

Бр. 44/14

Амбасада Руске Федерације у Републици Србији изражава своје поштовање Министарству спољних послова Републике Србије и има част да замоли да се заинтересованим институцијама Републике Србије проследи информација да од фебруара 2021. године Министарство науке и високог образовања Руске Федерације спроводи пилот пројекат стварања на територији државе карбонских полигона за развој и испитивање технологија контроле биланса угљеника.

Министарство је заинтересовано за укључивање српских научника у рад Стручног савета, који је основан у циљу израде предлога и спровођења мера научне подршке за изградњу ефикасног система за праћење климатски активних гасова.

Прилог: на 40 стр.

Информације о Савету и карбонским полигонима на руском и енглеском језику су у прилогу.

Амбасада би била захвална на подацима о српским научницима, који желе да се прикључе наведеној иницијативи.

Амбасада користи и ову прилику да понови Министарству изразе свог особитог поштовања.

Београд, „04“ април 2022. године

МИНИСТАРСТВО СПОЉНИХ ПОСЛОВА
РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ

Београд

№

772/14

Посольство Российской Федерации в Республике Сербии свидетельствует свое уважение Министерству иностранных дел Республики Сербии и имеет честь просить проинформировать заинтересованные структуры Республики Сербии о том, что с февраля 2021 г. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации осуществляет пилотный проект по созданию на территории страны карбоновых полигонов для разработки и испытаний технологий контроля углеродного баланса.

Министерство заинтересовано в привлечении сербских ученых к работе Экспертного совета, созданного в целях выработки предложений и реализации мер научного обеспечения построения эффективной системы мониторинга климатически активных газов.

Приложение: на 40 лл.

Справочная информация о Совете и карбоновых полигонах на русском и английском языках прилагается.

Посольство было бы признательно за предоставление сведений о научных сотрудниках Сербии, желающих подключиться к указанной инициативе.

Посольство пользуется случаем, чтобы возобновить Министерству уверения в своем весьма высоком уважении.

Белград, 8 » апреля 2022 года

МИНИСТЕРСТВУ ИНОСТРАННЫХ ДЕЛ
РЕСПУБЛИКИ СЕРБИИ

г.Белград



Expert Council on Scientific Support for the Development of Carbon Control Technologies

In accordance with ministerial order № 74 dated February 5, 2021 an Expert Council was set up under the RF Ministry of Science and Higher Education to scientifically support the development of carbon control technologies.

The Expert Council was created in order to work out proposals on coordinating and implementing measures aiming to design an effective system for monitoring climatically active gases in Russia and ensuring that it has effective technologies and methodologies for research into greenhouse gas sources and sinks as part of Stage One of the National Action Plan for adaptation to climate change prior to 2022. The Expert Council is a scientific-consulting and expert body of the Ministry.

The main objectives of the Expert Council shall be:

- To determine key principles for establishing and operating polygons (test sites) in order to develop and test carbon control technologies;
- To prepare proposals for setting up a network of carbon polygons;
- To define parameters of efficiency and performance of carbon polygons and evaluation of their activities;
- To prepare proposals for integrating into higher education programs the disciplines (modules) designed to study climate change and its effects in Russia;
- To work out proposals for including carbon polygon data in the third assessment report on climate change and its effect in Russia including assessments of observed and projected climate change as well as vulnerability assessments and adaptation scenarios;
- To participate in solving other tasks within the terms of reference of the Expert Council in line with the Expert Council Chairperson's the instructions.

Справочная информация об Экспертном совете по вопросам научного обеспечения развития технологий контроля углеродного баланса

Приказом Минобрнауки России от 5 февраля 2021 г. № 74 сформирован Экспертный совет при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации по вопросам научного обеспечения развития технологий контроля углеродного баланса.

Экспертный совет создан в целях выработки предложений по координации и реализации мер научного обеспечения построения эффективной системы мониторинга на территории Российской Федерации климатически активных газов, ее обеспечения эффективными технологиями и методиками и проведения исследований источников и поглотителей парниковых газов в рамках реализации национального плана мероприятий первого этапа адаптации к изменениям климата на период до 2022 года. Экспертный совет является научно-консультативным и экспертным органом Министерства.

Основными задачами Экспертного совета являются:

- определение ключевых принципов создания и функционирования полигонов для разработки и испытаний технологий контроля углеродного баланса;
- подготовка предложений по формированию сети карбоновых полигонов;
- определение показателей эффективности и результативности работы карбоновых полигонов и оценка их деятельности;
- подготовка предложений по включению в образовательные программы высшего образования дисциплин (модулей) по изучению изменений климата и их последствий на территории Российской Федерации;
- подготовка предложений по включению информации о карбоновых полигонах в третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации, включающий оценки наблюдаемых и прогнозируемых изменений климата, а также оценки уязвимости и сценарии адаптации;
- участие в решении иных задач в сфере компетенции Экспертного совета в соответствии с поручениями председателя Экспертного совета.

КАРБОНОВЫЕ ПОЛИГОНЫ

«Национальная система с привлечением потенциала нашей науки уже выстраивается. Мы создаем здесь сеть так называемых карбоновых полигонов, где отрабатывается контроль эмиссии и поглощения углекислого газа в режиме реального времени, производится оценка состояния природных систем, качества водных ресурсов и других параметров.»

Президент РФ
Владимир Владимирович Путин

«Создание карбоновых полигонов является мировым трендом. В России они только начинают развиваться, в рамках пилотного проекта в этом году изначально планировалось создать восемь полигонов. Но в августе этого года было решено расширить сеть таких территорий до девяти — в число новых участников включён полигон в Московской области на базе центра МГУ им. М.В.Ломоносова "Чашниково". В ближайшее время количество пилотных площадок для создания карбоновых полигонов расширится до 14»

