

## **2.3 РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ ЛЕСОВ ПО СОХРАНЕНИЮ МНОГОЛЕТНЕЙ МЕРЗЛОТЫ НА ФОНЕ НАРАСТАЮЩИХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ**

**КРАЕВ Г.Н.**

**С.Н.С. ЦЭПЛ РАН**

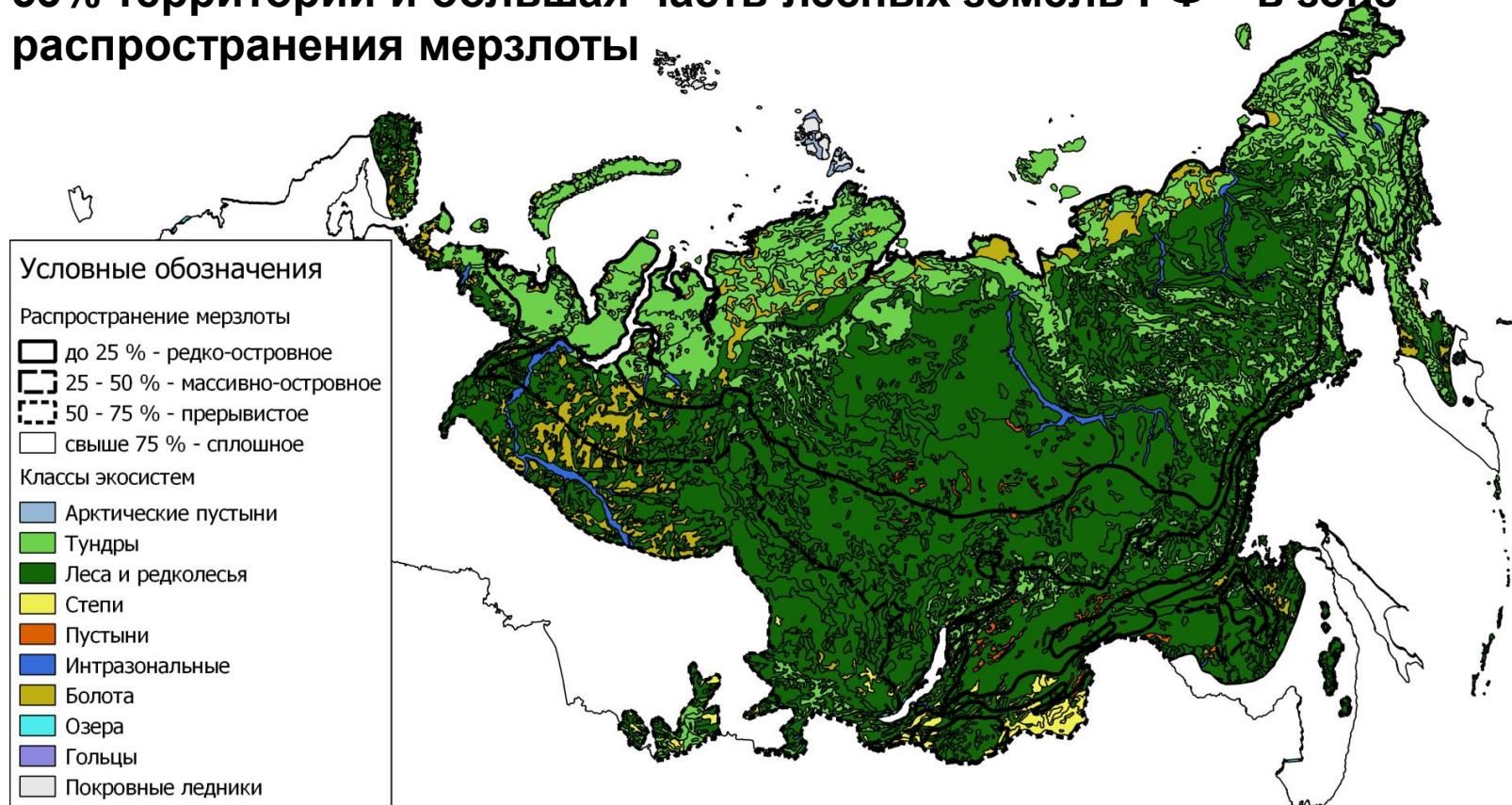


02.02.17

Г совещание КПНИ "Экологические и социально-экономические угрозы деградации лесов России в условиях глобальных изменений и пути их предотвращения"

