и до 72% и даже 84% (при ветрах > 15 м/с) в зоне их обрушения.

The background of the slide is a map of the Caspian Sea and its surrounding landmasses. The sea is depicted in shades of blue, while the land is shown in green and yellow, indicating different elevations or vegetation. The map is oriented with North at the top.

По результатам численного моделирования:

- Выявлены особенности пространственного распределения потоков наносов.
- Зоны с наибольшей интенсивностью потоков наносов.
- Ветры максимальных и минимальных потоков наносов.
- Ветры больших положительных и отрицательных деформаций дна.
- Оценка диапазона амплитуд процессов размыва-аккумуляции по отдельным направлениям ветра и при итоговой картине деформаций дна с учетом естественного характера ветров над Северным Каспием.
- Оценка устойчивости литодинамической системы Северного Каспия.

Сильные ветра (более 15 м/с) наблюдаются в Северном Каспии в 3% случаев. Число дней в течение года с ветрами более 15 м/с может составлять от 40 до 70 суток. С ростом скорости ветра продолжительность его действия уменьшается.

**Повторяемость ветров различных направлений (ГМС
о.Искусственный)**

Направления	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
Повторяемость, %	5.6	12.4	26.6	10.3	4.5	3.6	9.1	11.9	16

Ветры восточных и северо-восточных румбов в Северном Каспии наблюдаются наиболее часто.

В качестве количественной меры интенсивности транспорта донного материала в данной работе принят вектор удельного объемного расхода наносов $qs=(q_{sx}, q_{sy})$ с размерностью m^2/c . При известном распределении величины qs расчет деформаций дна производился с помощью уравнения

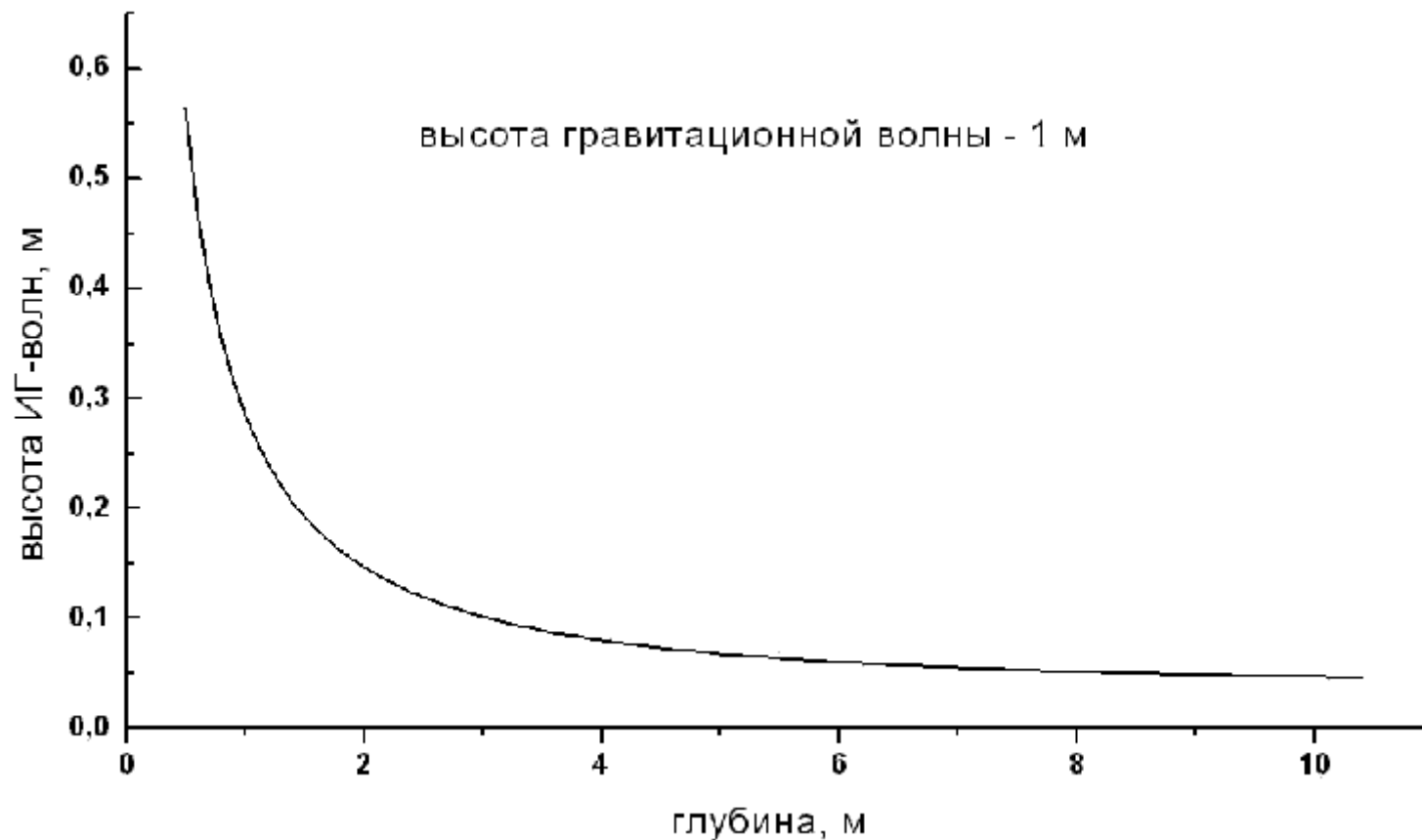
$$\frac{\partial \tilde{H}}{\partial t} = \frac{1}{1-\varepsilon} \left(\frac{\partial q_{sx}}{\partial x} + \frac{\partial q_{sy}}{\partial y} \right)$$

где $\tilde{H}$ - локальная глубина; ε - коэффициент пористости донного грунта.

Зависимость высоты ИГ-волн с изменением глубины

$$\bar{h}_{изв} \approx \frac{\gamma \bar{h}^2}{q^2 \sqrt{2\pi}} \quad \gamma = \bar{k} \cdot cth(\bar{k}H) \quad \bar{k} = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{4\pi^2}{g\bar{\tau}^2} \quad q = 1,185,$$

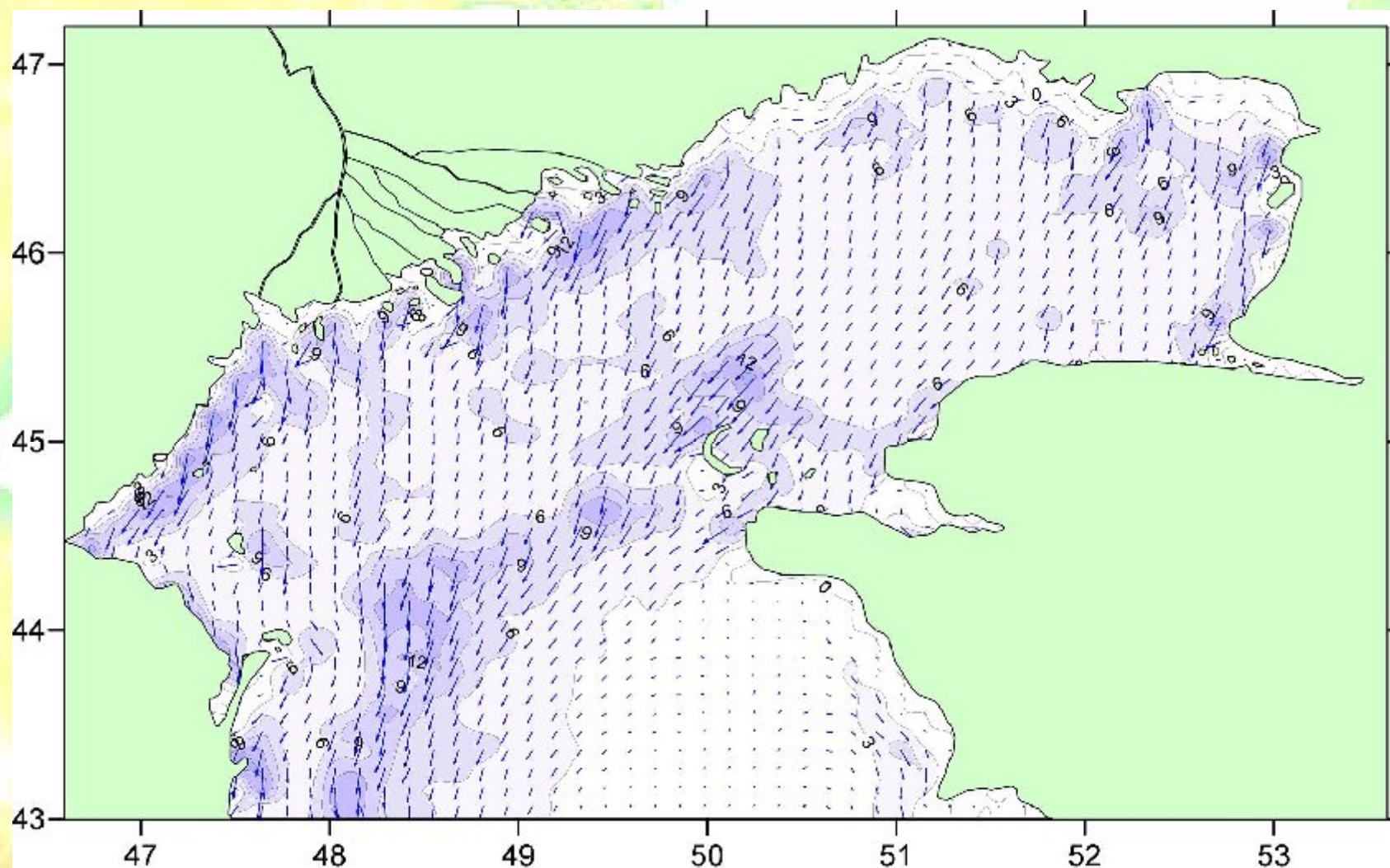
$$S_{изв}(\omega) \approx \gamma^2 \int_0^{\infty} S_0(\tilde{\omega}) S_0(\omega + \tilde{\omega}) d\tilde{\omega}$$