заместитель председателя Правительства РФ
Дмитрий Николаевич Чернышенко

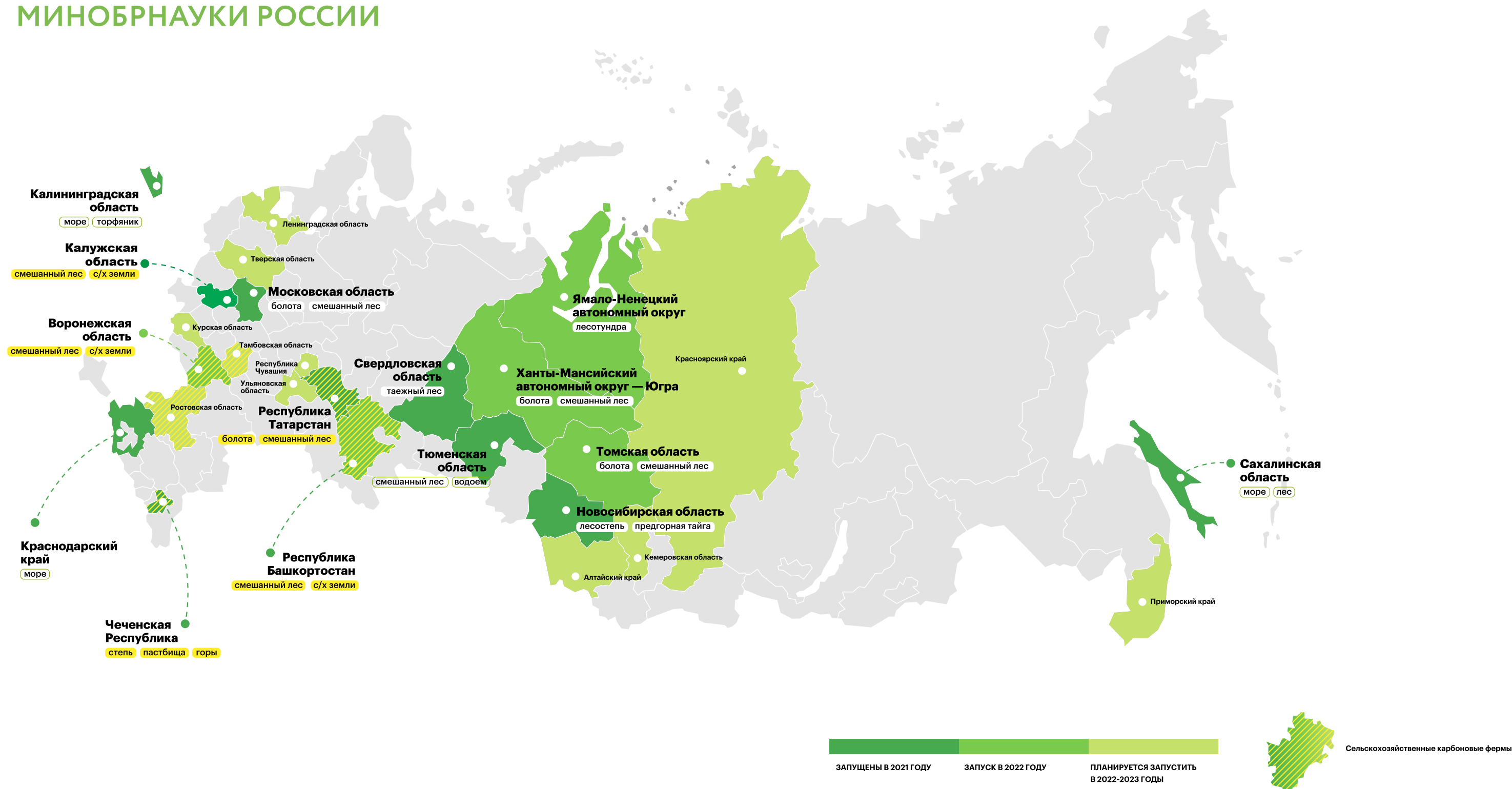
«Наука — это база климатической повестки. Убежден, что необходимость формирования собственной методики отслеживания углеродного следа и последующие процессы декарбонизации повлияют не только на экономику страны, но и на систему российского высшего образования. Необходимо качественное изменение профессий и системы подготовки новых кадров, которые придут работать в совершенно новые направления. Развитие декарбонизации на территории России невозможно без участия науки и трансформации высшего образования»

Министр науки и высшего образования РФ
Валерий Николаевич Фальков

КАРТА ДЕЙСТВУЮЩИХ И ПЛАНИРУЕМЫХ КАРБОНОВЫХ ПОЛИГОНОВ ПРИ ОРГАНИЗАЦИЯХ МИНОБРНАУКИ РОССИИ



Карбоновые Полигоны
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ





ОСНОВНЫЕ ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ СОЗДАНИЯ КАРБОНОВЫХ ПОЛИГОНОВ

Пилотный проект по созданию сети карбоновых полигонов в Российской Федерации реализуется в рамках национального плана мероприятий по адаптации к современным изменениям климата и их последствиям, обеспечению экологической безопасности и улучшению состояния окружающей среды. Основными задачами карбоновых полигонов являются:

1. Мониторинговые наблюдения за эмиссией и поглощением климатически активных (парниковых) газов посредством наземных и дистанционных методов измерений.
2. Оценка пространственной и временной изменчивости эмиссии и поглощения парниковых газов, а также определение интегральных значений потоков для различных территорий за определенные интервалы времени.
3. Отработка технологических решений контроля эмиссии и поглощения парниковых газов на основе полного (завершенного) технологического цикла, направленных на уменьшение их эмиссии и увеличение их поглощения природными экосистемами, а также испытание и верификация технологий в реальных и критических условиях.
4. Разработка и адаптация технологий дистанционного мониторинга структуры и состояния растительного и почвенного покрова, эмиссии и поглощения парниковых газов с использованием данных наземных измерений и методов математического моделирования.

5. Подготовка кадров высшей квалификации в области новейших методов экологического контроля, перспективных технологий для низкоуглеродной индустрии, сельского и муниципального хозяйства.

Применение комплексного (наземные измерения, дистанционное зондирование, математическое моделирование) подхода для оценки структуры углеродного баланса и потоков основных парниковых газов позволит получить целостную картину не только о количественных значениях потоков, но также и о масштабах пространственно-временной изменчивости эмиссии и поглощения парниковых газов наземными (леса, лесостепь, степь, болота) и морскими экосистемами, включая территории с многолетней мерзлотой.

В рамках реализации программы по проведению мероприятий для уменьшения эмиссии и увеличения поглощения парниковых газов природными экосистемами на карбоновых полигонах планируются разноплановые исследования и эксперименты, предусматривающие в том числе:

1. Выращивание высокопродуктивных насаждений.
2. Восстановление антропогенно-нарушенных земель.
3. Обводнение торфяников, восстановление водно-болотных угодий.

4. Рациональное лесопользование и восстановление лесов.
5. Регенеративное сельское хозяйство и животноводство.

В программу деятельности карбоновых полигонов в настоящее время включены девять регионов Российской Федерации: Калининградская область, Краснодарский край, Московская область, Чеченская республика, республика Татарстан, Новосибирская область, Тюменская область, Свердловская область, Сахалинская область. Операторами полигонов выступают ведущие университеты и исследовательские институты Российской Федерации.

Применение современных методов исследований и технологий, соответствующих международным стандартам, позволит получить точные данные об эмиссии и поглощении парниковых газов природными наземными и морскими экосистемами, развить новые технологии для рационального использования и сохранения природных ресурсов, уменьшить негативные последствия роста антропогенной эмиссии на климат, и приблизиться к решению стратегической задачи по достижению Российской Федерацией углеродной нейтральности к 2060 году.



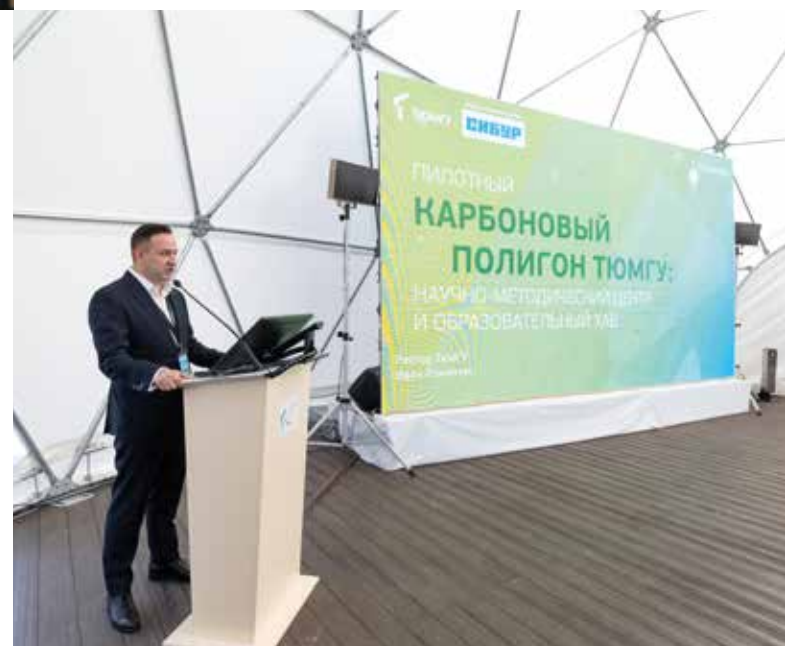
Территория полигона охватывает наиболее характерные для региона типы природных систем: различные виды леса, озеро, болота, а также земли с/х назначения. Лесная растительность занимает наибольшую площадь и представлена берёзово-сосновыми, осиново-берёзовыми и пихтово-осиново-липовыми лесами. Мезотрофное озеро средних размеров с антропогенно преобразованным водосбором. На прилегающих территориях выполнялось опытное зерноводство