# АКТУАЛЬНОСТЬ

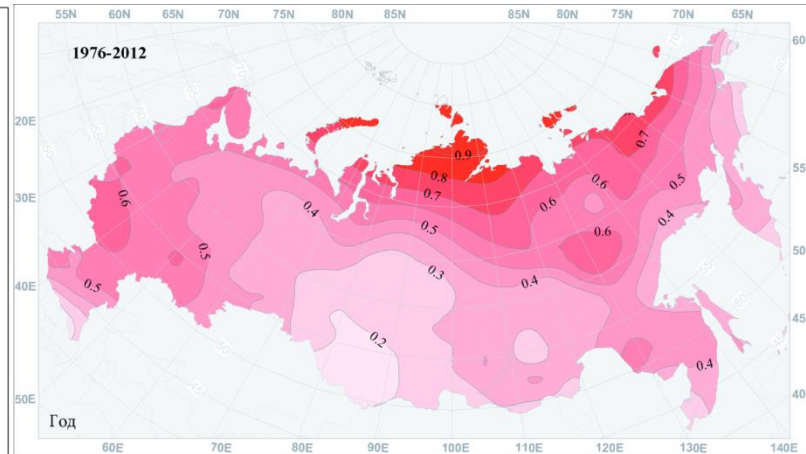
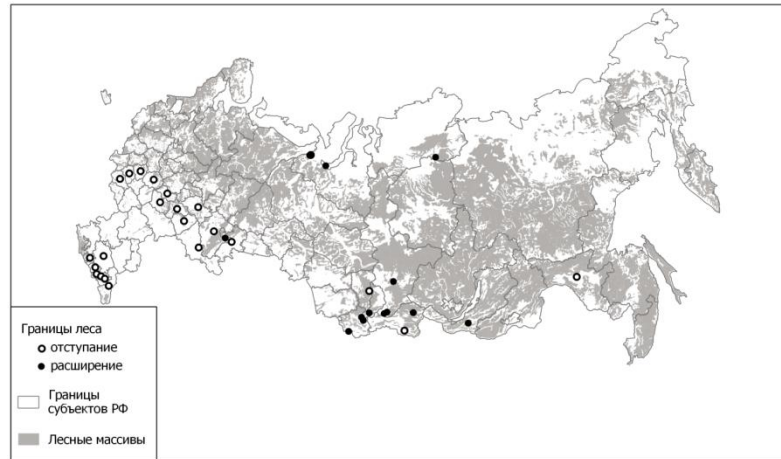
53% территории и большая часть лесных земель РФ – в зоне распространения мерзлоты



02.02.17

I совещание КПНИ "Экологические и социально-экономические угрозы деградации лесов России в

# АКТУАЛЬНОСТЬ



**Наблюдаемое повышение температуры ведет к продвижению границы леса в зону тундр, и к деградации мерзлоты**

02.02.17

I совещание КПНИ "Экологические и социально-экономические угрозы деградации лесов России в

# НОВИЗНА

**Устоявшегося мнения о взаимовлиянии лесов и мерзлых пород нет: примеры – Якутия (лес существует благодаря мерзлоте), южная граница криолитозоны Европейского Севера (в лесу нет мерзлоты)**

**Хорошо разработанный математический аппарат на основе наблюдений 1950-60 гг. (Кудрявцев, 1974) и сегодня используется для комплексной оценки экосистемного воздействия (Shiklomanov, Nelson, 2009).**