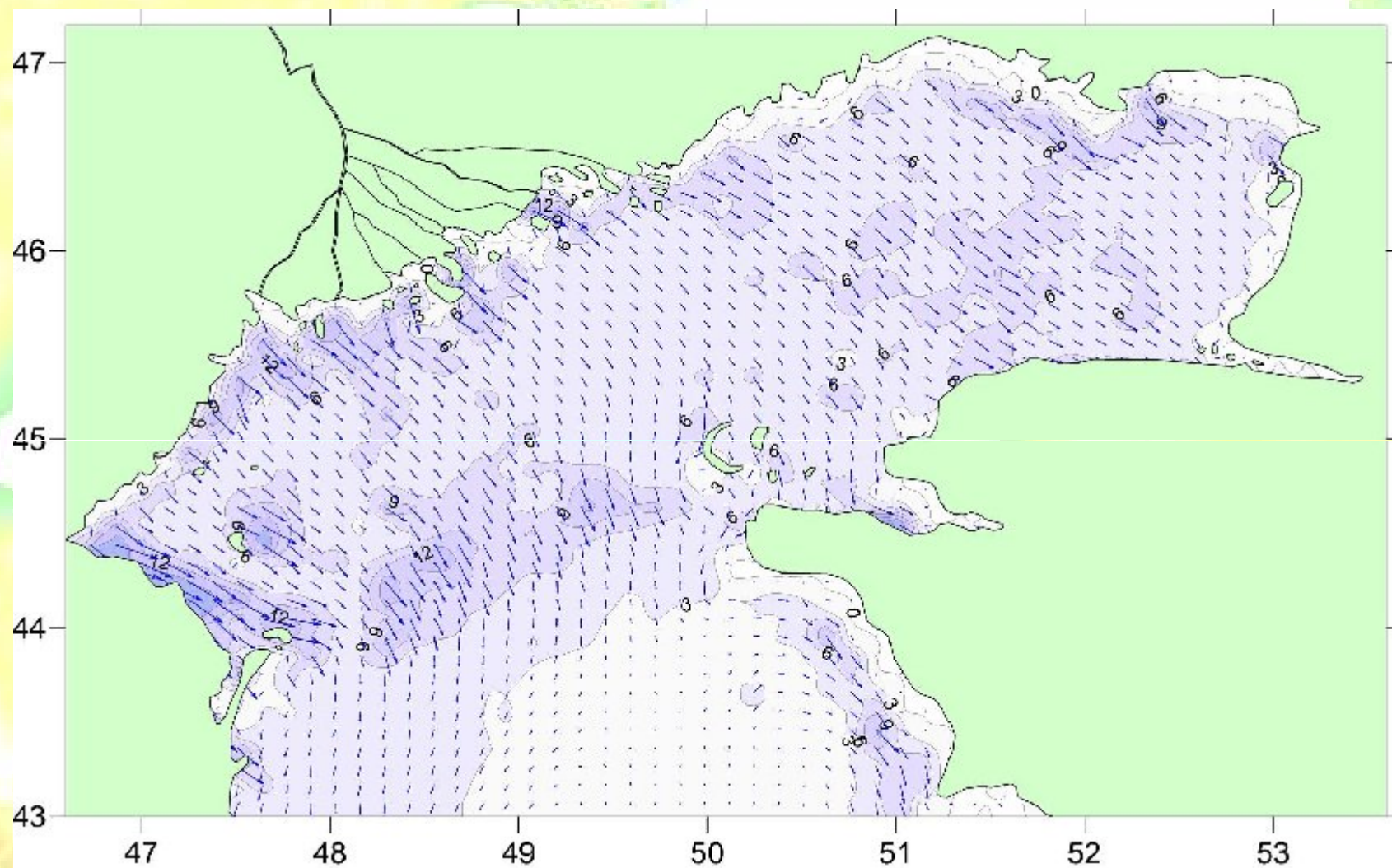
Расчеты выполнены по методике, изложенной в [Трубкин И.П. Ветровое волнение (взаимосвязи и расчет вероятностных характеристик) // М.: Научный мир, 2007. - 264 с.].

На рисунках отражены удельные объемные расходы наносов и деформации дна с учетом течений, гравитационных и ИГ-волн при различном распределении длительностей действия ветра для трехсуточного шторма со средней скоростью ветра 20 м/с.

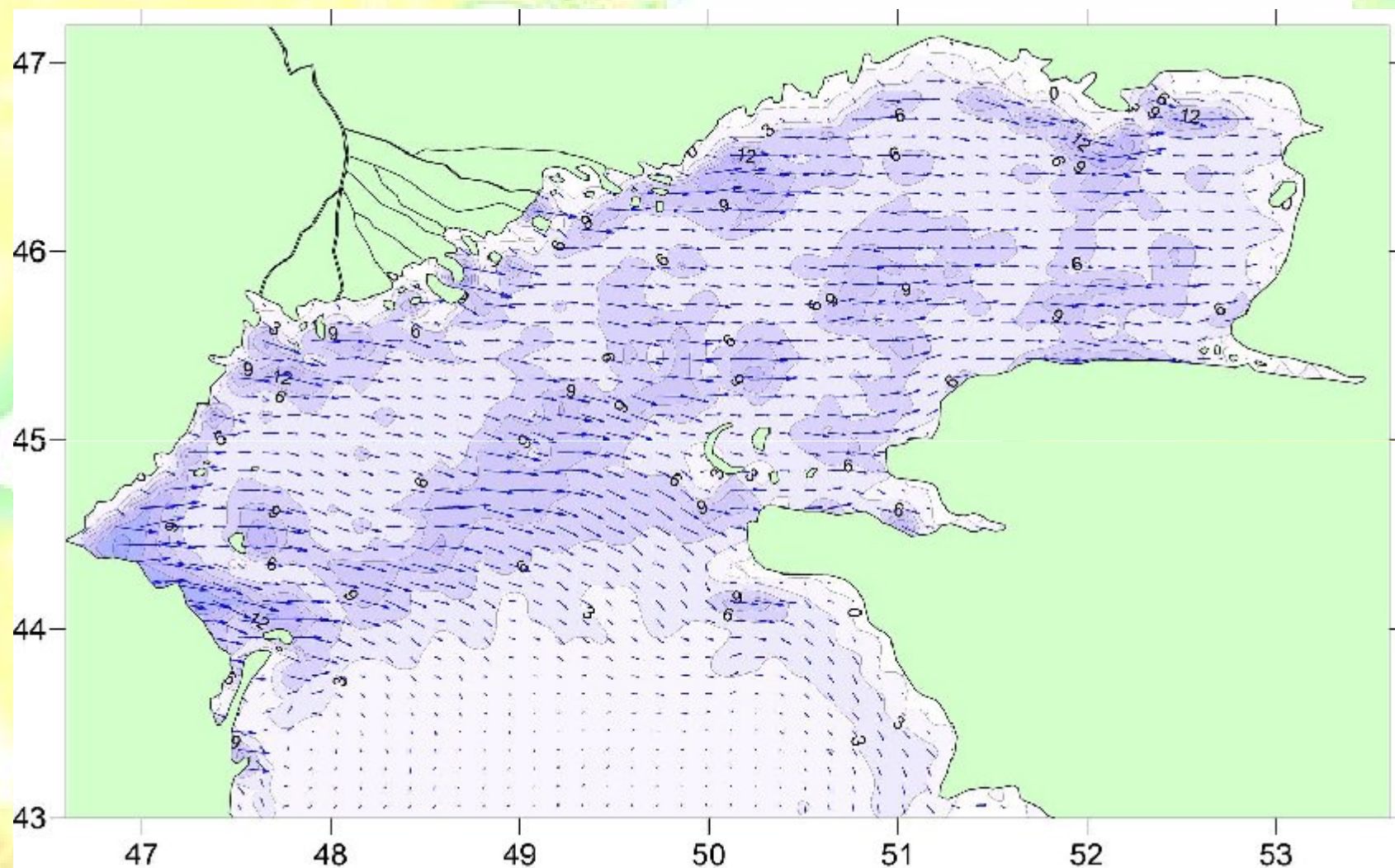
Поток наносов (в $10^{-6} \text{ м}^2 \text{ с}^{-1}$) при ветре скорости 20 м/с
северного направления