Озеро Кучак, площадь водного зеркала 342 га, глубина до 5 м., дно илистое, вода гидрокарбонатная, пресная, берег сложен суглинками, местами торфом

Деятельность полигона направлена на решение научно-методических и образовательных задач. В научной части обеспечивается количественная оценка эмиссии и депонирования парниковых газов природными экосистемами Тюменской области и разработка научно-обоснованной и верифицируемой международным сообществом методологии учёта карбоновых кредитов с использованием наземных и дистанционных методов

Образовательное направление ставит задачу подготовки кадров высшей квалификации с междисциплинарными компетенциями для работы по «карбоновой» тематике

1. Измерение потоков основных климатически активных газов между наземными/водными экосистемами и атмосферой
2. Оценка запасов углерода в почве и донных отложениях озёр
3. Определение секвестрационного потенциала основных типов экосистем
4. Подбор видов и сортов растений с высоким потенциалом секвестрации, адаптированным к климатическим условиям региона, для использования в сельском и лесном хозяйстве
5. Измерение фотосинтетической активности макрофитов, а также фитопланктона исследуемых озёр
6. Расчет экономической эффективности климатических проектов в Тюменской области, в том числе создание «карбонового калькулятора»
7. Разработка новой международной сетевой магистерской программы "IMPROVe_Agro" по регенеративному сельскому хозяйству
8. Организация «службы распространения знаний» для землепользователей и просветительских мероприятий для обучающихся (школьников и студентов).
9. Разработка программы ДПО «Практика создания и развития карбоновых полигонов: кадры, технологии, оборудование» для сотрудников организаций – операторов карбоновых полигонов



КАРБОНОВЫЙ ПОЛИГОН КАРБОНОВЫЙ ПОЛИГОН НА ОЗЕРЕ КУЧАК

Тюменская область

Дата открытия полигона ♦ август 2021

Сайт ♦ carbon-polygons.ru/polygons/karbonoviy-poligon-v-tyumeni
www.carbon-polygons.ru

Оператор ♦ ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет»

Индустриальный партнер ♦ ПАО СИБУР

Технологический партнер ♦ ГК Геоскан
ООО «ГринЭко Инвест»
ГК CTRL2GO

Участники ♦ Институт экологии и эволюции им. А.Н.Северцова РАН
ФИЦ Тюменский научный центр СО РАН
(НИИ сельского хозяйства Северного Завуралья, Ямальская опытная станция)



НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Реализация исследований по проектам:

1. Анализ влияния биоугля различной водоудерживающей способности на динамику агрофизических, агрохимических, биологических свойств почвы и на прямую эмиссию парниковых газов
2. Изучение роли почвенных беспозвоночных в регуляции экосистемных потоков углерода (совместно с Институтом проблем экологии и эволюции им. А.Н.Северцова РАН)
3. Исследование малоизученных и таксономически сложных групп клещей – биоиндикационно значимого компонента почвенной биоты для оценки климатических изменений
4. Реализация программы исследований адаптивной способности сельскохозяйственных растений в экстремальных условиях Северного Зауралья
5. Анализ структуры углерод-ассимилирующих органов растений
6. Проект расчета углеродного баланса климатически активных газов в озёрных экосистемах Западной Сибири

МЕЖДУНАРОДНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ

Сотрудничество с международным консорциумом по изучению современных климатических изменений «Паневразийский эксперимент» (PEEX)

В сотрудничестве с Вестфальским университетом им. Вильгельма (Мюнстер, Германия) проводятся совместные исследования на карбоновом полигоне ТюмГУ на озере Кучак и на юге области в целом, осуществляется подготовка и переподготовка кадров, в том числе посредством научно-исследовательских стажировок в Германии. Совместно с Университетом штата Огайо (США) реализуется совместный проект по регенеративному земледелию и почвопокровным растениям

Адаптация существующих программ магистратуры и аспирантуры:

1. Магистерская программа «Биология: Математическая биология и биоинформатика» (на английском языке);
2. Магистерская программа «Биология: Биологическая безопасность растений» (на английском языке).

Аспирантура:

1. Энтомология (на англ.яз.)
2. Почвоведение (на англ.яз.)
3. Микология (на англ.яз.)
4. Экология (на русском яз.)

Разработка новой магистерской программы:

Магистерская программа по проекту "IMPROvE_AGRO" программы «Эразмус+» Еврокомиссии. Разработка архитектуры образовательной программы и дисциплинарного дизайна. Полный запуск программы – сентябрь 2022 г. (на английском и русском языках)
Институт X-BIO: аспирантов – 6, магистрантов – 25

Междисциплинарные курсы:

1. Методы научных исследований для карбонового фермерства (магистратура) (16 часов, число слушателей 20). Совместно с Университетом штата Огайо, США, по программе Американских Советов (грант, руководитель проекта профессор И.Х. Рафик)
2. Зеленая экономика (бакалавриат), (16 часов – лекций, 34 часов практических работ, примерное число слушателей – 300 человек)

3. Экологическое предпринимательство (бакалавриат), (16 часов – лекций, 34 часов практических работ, примерное число слушателей – 300 человек)
4. Экологическая социология (бакалавриат), (16 часов – лекций, 34 часов практических работ, примерное число слушателей – 300 человек)
5. Низкоуглеродные города (магистратура) (16 часов – лекций, 34 часов практических работ, примерное число слушателей – 25 человек)
6. Цифровизация бизнес-моделей функционирования карбоновых полигонов (магистратура), (36 часов – лекций, 36 часов практических работ, примерное число слушателей – 25 человек)
7. Системы искусственного интеллекта в карбоновой индустрии (магистратура) (36 часов – лекций, 36 часов практических работ, примерное число слушателей – 25 человек)
8. Прикладные аспекты Big Data Technologies в карбоновой индустрии (магистратура), (36 часов – лекций, 36 часов практических работ, примерное число слушателей – 25 человек)

Проведены в 2021 году программы ДПО:

Образовательный интенсив «Практика создания и развития карбоновых полигонов и сопутствующих климатических проектов: кадры, технологии, оборудование» (16-19.09.2021).

Семинар по технологии воздушного лазерного сканирования ТюмГУ с компанией «АГМ Системы» (1-2.12.2021).