**Не было наблюдений за динамикой мерзлых пород при наступании лесной растительности.**

**Понятие экосистемной услуги в отношении стабилизации температурного поля мерзлых пород использовано впервые.**

# ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

**Сравнение экосистемной функции лесов и прочих наземных экосистем в предотвращении процессов деградации мерзлоты**

**Оценка вероятности деградации мерзлоты в случае обезлесения по причине изменений климата, естественных и антропогенных нарушений лесного покрова**

- **Определить особенности теплового баланса пород в условиях лесной растительности**
- **Оценить экосистемную услугу по стабилизации мерзлых пород в различных регионах / по отношению к различным типам использования экосистем криолитозоны человеком**

# **2017-18: ОЦЕНКА РОЛИ ЛЕСНЫХ И ДРУГИХ НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМ В ФОРМИРОВАНИИ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ПОРОД**

**Характеристика изменчивости факторов, определяющих теплообмен мерзлых пород в связи с наличием лесной растительности**

- **$t_0$ ,  $A_0$ , радиационный баланс поверхности, влажность пород, толщина снега, теплофизические свойства органогенного горизонта.**
- **Многофакторный анализ позволит определить ведущие факторы.**

**Количественная характеристика роли экосистем в формировании температурного поля мерзлых пород**

- **Температурные поправки В.А. Кудрявцева (1974) – на снег, на растительность, инфильтрацию летних осадков и т.п. позволят определить насколько современная экосистема влияет на глубину оттаивания и температуру мерзлых пород (в отличие от более инерционного изменения теплового поля)**

# **2019: ОЦЕНКА РОЛИ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА УСЛУГИ НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМ ПО СОХРАНЕНИЮ МНОГОЛЕТНЕЙ МЕРЗЛОТЫ**

**Характеристика изменений потоков энергии в многолетнемерзлых породах земель, используемых в различных видах антропогенной деятельности (сельское хозяйство, транспорт, селитебные территории)**

- **Это шаг к определению потребляемого объема экосистемной услуги по стабилизации мерзлоты.**
- **Перекликается с наиболее вероятной темой диссертационной работы**

# 2020: ОЦЕНКА РИСКА ДЕГРАДАЦИИ МНОГОЛЕТНЕЙ МЕРЗЛОТЫ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ АНТРОПОГЕННЫХ И ПРИРОДНЫХ НАРУШЕНИЙ ЛЕСНОГО ПОКРОВА

Карты вероятности деградации многолетней мерзлоты в связи с изменениями лесопользования, лесными пожарами, изменениями климата

- Определение уязвимости многолетнемерзлых пород к различным в том числе экстремальным воздействиям = оценка нижней границы предоставления экосистемной услуги по стабилизации мерзлоты



02.02.17

Г совещание КПНИ "Экологические и социально-экономические угрозы деградации лесов России в условиях глобальных изменений и пути их предотвращения"



## **2021: РАЗРАБОТКА ПОДХОДОВ ПО ОРГАНИЗАЦИИ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ЭКОСИСТЕМНОЙ УСЛУГИ ПО СОХРАНЕНИЮ МНОГОЛЕТНЕЙ МЕРЗЛОТЫ**

**Аналитический отчет о мониторинге и верификации системы оценки экосистемной функции по сохранению мерзлоты**

- **За время работы будет определена оптимальная схема оценки экосистемной услуги, система индикаторов и предельных значений, характеризующих экосистемные изменения вызывающие риск деградации мерзлоты.**

# ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

**Многофакторным анализом установлены основные свойства растительного покрова лесов, влияющие на состояние мерзлых пород: глубину деятельного слоя, температуру.**