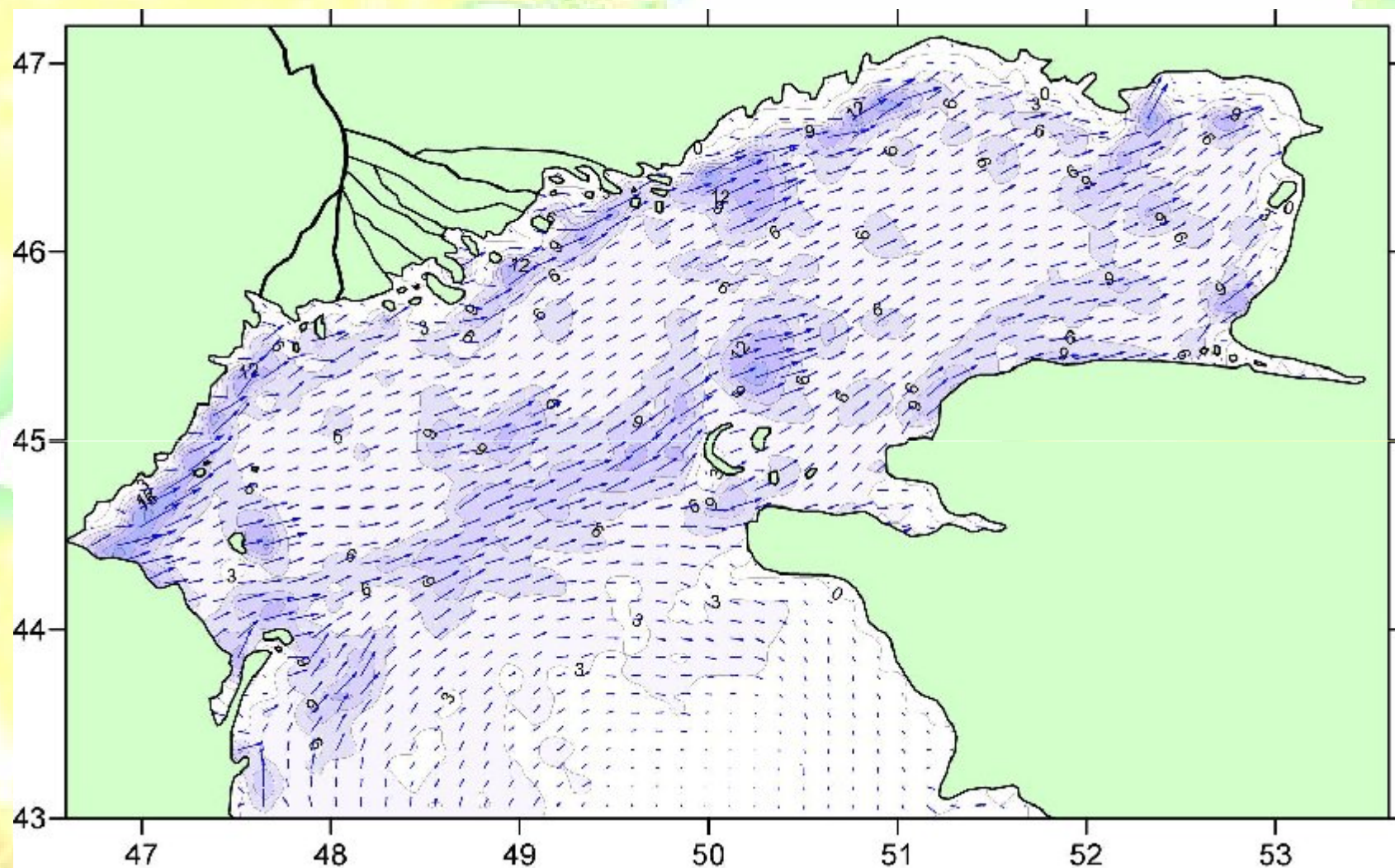
Поток наносов (в $10^{-6} \text{ м}^2 \text{ с}^{-1}$) при ветре скорости 20 м/с
северо-западного направления



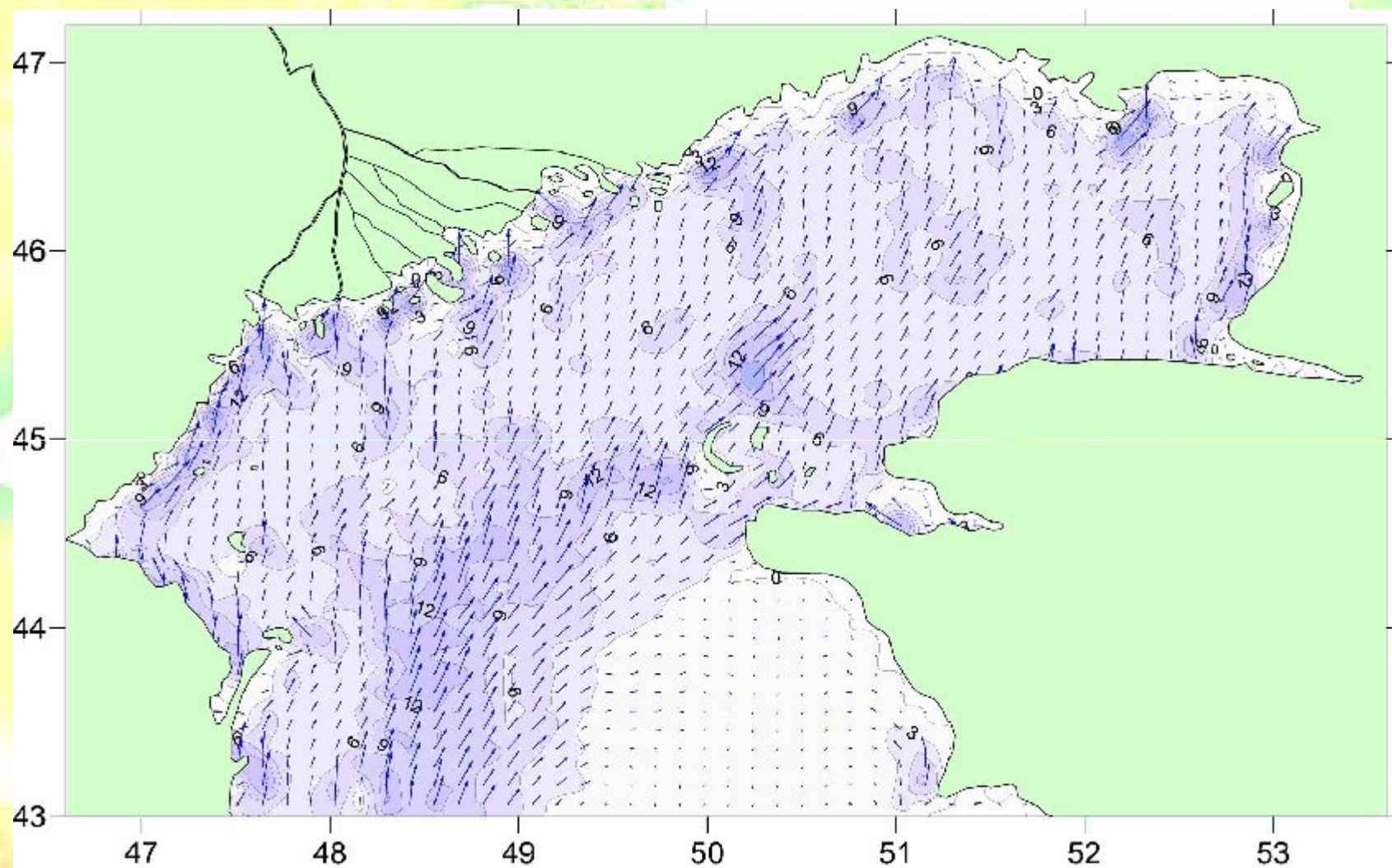
Поток наносов (в $10^{-6} \text{ м}^2 \text{ с}^{-1}$) при ветре скорости 20 м/с
западного направления



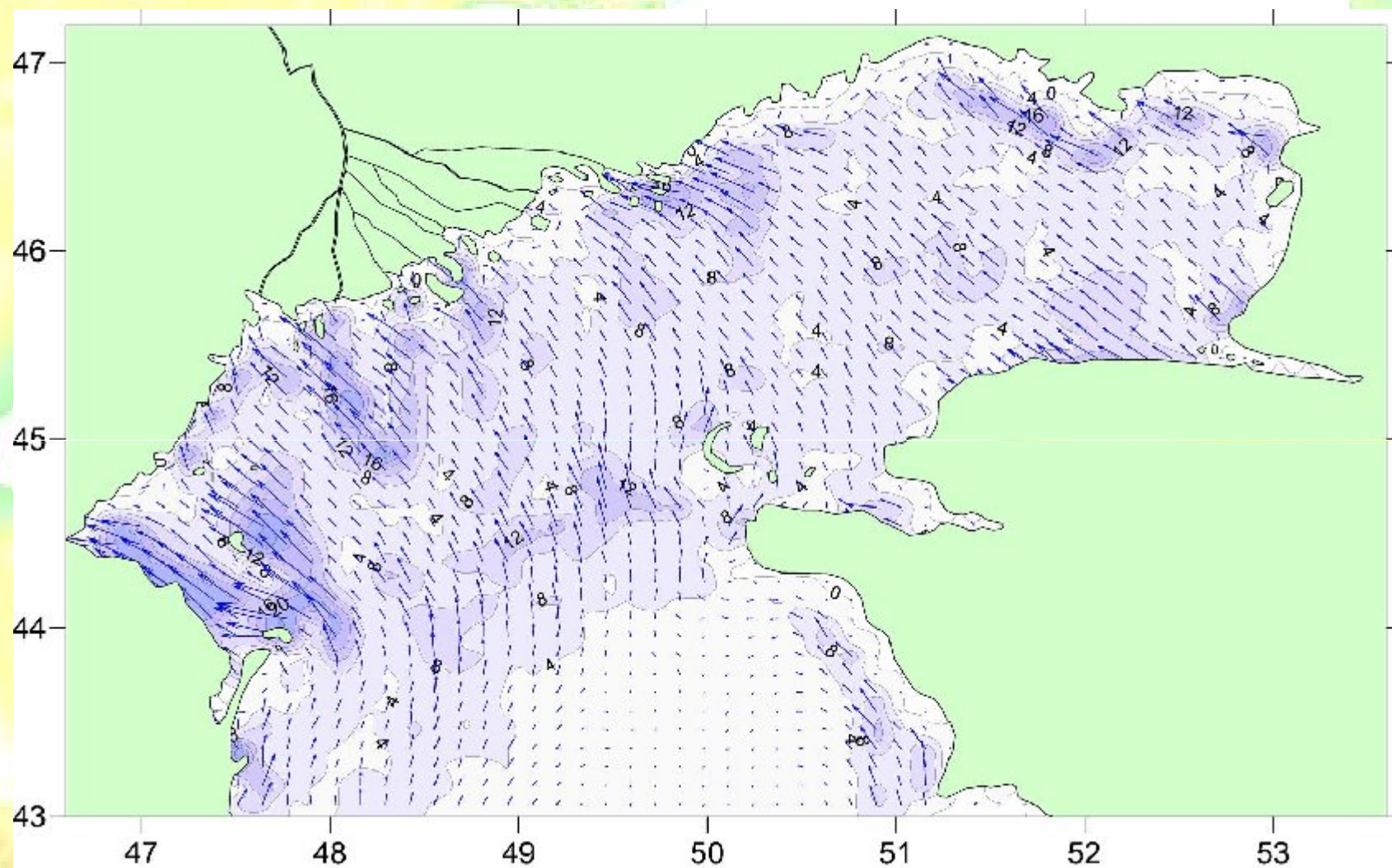
Поток наносов (в $10^{-6} \text{ м}^2\text{с}^{-1}$) при ветре скорости 20 м/с
юго-западного направления