ФИНАНСИРОВАНИЕ ПРОЕКТА

в 2021-2022 годах





КАРБОНОВЫЙ ПОЛИГОН «ГЕЛЕНДЖИК»

Краснодарский край

Дата открытия полигона ♦ декабрь 2021 года

Сайт ♦ www.carbon-polygons.ru/polygons/ocean-gelengik

Оператор ♦ Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН

Индустриальный партнер ♦ Группа компаний Ctrl2GO

Участники ♦ НОЦ мирового уровня «Обеспечение экологической и продовольственной безопасности и развитие технологий здоровьесбережения»
Кубанский государственный университет



КАРБОНОВЫЙ
ПОЛИГОН
ГЕЛЕНДЖИК

МОРСКОЙ УЧАСТОК

120 км²

Морской участок полигона располагается в районе Голубой (Рыбацкой) бухты и на ее внешней акватории до границы шельфа (изобаты 100 м), которая находится на удалении около 8 км от берега

КАРБОНОВАЯ ФЕРМА

Морская карбоновая ферма по исследованию секвестрации углерода морским планктоном

БЕРЕГОВОЙ УЧАСТОК

6 Га

2 участка на южном береговом склоне со средней крутизной 15–20°: в нижней части на расстоянии 100 м от берегового уступа, в верхней части – от 200 до 300 м от берегового уступа

участок 1

Сосновый древостой – около 300–400 деревьев – со средней высотой 14 м и диаметром 18–32 см, средняя высота крепления крон – 8–9 м. Дуб пушистый подвид курчавый – около 40–60 деревьев, размещенных локально в верхней части участка единично или куртинами. Средняя высота – 9 м, диаметр 16–28 см, средняя высота крепления крон – 5 м. На участке много соснового подроста высотой до 1–2 м

участок 2

Кустарниковая поросль. Наиболее часто встречается держи-дерево, реже грабинник, редко – сумах дубильный и скумпия кожевенная

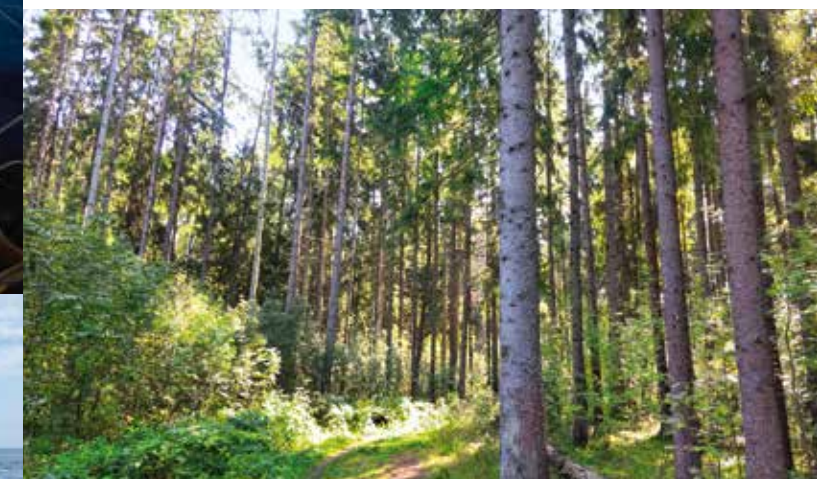
Типичная растительность северной части полигона



Выход в море на постановку буйковых станций, измеряющих гидрологические параметры воды



Подъем буйковой станции, измеряющей гидрологические параметры воды, для очередного скачивания данных измерений и замены батарей





ЗАДАЧИ ПОЛИГОНА

Создание инфраструктуры и проведение комплексного мониторинга потоков климатически активных (парниковых) газов на морских (Черное море) и наземных участках полигона в Краснодарском крае

Измерение потоков климатически активных газов над морской акваторией и наземными участками полигона с использованием пульсационных и камерных (мобильные и стационарные системы) методов. Получение данных об изотопном составе парниковых газов в атмосфере для определения вклада региональных природных и антропогенных источников в интегральную эмиссию климатически активных газов

Получение регулярной дистанционной спектроскопической информации высокого разрешения, а также данных о структуре растительности и топографии местности на основе мультиспектральной и лидарной аппаратуры, установленной на беспилотных летательных устройствах

Разработка новых секвестрационных технологий, направленных на уменьшение эмиссии и увеличение поглощения климатически активных газов наземными и морскими природными экосистемами

Подготовка специалистов высокой квалификации для проведения наблюдений и анализа экспериментальной информации по потокам парниковых газов, получаемой с помощью наземных и дистанционных технологий

ОБРАЗОВАНИЕ И ПОДГОТОВКА КАДРОВ

Проведен специализированный курс с практикумом «Энерго- и массообмен земной поверхности с атмосферой»

Организована летняя практика для студентов-метеорологов МГУ по измерениям характеристик приземной метеорологии и потоков климатически активных газов

НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Проведено ландшафтное описание и создание цифровой модели сухопутной и морской части полигона

Начат эксперимент «Мезокосм» по изучению секвестрации углерода морским планктоном



ФИНАНСИРОВАНИЕ ПРОЕКТА

в 2021-2022 годах



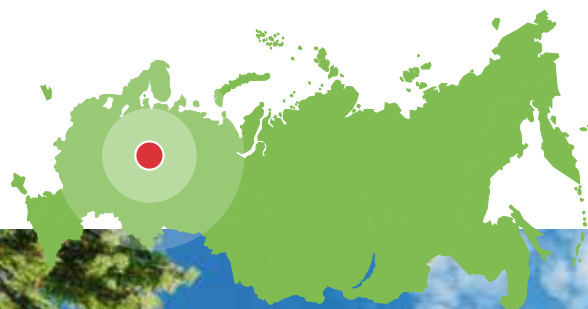
МЕЖДУНАРОДНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ

- University of Capetown – измерения потоков CO₂ на границе вода-атмосфера
- Ocean University of China (Qingdao) – углеродный цикл в прибрежных районах Черного моря
- KAUST (King Abdullah University of Science and Technology) – прибрежная гидрология и биогеохимия

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Будут получены:

- количественные характеристики потоков двуокиси углерода, метана и закиси азота между океаном и атмосферой в прибрежной области северо-восточной части Черного моря
- характеристики потоков двуокиси углерода между поверхностью суши и атмосферой в береговой области, примыкающей к побережью, полученные с помощью пульсационных и камерных измерений
- оценки пространственно-временной изменчивости потоков климатически активных газов в прибрежных водах северо-восточной части Черного моря и береговой зоне на масштабах сотен метров и суток, а также оценки сезонного хода потоков
- интегральные оценки потоков климатически активных газов для участков акватории северо-восточной части Черного моря и береговой зоны, полученные на основе прямых измерений и данных дистанционного зондирования
- обоснование возможностей разработки технологий уменьшения эмиссий и повышения секвестрационного потенциала прибрежных вод и отдельных участков побережья северо-восточной части Черного моря



ПОЛИГОН «ЧАШНИКОВО» 605,9 Га

Вторичная моренная равнина с хвойно-широколиственными лесами на дерново-подзолистых почвах. Растительность лесная, луговая, болотная и участки под пашней. Это позволяет одновременно разрабатывать низкоуглеродные стратегии природопользования, лесовосстановительные и агрономические технологии, направленные на долгосрочное депонирование атмосферного углерода в лесных, пойменных и аграрных ландшафтах



3D-модель

КАРБОНОВЫЙ ПОЛИГОН «ЧАШНИКОВО»

Московская область

Дата открытия полигона ♦ сентябрь 2021 года

Сайт ♦ www.carbon.msu.ru
www.carbon-polygons.ru

Оператор ♦ МГУ им. М.В. Ломоносова

Индустриальный партнер ♦ Не утвержден

Технологическое партнерство ♦ ООО «Яндекс»



ЗАДАЧИ ПОЛИГОНА

1. Организация системы инструментального круглогодичного мониторинга газообмена в системе почва-растительность-атмосфера
2. Отработка методологии балансовой количественной оценки углеродного бюджета природных и антропогенно-преобразованных ландшафтов для выявления потенциала секвестрирования углерода
3. Разработка сопряжённых динамических моделей изменения запасов углерода при различных сценариях природопользования и их ГИС-интерполяция с учётом дистанционного зондирования поверхности



НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Разработан план работ с количественной оценкой требуемого состава наземных и дистанционных наблюдений, включающий метеорологические наблюдения, измерения потоков парниковых газов и составляющих углеродного баланса, дистанционное зондирование

Подбираются карты карбонового полигона для геоинформационной системы (ГИС на основе MapInfo Pro)

ОБРАЗОВАНИЕ И ПОДГОТОВКА КАДРОВ

Количество молодых ученых, студентов, аспирантов – 5

- Разработаны новые образовательные программы и курсы:
- образовательная программа магистратуры и бакалавриата «Устойчивое управление природными ресурсами для продовольственной безопасности» (на английском языке)
 - спецкурсы для магистров в рамках существующих программ:
 - а) «Биогеохимические циклы и глобальные изменения климата»
 - б) «Низкоуглеродное природопользование»

МЕЖДУНАРОДНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ

Открытый конкурс проектов EJP-SOIL по круговороту органического углерода в сельскохозяйственных почвах – поданы 2 совместные заявки с исследователями из INRAE (Франция), Университета Палермо (Италия), Университетом Св. Иштвана (Венгрия), COLPOS (Мексика), INTA (Аргентина) и Университетом Макерере (Уганда), Университет Георга-Августа (Геттинген, Германия)

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Подготовка предложений по внедрению оптимальных низкоуглеродных стратегий природопользования, способствующих максимальному долговременному депонированию углерода

Определение количественных характеристик углеродного баланса лесных экосистем (смешанный лиственный лес) и посевов многолетних трав. Количественные оценки сезонной и суточной изменчивости потоков диоксида углерода и метана в лесных экосистемах

Количественные оценки различий в потоках парниковых газов в агроценозах при разных технологиях земледелия. Развитие процесс-ориентированных одномерных и трехмерных моделей для описания потоков парниковых газов в лесных экосистемах и агроценозах

Разработка программного обеспечения, позволяющего проводить расчёт потенциальной секвестрации атмосферного углерода в условиях Центрального федерального округа с экономической оценкой внедрения альтернативных сценариев землепользования и элементов систем земледелия

ФИНАНСИРОВАНИЕ ПРОЕКТА

в 2021-2022 годах





КАРБОНОВЫЙ ПОЛИГОН «БИОКАРБОН»

г. Новосибирск

Дата открытия полигона ♦ август 2021 года

Сайт ♦ www.carbon-polygons.ru

Оператор ♦ Новосибирский национальный
исследовательский университет (НГУ)

Индустриальный партнер ♦ ООО «Новая Школа»
Газпром Маркетинг & Трейдинг
АНО «Биокарбон»

Технологические партнеры ♦ Центральный сибирский ботанический сад
(ЦСБС) СО РАН
Сибирский федеральный научный центр
агробиотехнологий РАН

Участники ♦ Центральный сибирский ботанический сад
(ЦСБС) СО РАН
Сибирский федеральный научный центр
агробиотехнологий РАН

2 УЧАСТКА 1008 Га

Участок 1 (ЦСБС СО РАН)

Расположен на древних высоких террасах р. Обь с песчаными и супесчаными грунтами. Дюнный рельеф, представляет фрагмент ландшафта зональных травяных березовых лесов Западной Сибири на дренированных возвышенных равнинах

Участок 2 (Пироговский лес)

Расположен на Присалаирской возвышенной равнине, с расчлененным эрозионным рельефом и тяжелосуглинистыми грунтами с типичным ландшафтом Приобских сосновых лесов на древнем дюнном рельефе

ЗАДАЧИ ПОЛИГОНА

Разработка программы и организация многолетнего экологического мониторинга функционирования естественных и искусственно создаваемых лесных сообществ

Разработка подходов создания лесных культур высокоэффективного секвестрирования углерода в древесине и в почвенном гумусе

Разработка модели и цифровой платформы эмиссии и секвестрирования парниковых газов в лесных системах

Оценка существующих сельскохозяйственных технологий с точки зрения углеродного баланса

Организация работ по международной сертификации лесоклиматического проекта на модельных участках карбоновой фермы

НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

В рамках Новосибирского карбонового полигона определены три экспериментальные площадки для изучения структурно-функциональных особенностей естественных и антропогенно-производных лесных экосистем. Для каждой площадки выполнена характеристика автотрофного блока как основного компонента экосистемы, ответственного за секвестрацию атмосферного углерода. Выявлен видовой состав высших сосудистых растений и их количественное соотношение для каждой площадки, а также соотношение экологических групп и жизненных форм. Выделен бобовый компонент, ответственный за фиксацию атмосферного азота

Подобрана мозаика спутниковых снимков среднего и высокого разрешения на территорию полигона и его окрестностей, а также на всю Новосибирскую область для дальнейшего дешифрирования и площадной экстраполяции результатов исследований на экспериментальных площадках

ОБРАЗОВАНИЕ И ПОДГОТОВКА КАДРОВ

Количество молодых ученых, студентов, аспирантов – 6

Магистерские программы:

- Магистр права в сфере экологии, природопользования и оборота недвижимости
- Управление бизнесом в «зеленой» экономике

Общеуниверситетские курсы:

- Экологическая/климатическая грамотность
- Управление углеродным следом

Онлайн курсы:

- Экологическая/климатическая грамотность
- Углеродная нейтральность России/мира: риски и новые возможности

МЕЖДУНАРОДНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ

Центр микробиологии и экосистем окружающей среды,
Австрия
Университет Лейбница, Германия
Институт наук о почвах, Германия

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Определение количественных характеристик углеродного баланса естественных лесов с учетом структурных элементов биоценоза Обоснование эффективных направлений и выбор механизмов реализации лесоклиматических проектов в Сибири Аprobация подходов по организации и выращиванию лесных плантаций для депонирования углерода на неиспользуемых с/х землях и адаптирование их для регионального масштаба Подготовка к международной сертификации модельных участков углеродной фермы

ФИНАНСИРОВАНИЕ ПРОЕКТА

в 2021-2022 годах

184,5
млн рублей

124,5
млн рублей
бюджетные
средства

60
млн рублей
внебюджетные
средства



КАРБОНОВЫЙ ПОЛИГОН «КАРБОН ПОВОЛЖЬЕ»

Казань

- Дата открытия полигона** ♦ август 2022 года
- Сайт** ♦ www.carbon.kpfu.ru
www.carbon-polygons.ru
- Оператор** ♦ Казанский (Приволжский)
федеральный университет
- Индустриальный партнер** ♦ ОАО «Татнефтехиминвест-холдинг»
- Участники** ♦ Казанский государственный
аграрный университет



ЗАДАЧИ ПОЛИГОНА

Организация регулярных метеорологических наблюдений с передачей данных срочных метеорологических наблюдений

Организация регулярных мониторинговых наблюдений за потоками основных парниковых газов и параметрами фотосинтеза и дыхания растительных сообществ и почвы. Изучение секвестрационного потенциала естественных фитоценозов

Адаптация существующих и разработка новых бакалаврских, магистерских и аспирантских программ для подготовки специалистов по измерению концентраций парниковых газов и расчетов их эмиссии и секвестрации. Популяризация знаний в области карбоновой тематики

Организация и проведение международных семинаров и конференций

ОЦЕНКА СОСТАВЛЯЮЩИХ УГЛЕРОДНОГО БАЛАНСА ПОЛИГОНА

Проведено обобщение и интерполяция многолетних метеорологических данных, начаты полевые наблюдения имеющимися приборами непосредственно вблизи территорий полигона

Проведены предварительные почвенные исследования, описаны почвенные разрезы и оценены основные физико-химические параметры гумусового горизонта. Получены результаты многолетнего эксперимента по скорости разложения органики в лесных экосистемах