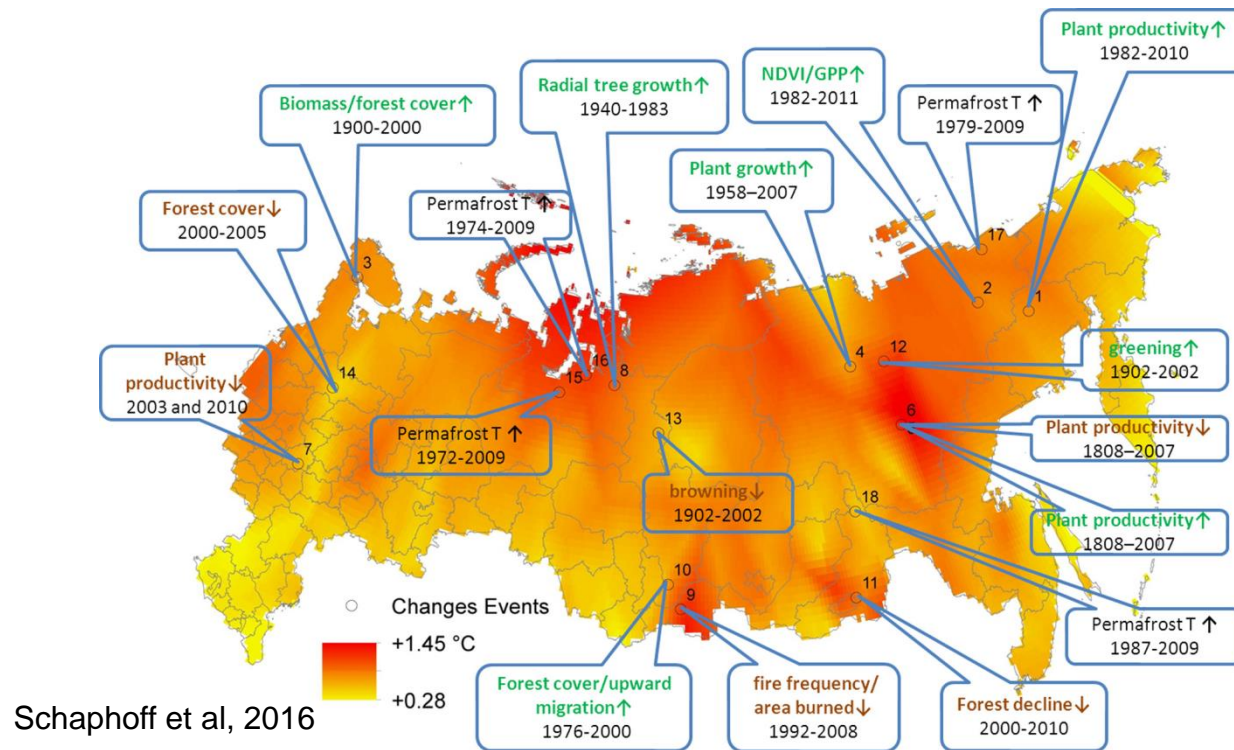
**Проанализировано состояние мерзлых пород в лесной и тундровой зоне, на участках наступания лесной растительности**

**Исследовано влияние естественных и техногенных нарушений на экосистемы и многолетнемерзлые породы (пожары, вырубки, сельское хозяйство, транспорт)**

**Подготовлена серия карт, характеризующих пространственную изменчивость условий формирования теплового режима мерзлоты, вклад лесных и иных экосистем в стабилизацию мерзлотных условий.**