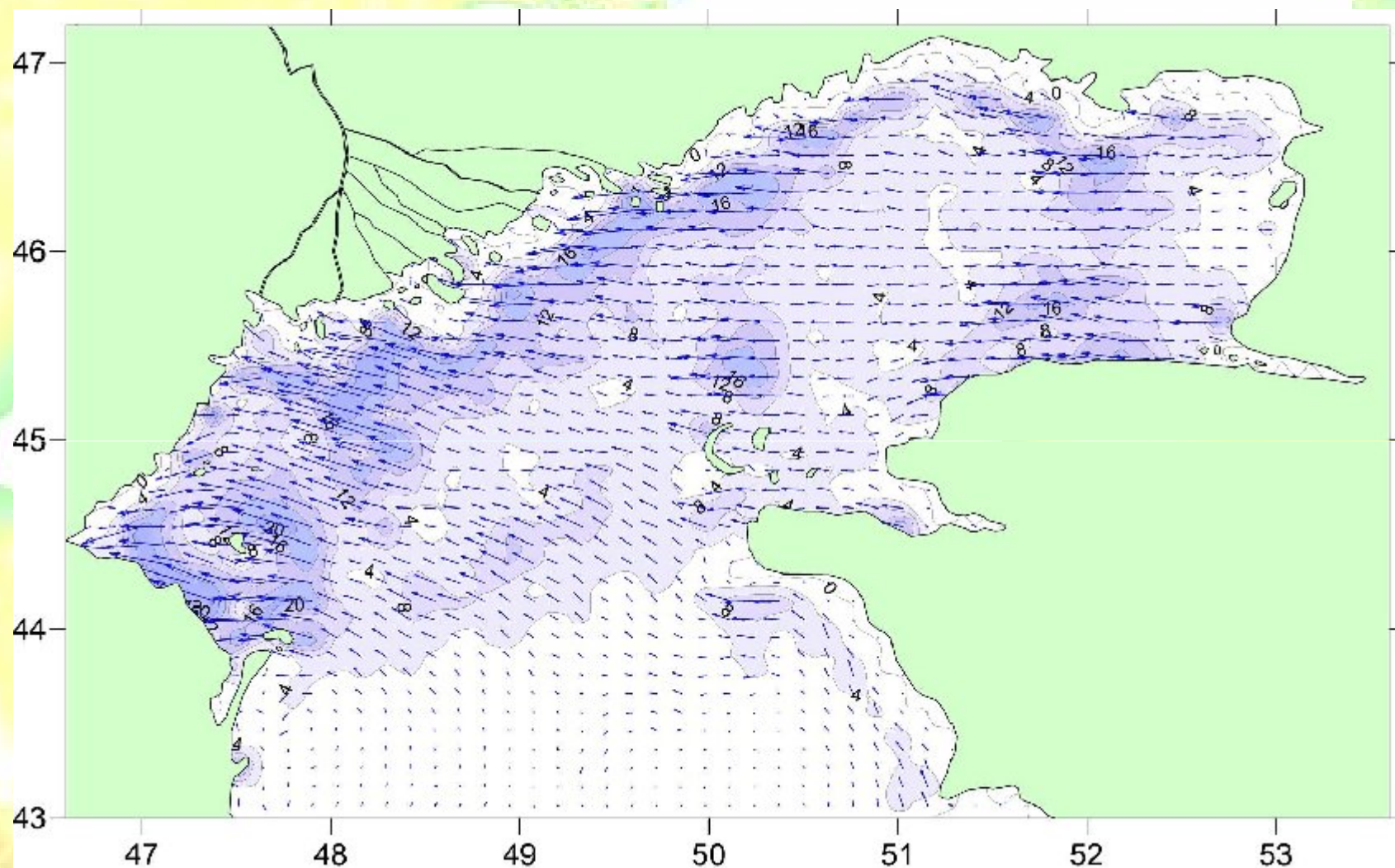
Поток наносов (в $10^{-6} \text{ м}^2 \text{ с}^{-1}$) при ветре скорости 20 м/с
южного направления



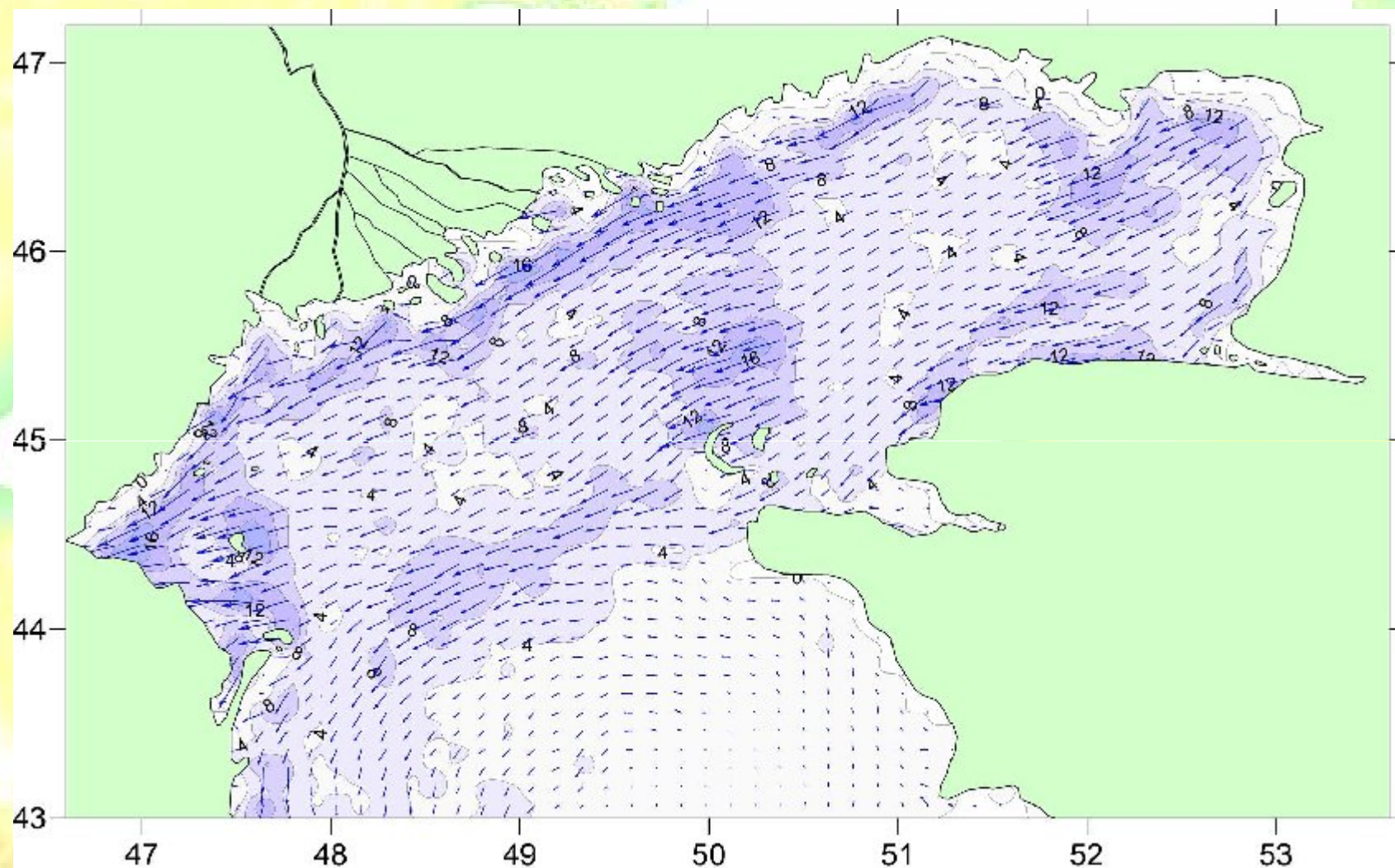
Поток наносов (в $10^{-6} \text{ м}^2 \text{ с}^{-1}$) при ветре скорости 20 м/с
юго-восточного направления