Получены данные по выделению и поглощению диоксида углерода, а также водяных паров с листовой поверхности у растений разных видов (основных эдификаторов лесной экосистемы)

Получены инвентаризационные списки флоры и микобиоты. Уточнен видовой состав дереворазрушающих грибов



НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Проведено обобщение многолетних метеорологических данных, начаты полевые метеорологические наблюдения имеющимися приборами непосредственно вблизи территорий полигона

Проведены предварительные почвенные исследования

Проведено описание почвенного разреза и оценены основные физико-химические параметры гумусового горизонта

Получены очередные данные многолетнего эксперимента по скорости разложения органики в лесных экосистемах

Получены данные по выделению и поглощению диоксида углерода, водяных паров с листовой поверхности у растений разных видов (основных эдификаторов лесной экосистемы)

Получены инвентаризационные списки флоры и микобиоты. Отдельно уточнен видовой состав дереворазрушающих грибов

МЕЖДУНАРОДНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ

Школа природных ресурсов Университета Миссури – лекции профессора Энтони Р. Лупо, семинары, школа по вопросам крупномасштабной атмосферной, климатической динамике и изменению климата

Университет Гёттингена, Германия – рабочие совещания, семинары по вопросам почвенной секвестрации углерода профессора Я. Кузякова



ОБРАЗОВАНИЕ И ПОДГОТОВКА КАДРОВ

Образовательные ресурсы, разработанные в рамках работ на карбоновом полигоне Карбон-Поволжье (КФУ, Республика Татарстан)

Разработаны модули, планируемые для реализации в учебных планах направлений подготовки бакалавриата «Экология и природопользование», «Почвоведение», «Гидрометеорология», программ подготовки магистратуры Экологическая безопасность и управление в сфере охраны окружающей среды, Системная экология и моделирование, Рациональное использование почв и управление земельными ресурсами:

«Глобальные вызовы и климатическая политика»

«Государственная политика в условиях изменяющегося климата»

«Экономика природопользования и климатическая повестка»

«Учет и контроль парниковых газов на промышленных предприятиях и предприятиях сельского хозяйства»

«Секвестрация парниковых газов экосистемами»

«Методы мониторинга и моделирования переноса углекислого газа в атмосфере»

«Моделирование глобальных экологических процессов»

Обновлены разделы летней полевой практики вышеперечисленных направлений подготовки, в настоящее время они содержат мониторинговые исследования на карбоновых полигонах

Летние школы на территории астрономической обсерватории КФУ, на участке «Елабужский» детского оздоровительного лагеря «Буревестник», в рамках республиканского летнего лагеря «Биосфера».

Тематика образовательной повестки:

- Экология – наука о доме. Что происходит в нашем доме?
- Ничего не происходит из ничего и никуда не девается. Как наша жизнь влияет на нашу планету.
- Биоразнообразие и глобальные климатические изменения
- Карбоновые полигоны и фермы: от физиологии растений к экономике и политике.
- Зеленые биотехнологии

Определена новая тематика диссертационных исследований «Оценка потока эвапотранспирации и установление регрессионной связи с потоком сокодвигения для древесной растительности»

Разрабатывается программа курса повышения квалификации для сотрудников промышленных предприятий «Климатические проекты как инструмент компенсации выбросов парниковых газов»

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Проведение оценки внутригодовой динамики биомассы растительного покрова. Определение видового состава наземных экосистем, разработка классификации для определения секвестрационного потенциала

Определение важнейших гидрологических и гидрохимических характеристик, водных объектов карбонового полигона, проведение исследований водной растительности, флоры и фауны

Выявление условий возникновения ситуаций, благоприятствующих рассеянию примесей в атмосфере экосистем карбоновых полигонов. Создание базы данных, содержащей сведения о процессах дыхания и фотосинтеза основных эдификаторов экосистем карбонового полигона

Обобщение многолетних полевых исследований деструктивных процессов в органике растительного происхождения в лесных сообществах полигона. Проведение оценки содержания в гумусовых горизонтах почв лабильных фракций органического вещества. Изучение качественного состава органического вещества почв методами ИК-спектроскопии, оценка путей трансформации углерода в почвенных экосистемах

ФИНАНСИРОВАНИЕ ПРОЕКТА

в 2021-2022 годах

328
млн рублей

243,5
млн рублей
бюджетные
средства

84,5
млн рублей
внебюджетные
средства



КАРБОНОВЫЙ ПОЛИГОН «АНИВА»

Сахалин

Дата утверждения полигона ♦ сентябрь 2021

Сайт ♦ www.carbon-polygons.ru

Оператор ♦ ФГБОУ ВО Сахалинский
государственный университет

Индустриальный партнер ♦ Сахалин Энерджи Инвестмент Компани Лтд.

Технологические партнеры ♦ ООО «ЕвразЛес»
ООО «Терра-Торф»

Участники ♦ НИУ Высшая школа экономики

ЛАНДШАФТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

4 000 Га

- залив Анива с научным стационаром в пос. Таранай
- лагуна Буссе
- остров Итуруп с международным стационаром наблюдений за потоками парниковых газов
- песчаный пляж без растительного покрова

ЗАДАЧИ ПОЛИГОНА

- Развитие технологий по переработке и утилизации морской биоты
- Оценка полного технологического цикла поглощения и утилизации углерода из углеродного цикла разными типами морских водорослей и моллюсков
- Оценка экономической эффективности реализации морского карбонового полигона
- Развитие технологий для повышения поглощательной способности морских экосистем

НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Разработана технология получения биочар методом пиролиза из штормовых выбросов морских макрофитов

Развитие технологии по переработке и утилизации морских моллюсков

ФИНАНСИРОВАНИЕ ПРОЕКТА



ОБРАЗОВАНИЕ И ПОДГОТОВКА КАДРОВ

Совместная с НИУ ВШЭ программа ДПО по углеродному регулированию

Научно-молодежная школа-конференция «Устойчивое управление прибрежными островными геосистемами как основа сохранения углеродного баланса и биоразнообразия»

Программа дополнительного профессионального образования по углеродному регулированию для сотрудников организаций-участников регионального эксперимента по регулированию выбросов парниковых газов: подготовка и верификация углеродной отчетности, анализ потенциала снижения эмиссии, управление климатическими проектами, российское и международное законодательство по климатическому регулированию

Разработка и проведение программы предполагается совместно с НИУ ВШЭ (центр экономики окружающей среды и природных ресурсов)

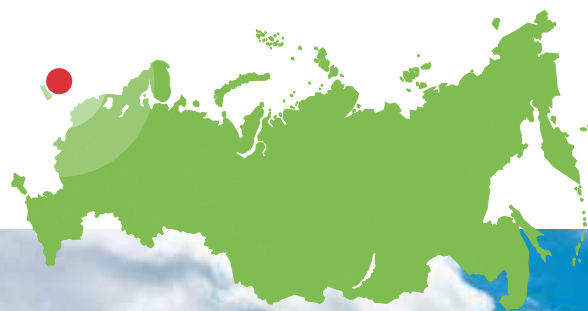
В рамках программы планируется проведение международной стажировки

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Получение данных о поглощении и эмиссии потоков парниковых газов на морских и наземных участках карбонового полигона о. Сахалин

Разработка технологических решений для увеличения поглощения CO₂ морскими экосистемами

Развитие технологий по переработке и утилизации морской биоты



КАРБОНОВЫЙ ПОЛИГОН «РОСЯНКА»