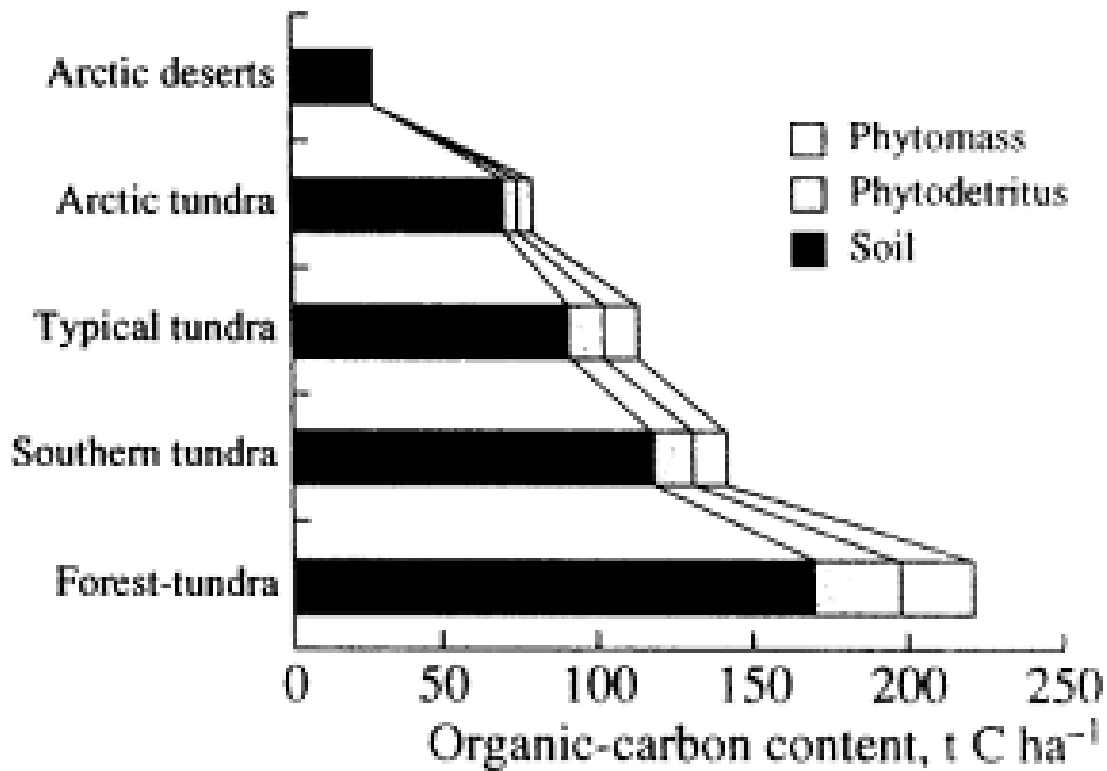
**Охарактеризована востребованность экосистемной функции по стабилизации мерзлоты в лесной зоне – предложены варианты оценки экосистемной услуги.**

# ИЗМЕНЕНИЕ ЛЕСОВ И МЕРЗЛОТНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ УГЛЕРОДА



Оптимизация охраны и пользования лесами  
России как элемент национального вклада в  
Парижское соглашение