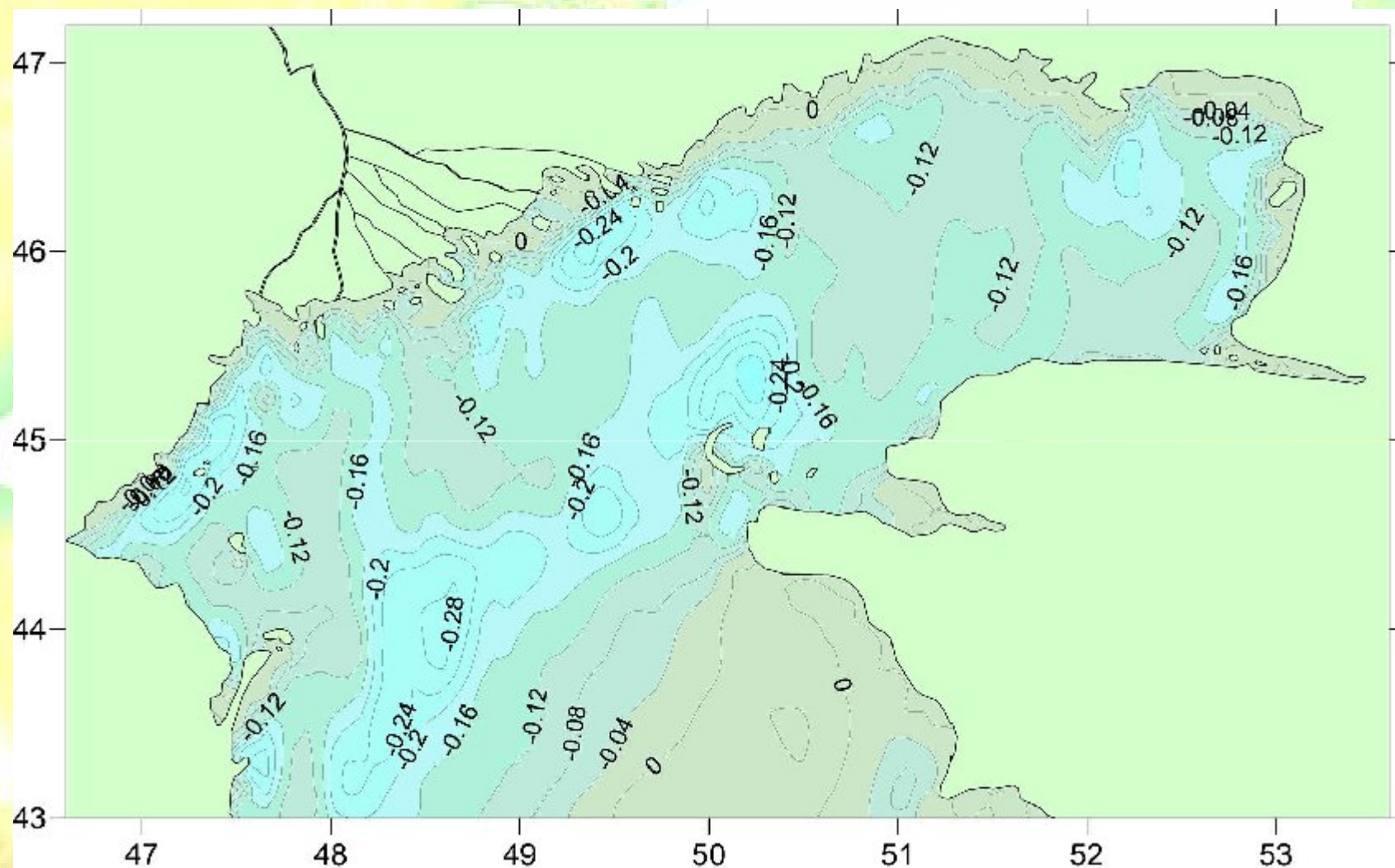
Поток наносов (в $10^{-6} \text{ м}^2 \text{ с}^{-1}$) при ветре скорости 20 м/с
восточного направления



Поток наносов (в $10^{-6} \text{ м}^2 \text{ с}^{-1}$) при ветре скорости 20 м/с
северо-восточного направления

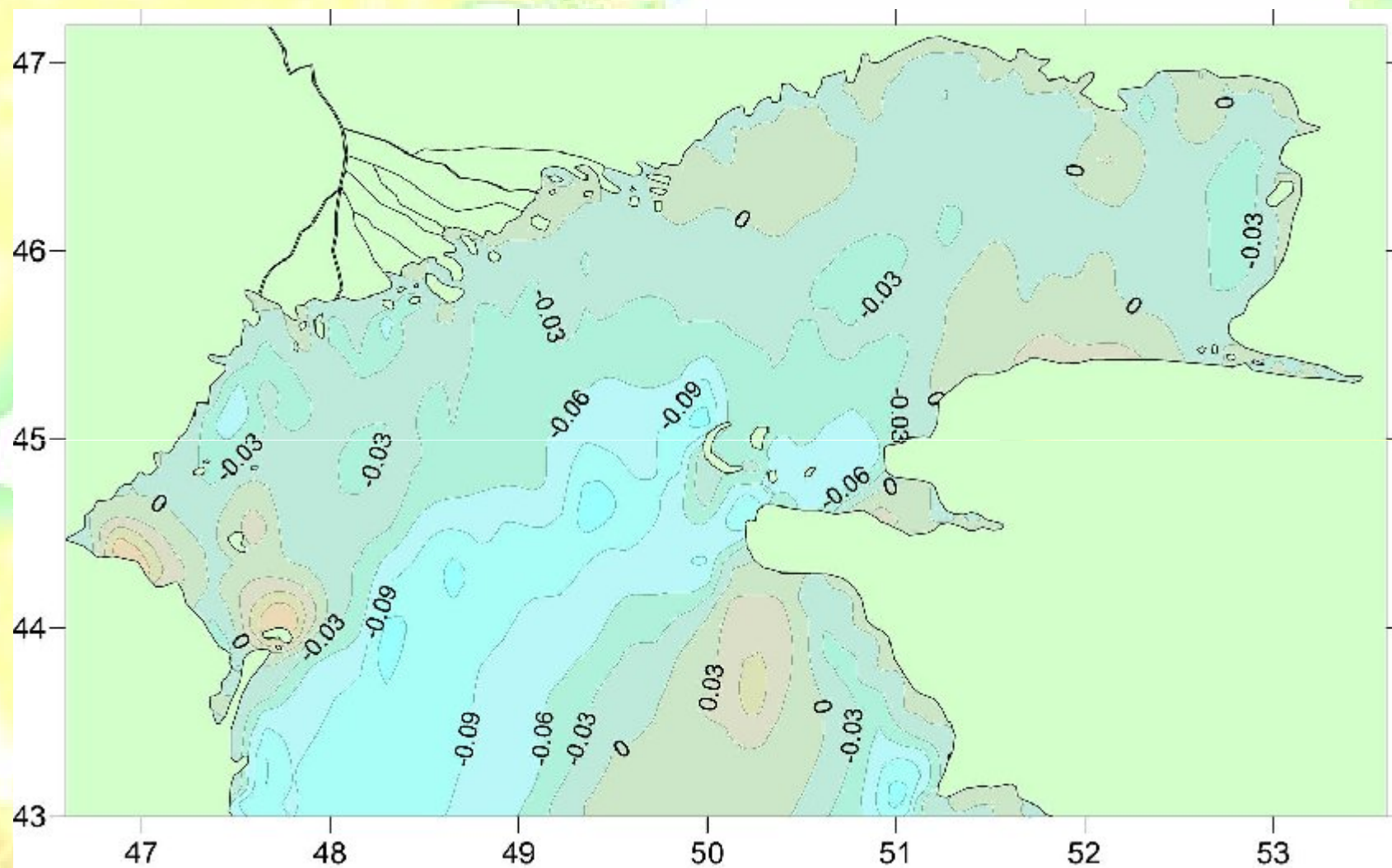


Деформация дна (мм) при северном ветре*

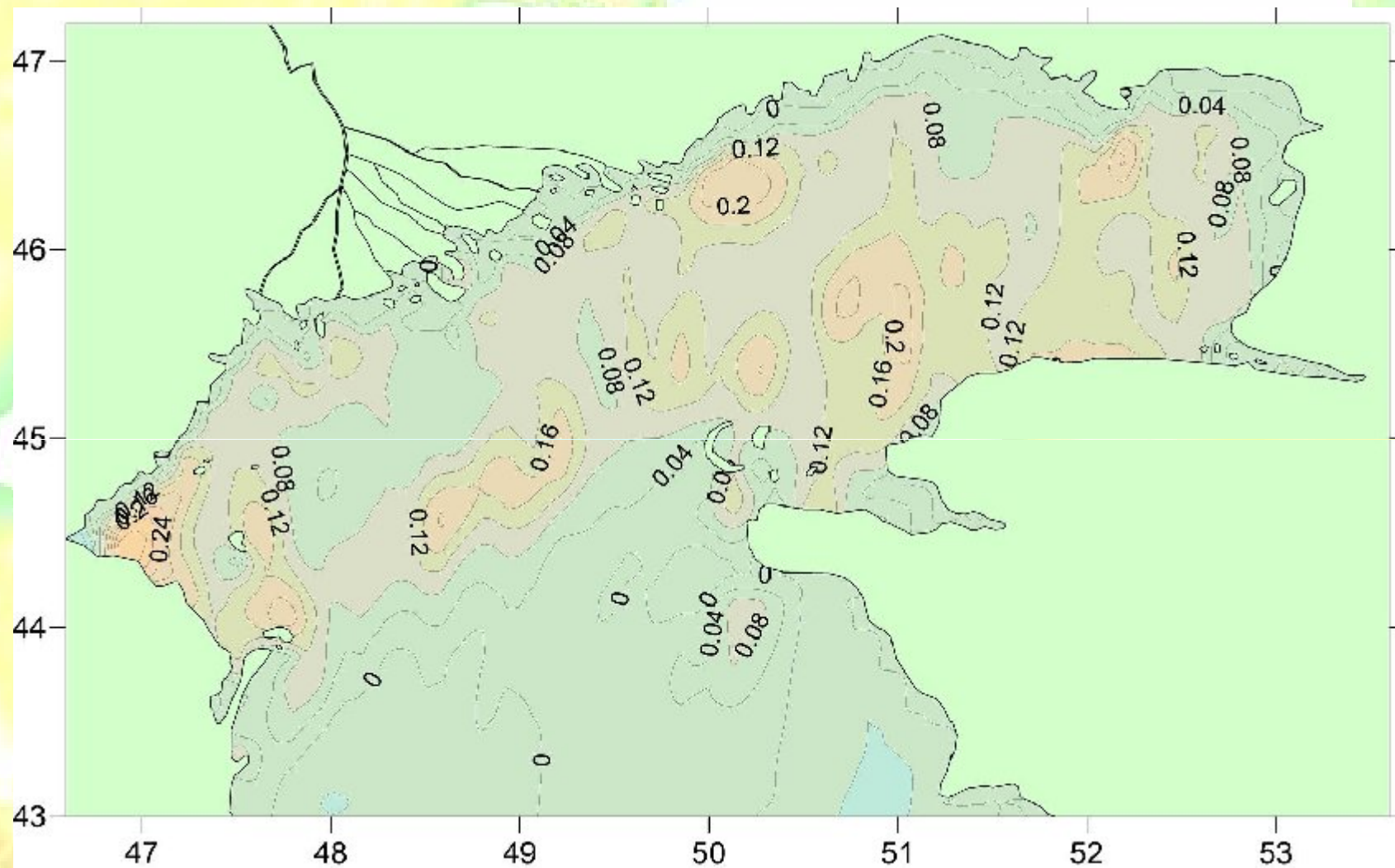


*(отрицательные значения относительных деформаций характеризуют размыв, а положительные - аккумуляцию наносов)