г. Калининград

- Дата открытия полигона ♦ ноябрь 2021 года
- Сайт ♦ www.rosyanka.kantiana.ru
www.carbon-polygons.ru
- Оператор ♦ Балтийский федеральный университет им. И. Канта
- Индустриальный партнер ♦ ИП «Кукушкин»
- Технологические партнеры ♦ Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН — Атлантическое отделение
Природный парк «Виштынецкий»
Международные проекты DESIRE, PeatRus
- Участники ♦ Институт лесоведения РАН

МОРСКАЯ ПЛОЩАДКА 143 Га

Гданьская впадина

Постледниковая слабонаклоненная равнина солоноватого, эвтрофированного шельфового внутриконтинентального моря, покрытая терригенными алеврито-пелитовыми илами, подверженными спорадической аноксии, с высоким содержанием органического углерода и углеводородных газов

СУХОПУТНАЯ ПЛОЩАДКА 112,4 Га

Торфяник Виттгирренский

Антропогенно-измененный ландшафт, представленный торфяником (осушенным болотом) и окружающими его землями с/х назначения

КАРБОНОВАЯ ФЕРМА

На территории торфяника Виттгирренский

ЗАДАЧИ ПОЛИГОНА

Создание системы наземных и приводных измерений потоков климатически активных газов на основе пульсационных и камерных измерений

Создание работающей информационной системы обеспечения карбонового полигона данными космического мониторинга

Апробация и полевые испытания секвестрационных технологий, направленных на уменьшение эмиссии климатически активных газов, их верификации

Создание нового уровня кадрового потенциала для развития и поддержания системы климатического мониторинга



Полевые исследования на карбоновой ферме в химической мобильной лаборатории



Измерение параметров почв и торфа на торфянике Виттгирренском



НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Торфяник Виттгирренский

- разработана информационная система, предоставляющая данные дистанционного зондирования Земли из космоса и аэрофотосъемки и наземных измерений
- уточнена карта рельефа торфяника Виттгирренского
- проведены заверочные бурения торфяной толщи на профилях, расположенных вдоль магистрального канала и перпендикулярных ему для оценки мощности и состава остаточной торфяной залежи
- проведены почвенные исследования для составления карты-схемы почв
- проведены начальные работы по гидрологическому мониторингу для установления сезонных колебаний запасов влаги в почвах, уровня болотных вод, особенностей гидрологии подстилающих пород, пространственных закономерностей накопления и расхода влаги в годичном цикле

Гданьская впадина

- уточнены океанологические условия в районе площадки, в т.ч. по спутниковым данным
- выполнены первые оценки интегральных (для слоя 0–25 м) величин биомасс основных компонентов морского биоценоза, определяющих формирование потока взвешенного органического углерода
- для верхнего слоя 0–25 м моря выполнены первые оценки элементов углеродного баланса в морской среде, характерные для летнего периода
- получено несколько оценок вертикального потока общей взвеси на глубине ниже слоя фотосинтеза в различные сезоны года

- подтверждено наличие источника метана в донных осадках: максимальные концентрации обнаружены в придонном слое моря, слабый подповерхностный максимум метана ассоциируется с зоопланктоном (*Cladocera*, *Temora longicornis* (Copepoda)), который может также служить его источником
- обработано более 40 спутниковых изображений морской поверхности в видимом и инфракрасном диапазонах с целью получения данных по температуре поверхности моря и концентрации хлорофилла

Лабораторные исследования по секвестрации эмиссий парниковых газов от дрейфующих водорослей и морского мусора

- проведена оценка объемов и видового разнообразия выбросов дрейфующих макроводорослей на побережье Балтийского моря, установлены доминирующие виды водорослей *Ulva intestinalis*, *Polysiphonia urceolata*, *Furcellaria lumbricalis* и *Cladophora* sp.
- определены в составе выбросов макроводорослей преобладающие примеси -природные материалы (древесина, листва, перо, минеральные примеси) и полимеры (полиэтилен высокого и низкого давления)
- отобрано более 40 проб водорослей и установлены их основные физико-химические параметры
- подтверждена гипотеза о высокой ценности водорослей как источника ценных компонентов с высокой добавленной стоимостью
- установлены диапазоны оптимальных технологических параметров проведения процесса гидротермального охижения с получением жидкой синтетической нефти.

ОБРАЗОВАНИЕ И ПОДГОТОВКА КАДРОВ

Количество молодых ученых, студентов, аспирантов – 10

Совместно с ДВФУ и СевГУ разработана и в сентябре 2021 года внедрена сетевая магистерская программа «Геоэкология океана и приморских территорий»

Международная летняя школа «Береговая зона моря: управление, исследования и перспективы» Выездной семинар по вторичному заболачиванию торфяников

МЕЖДУНАРОДНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ

Проект DESIRE

«Развитие устойчивого (адаптивного) управления торфяниками в водосборном бассейне реки Неман»

Срок реализации проекта: 2019–2021 гг.

Партнеры: ГБУ КО «Природный парк «Виштынецкий» (Министерство природных ресурсов и экологии Калининградской области), Университет Грайфсвальда, Фонд Михазя Зуккова, Варшавский Университет естественных наук, Польское общество защиты птиц, Университет Витаутас Магна, Литва; Фонд защиты природы Литвы

Проект PeatRus

«Восстановление торфяных болот в России для предотвращения пожаров и смягчения изменений климата»

Срок реализации проекта: 2021–2023 гг.

Партнеры: Министерство природных ресурсов и экологии Калининградской области, Wetlands International, Фонд Михазя Зуккова, Институт ботаники и геоэкологии Грайфсвальдского университета

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Климатический мониторинг природных и антропогенных систем Калининградской области в условиях глобальных изменений окружающей среды (рук. к.г.-м.н. Л.Д. Баширова)

- количественные оценки потоков парниковых газов;
- адаптация методики климатического мониторинга и оценки эмиссии парниковых газов на антропогенно-измененных ландшафтах;
- прогноз изменения углеродного баланса по результатам обводнения части торфяника Виттгирренского

Временная изменчивость потоков углерода на морском карбоновом полигоне в Балтийском море (рук. к.г.-м.н., доцент В.В. Сивков)

- определение количественных значений показателей эмиссии и секвестирования углерода в морской среде с учетом сезонной изменчивости;
- разработка и адаптация специализированной методики мониторинга показателей эмиссии и секвестирования углерода в морской среде

Разработка технологии секвестирования эмиссий парниковых газов, образующихся при естественном гниении биомассы дрейфующих водорослей и морского мусора (рук. д.т.н. О.О. Бабич):

- массив данных о влиянии внедрения различных технологий секвестирования парниковых газов от гниющей биомассы на изменение климата;
- результаты изучения физико-химических характеристик твердого (биоугля), жидкого (биомасла, биодизеля, биоэтанола) и газообразного биотоплива (биогаза), полученного из биомассы водорослей;
- практические рекомендации по использованию продуктов, полученных на основе комплексной переработки биомассы дрейфующих водорослей и морского мусора, в различных отраслях промышленности

Разработка информационной системы обеспечения карбонового полигона данными космического мониторинга в рамках климатического мониторинга природных и антропогенных систем Калининградской области (рук. д.ф.-м.н., проф. Г.Н. Ерохин):

Работающая информационная система обеспечения карбонового полигона данными космического мониторинга

ФИНАНСИРОВАНИЕ ПРОЕКТА

в 2021-2022 годах





КАРБОНОВЫЙ ПОЛИГОН «УРАЛ-КАРБОН»