# SOIL CARBON



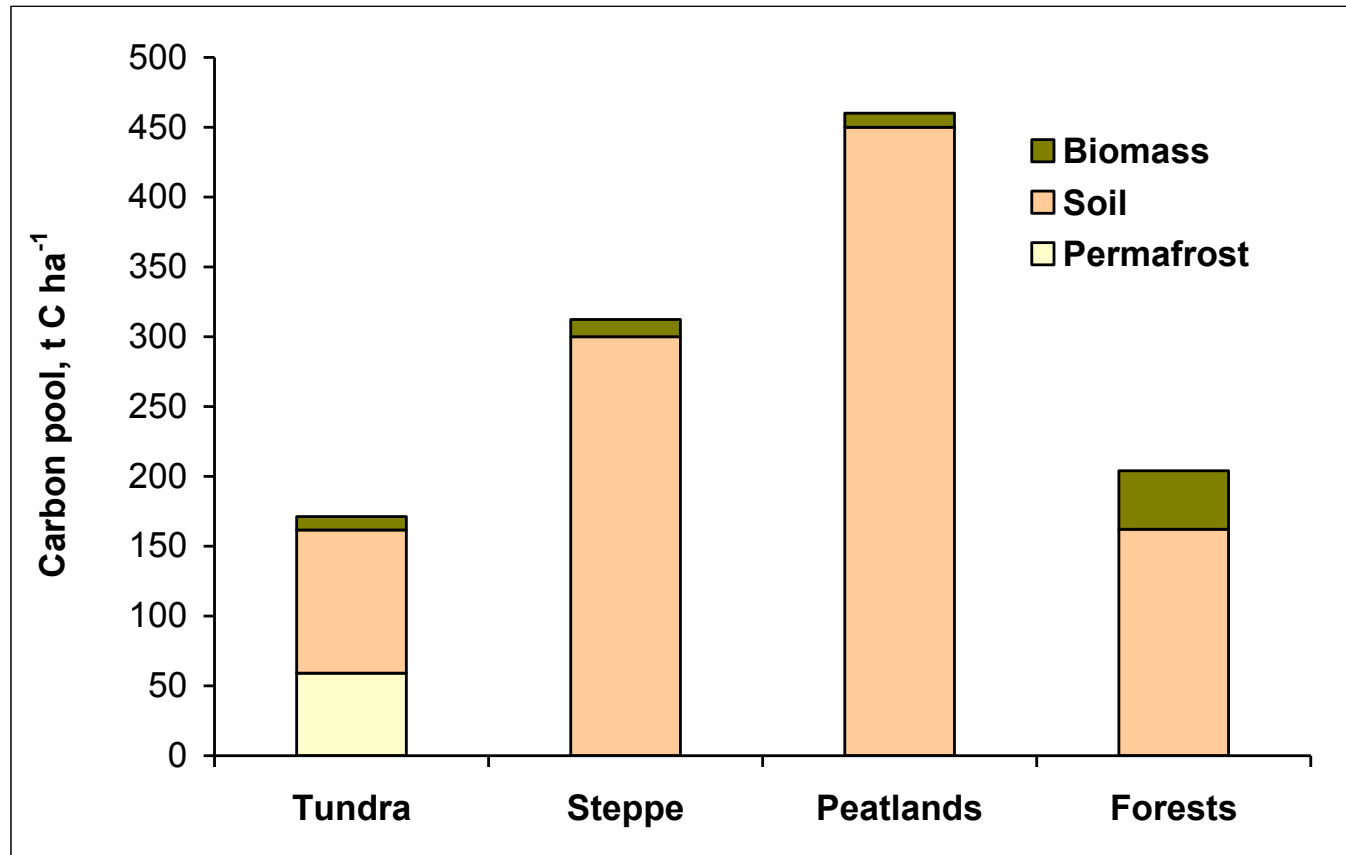
*Chestnykh et al., 1999*

**Low rates of decomposition**

**Turbation**

**Cryogenic conservation in permafrost**

# CARBON POOLS IN BIOMASS AND SOIL (1 M LAYER) IN DIFFERENT TERRESTRIAL ECOSYSTEMS OF RUSSIA



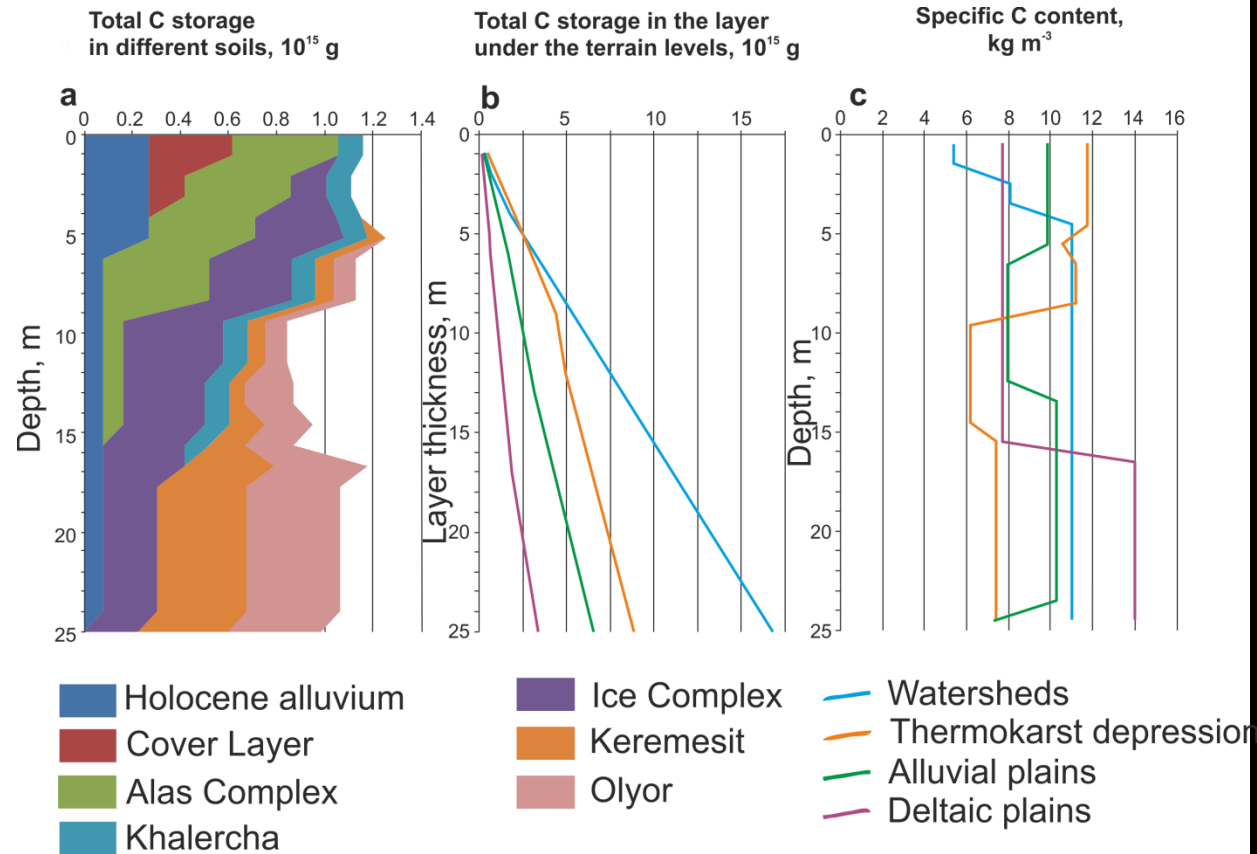
*Vompersky et al., 1994; Karelin et al., 1994; Chestnykh et al., 2004; Zamolodchikov et al., 2011*

# CARBON IN PERMAFROST

Average carbon content is  $4.2 \text{ kg C m}^{-3}$  (up to  $15 \text{ kg C m}^{-3}$  depending on the soil)

Total carbon in the top 25 m of permafrost in Northeastern Arctic (around  $200000 \text{ km}^2$  is  $16 \times 10^{12} \text{ kg C}$ )

15% of the permafrost carbon pool is stored in the top 3 m below active layer)



*Shmelev et al., 2013*

# ДЕГРАДАЦИЯ МЕРЗЛОТЫ

ОУвеличение температуры мерзлых пород России на  $0.01-0.1^{\circ}\text{C г}^{-1}$  с 1980-90 гг. (*Romanovsky et al., 2010*) - повсеместно

ОУвеличение глубины сезонного оттаивания – регионально (*CALM, 2012*)

ОДеструктивные процессы – локально (*Grosse et al., 2009; Karlsson et al., 2012*)

- осадки земной поверхности и термокарст
- термоэрозия/термоабразия и склоновые процессы

# Слитность профиля мерзлоты