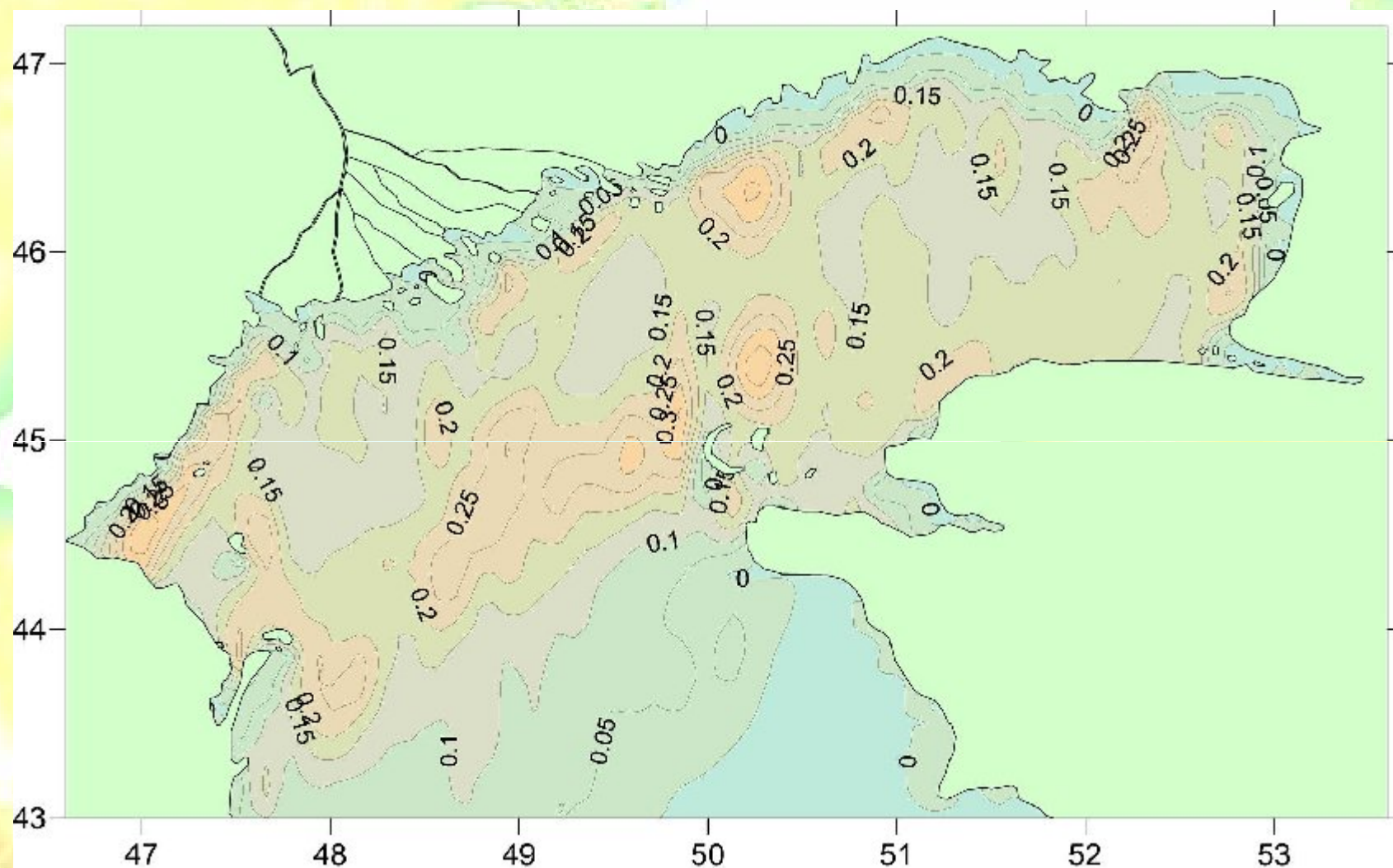
Деформация дна (мм) при северо-западном ветре



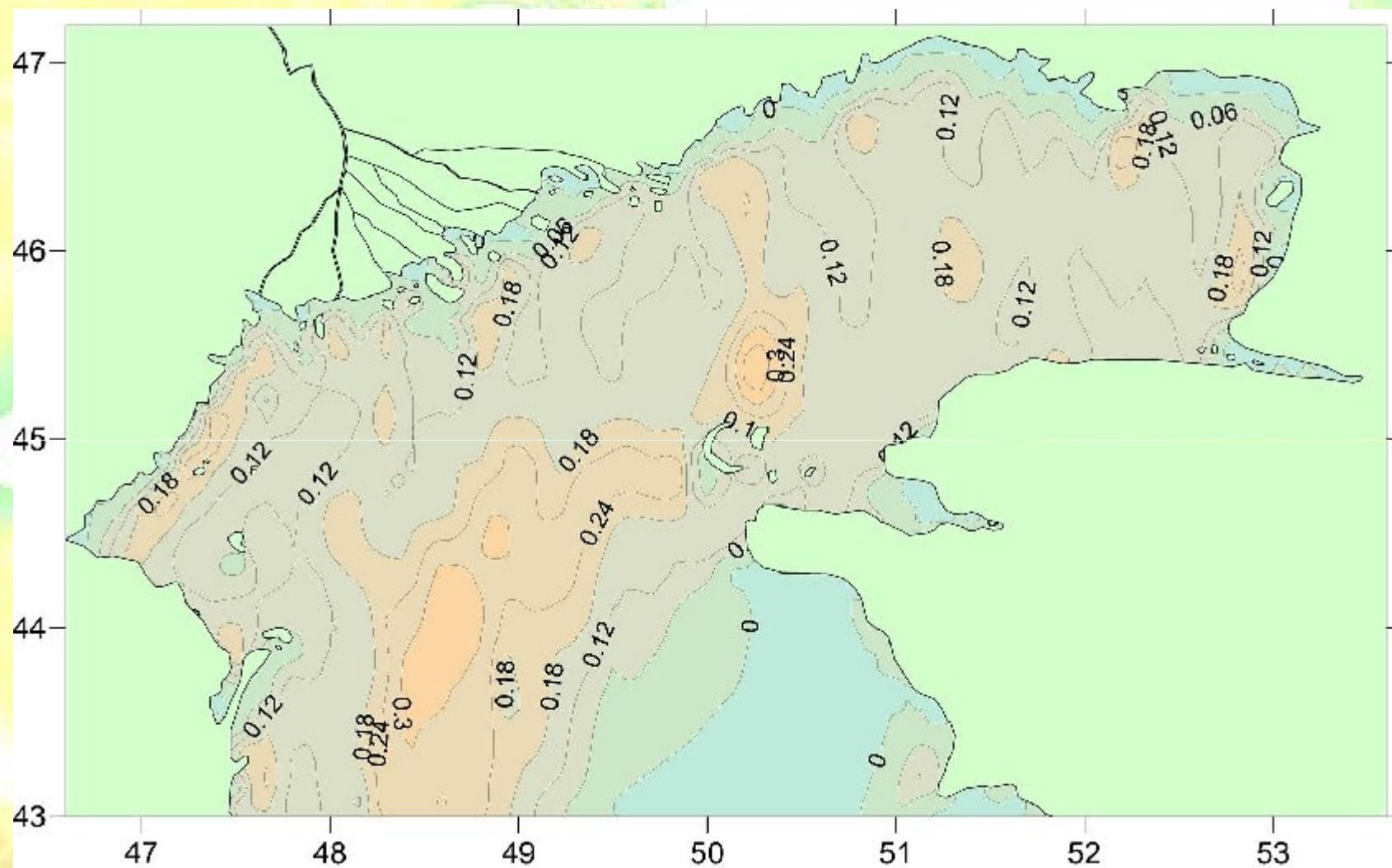
Деформация дна (мм) при западном ветре



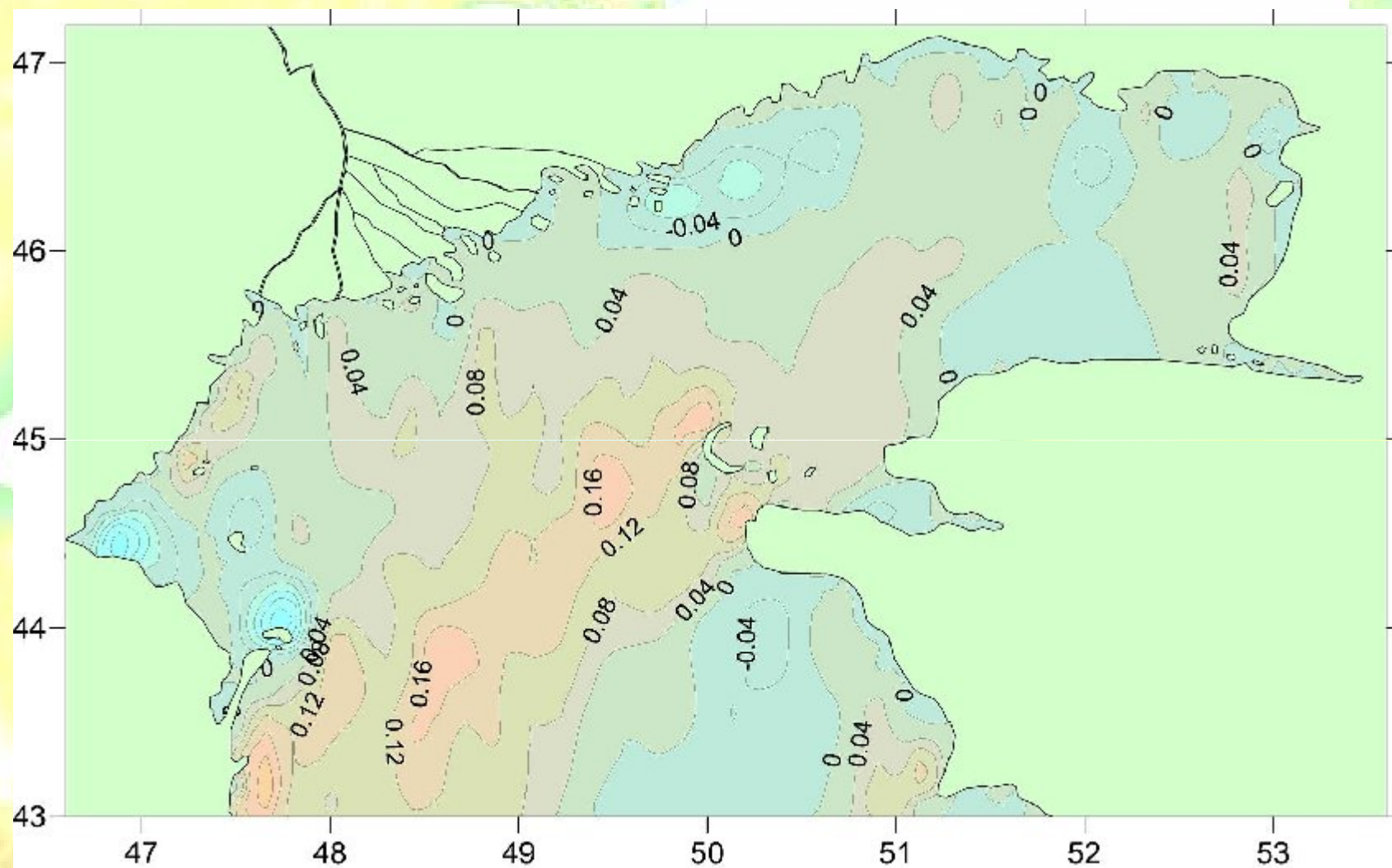
Деформация дна (мм) при юго-западном ветре



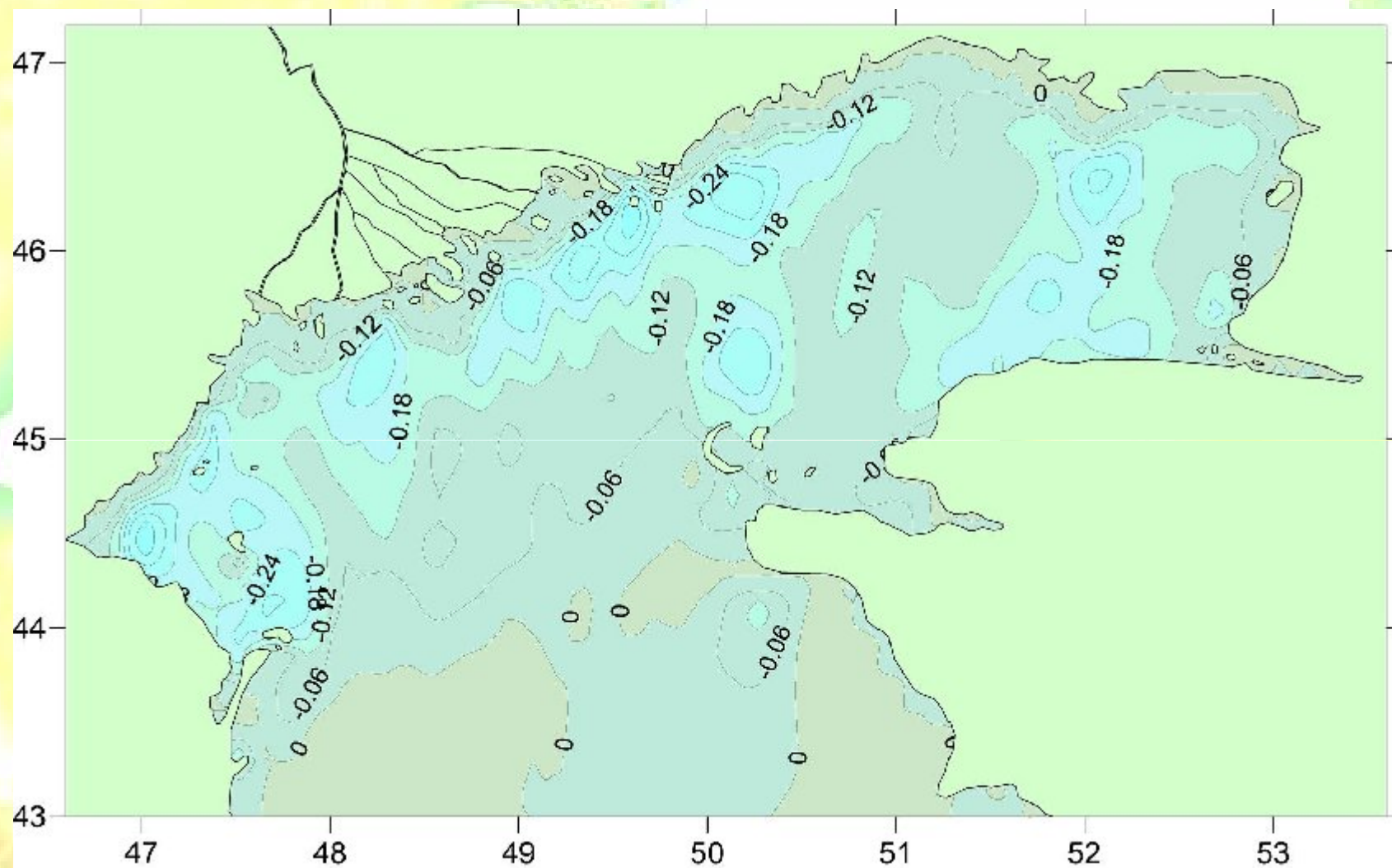
Деформация дна (мм) при южном ветре



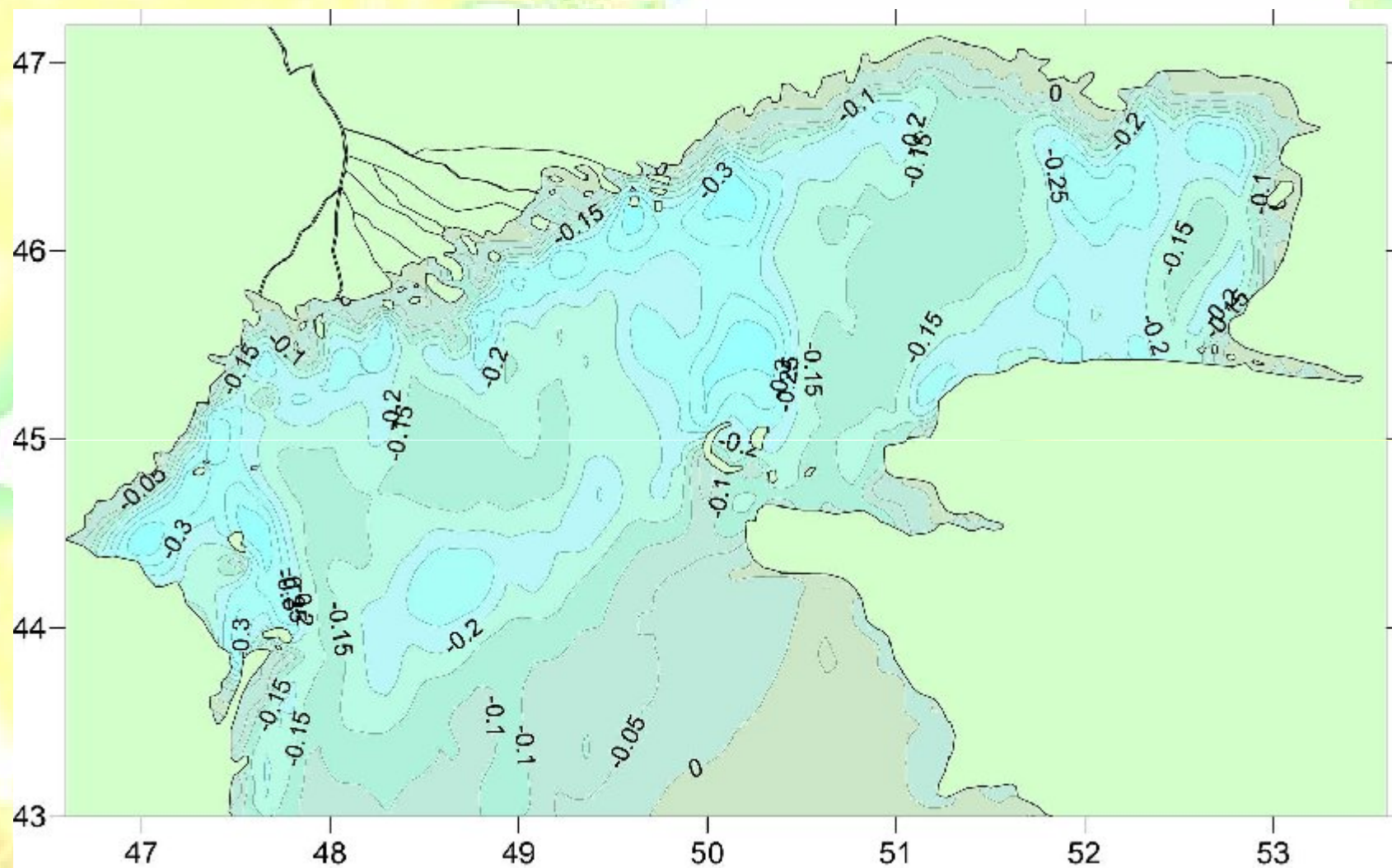
Деформация дна (мм) при юго-восточном ветре



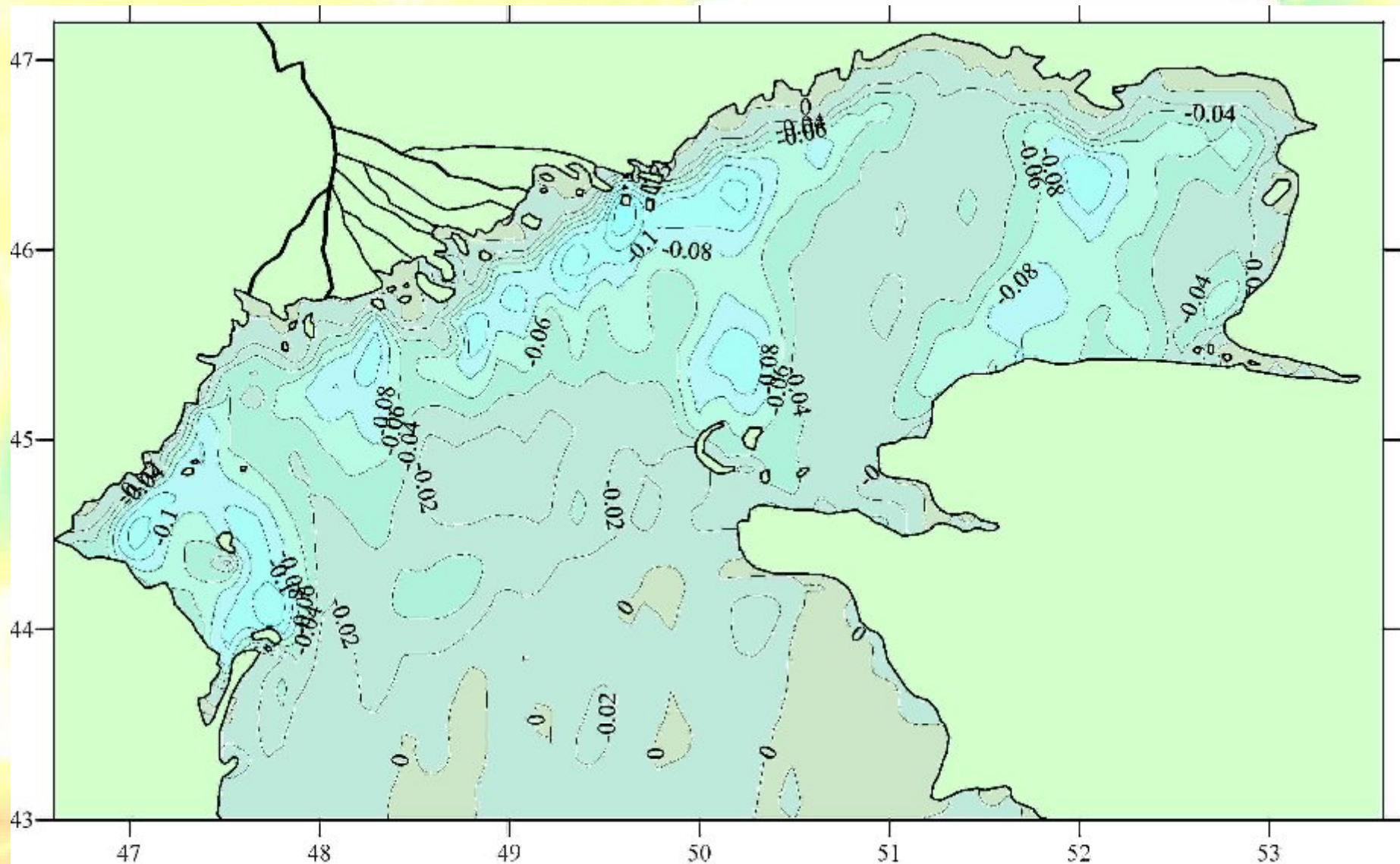
Деформация дна (мм) при восточном ветре



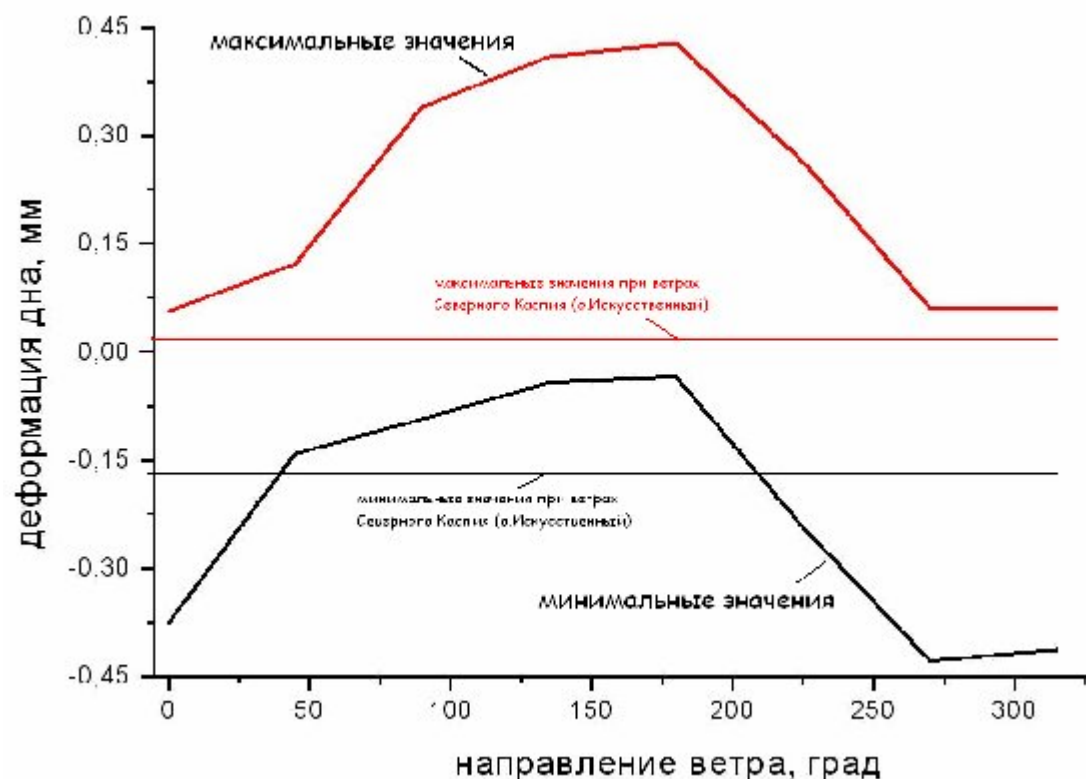
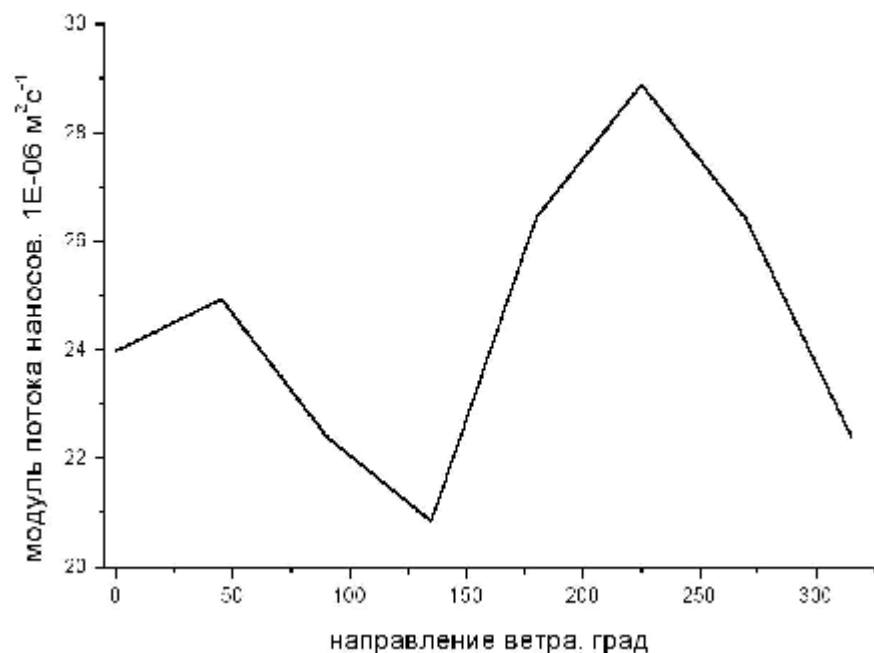
Деформация дна (мм) при северо-восточном ветре



Деформация дна (мм) при преобладающем ветре для Северного Каспия (о.Искусственный)



Максимальные значения потока наносов (в $1\text{E}-06 \text{ м}^2\text{с}^{-1}$) и максимальные и минимальные значения деформации дна (мм) при ветре скорости 20 м/с различных направлений, и деформации дна (мм) при преобладающем ветре для Северного Каспия (о.Искусственный)



ВЫВОДЫ:

- Выявлены особенности пространственного распределения потоков наносов.
- Наибольшей интенсивности потоки наносов достигают по периферии чаши Северного Каспия.
- Максимальные потоки наносов наблюдаются при юго-восточных ветрах, а минимальные - при юго-западных.
- Положительные деформации дна характерны для южных ветров, отрицательные - при северных.

- 
- The background of the slide is a map of the Caspian Sea and its surrounding landmasses. The sea is depicted in shades of blue and cyan, while the land is shown in yellow and green. The map is oriented with North at the top.
- Диапазон амплитуд процессов размыва-аккумуляции по отдельным направлениям ветра больше чем при итоговой картине деформаций дна с учетом естественного характера ветров над Северным Каспием.
 - Литодинамическая система Северного Каспия находится в равновесном состоянии.



Спасибо за внимание!