Урал

- Дата открытия полигона** ♦ октябрь 2021 года
- Сайт** ♦ www.ural-carbon.urfu.ru
www.carbon-polygons.ru
- Оператор** ♦ Уральский федеральный университет
им. первого Президента России
Б.Н. Ельцина
- Индустриальный партнер** ♦ Группа «Синара»
- Технологический партнер** ♦ ПАО «Трубная металлургическая компания»
- Участники** ♦ Уральский государственный лесотехнический
университет
Уральский государственный горный университет
Уральский федеральный аграрный университет
Институт экологии растений и животных УрО РАН
Институт промышленной экологии УрО РАН
Институт математики и механики УрО РАН
Ботанический сад УрО РАН

ДВА УЧАСТКА

600 Га

1 участок

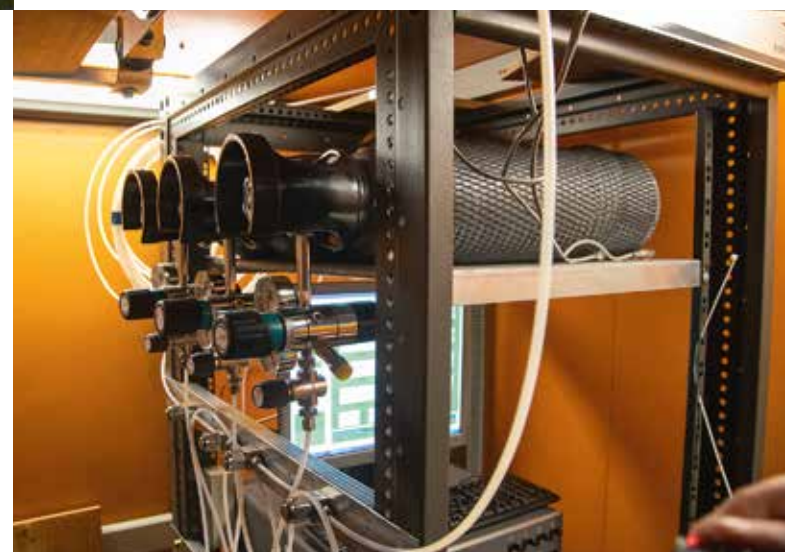
**Коуровская астрономическая обсерватория
(Коуровка) 300 га**

Водораздел, надпойменная терраса с притеррасным склоном и участком долины реки Чусовая; темнохвойные леса южнотаежного типа, преимущественно пихтово-еловые и елово-пихтовые, сосновые, а также производные мелколиственные березовые и осиново-березовые леса, главным образом спелые и приспевающие. Почвы: дерново-подзолистые, горные бурые лесные, дерново-луговые

2 участок

**Уральский учебно-опытный лесхоз
(Северка) 300 Га**

Водораздел, холмисто-увалистый мезорельеф, светлехвойные леса южнотаежного типа, преимущественно сосновые и березово-сосновые, разновозрастные; дерново-подзолистые и горные бурые лесные почвы



ЗАДАЧИ ПОЛИГОНА

Организация подспутниковых измерений наземными средствами потоков парниковых газов с помощью метода EddyCovariance, построение вертикальных профилей содержания парниковых газов в нижнем слое тропосферы и мониторинга с помощью БПЛА

Оценка сезонных, годовых и многолетних объемов депонирования углерода из атмосферы разными типами таежных экосистем на основе оценки соотношения его стока и эмиссии (оценка существующих запасов в древесине, мортмассе, почве; оценка интенсивности фотосинтеза и дыхания почвы, валежа и растительности)

Оценка ландшафтных, погоднo-климатических и антропогенных факторов депонирования углерода экосистемами и разработка на основе этого прогностических моделей

Выявление наиболее продуктивных сообществ и отдельных видов растений

Создание единого пакета ПО для моделирования циркуляции атмосферы и транспорта химических примесей на региональном уровне





НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Будут получены результаты непрерывных измерений концентрации парниковых газов в приземном слое и полного содержания парниковых газов в атмосферном столбе над Коуровской астрономической обсерватории

Планируется получение рядов спутниковых данных по вегетационным индексам территорий полигонов; отобраны данные ретроспективного климатического анализа ERA5 для территорий полигонов

Произведено описание участков пробных площадей карбонового полигона с лесоводственно-таксационными и геоботаническими характеристиками лесных насаждений и описанием почв с выделением основных типов и оценкой запасов гумуса, будут составлены цифровые карты лесоустройства; получены массивы измерений потока CO_2 с поверхности почвы и валежа на протяжении отдельных туров учета

Будет проведено определение продуктивности перспективных древесных и травянистых интродуцентов; определение запасов углерода и азота в фитомассе основных сельскохозяйственных растений региона

ОБРАЗОВАНИЕ И ПОДГОТОВКА КАДРОВ

В образовательной программе «Биология» внедрены новые лабораторные работы «Оценка скорости фотосинтеза и дыхания компонентов фитоценозов», «Оценка содержания депонированного углерода в живых объектах и почвах»

В программе «Гидрометеорология» внедрена дисциплина «Гидрологический контроль на карбоновом полигоне»



МЕЖДУНАРОДНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ

Лаборатория наук о климате и окружающей среде Института Пьера Симона Лапласа (Саклай, Франция)

Институт исследования атмосферы и океана Университета Токио, группа профессора Имасу

Институт морских и полярных исследований им. Альфреда Вегинера (AWI, Бремерхафен, Германия)

ДРУГИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

На средства индустриального партнера на участке карбонового полигона построен новый всесезонный учебно-лабораторный модуль площадью 140 м²

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Проработка технологии оценки потоков парниковых газов (CO_2 и CH_4) по методу турбулентных пульсаций для ландшафтов, вовлеченных в исследование. Определение характерных величин и направлений потоков для различных сезонов и типов растительности

Оценка величины изотопной дискриминации ^{13}C в углекислом газе при дыхании растений для характерных типов растительных сообществ Среднего Урала, возможности определения величины $\delta^{13}\text{CO}_2$ в атмосфере по данным спутниковых спектрорадиометров типа IASI/METOP для оценки благополучия фотосинтезирующих растительных сообществ целевой территории

Разработка комплексного ПО начального уровня на основе существующих компьютерных моделей общей циркуляции атмосферы и транспорта химических примесей для оценки стоков и источников на территории Свердловской области

Верификация данных спутникового мониторинга парниковых газов в атмосфере по результатам зондирования атмосферы ИК-Фурье спектрометром высокого разрешения наземного базирования

Формирование баз данных по определению запасов углерода и азота в почвах, мортмассе, надземных и подземных органах растений на участках карбонового полигона и в ходе полевых работ с целью определения секвестрационной способности ландшафтов Свердловской области

Оценка фотосинтетической активности отдельных видов растений и фитоценозов с целью прогнозирования секвестрационного потенциала экосистем, а также сформированы массивы данных по измерению дыхания биоты и почв для характеристики баланса стока и эмиссии CO_2 в разных типах сообществ

Сопоставление результатов нескольких технологий определения морфологических и таксационных характеристик участков древостоев карбоновых полигонов, определение запасов древесины, оценка продуктивности насаждений в ходе полевых работ

ФИНАНСИРОВАНИЕ ПРОЕКТА

в 2021-2022 годах





КАРБОНОВЫЙ ПОЛИГОН «WAY CARBON»

Чеченская Республика

Дата утверждения полигона ♦ июль 2021

Сайт ♦ www.carbon-polygons.ru

Оператор ♦ Грозненский государственный нефтяной
технический университет имени
академика М.Д. Миллионщикова

Индустриальный партнер ♦ ОАО «Грознефтегаз»
ОАО «Чеченнефтехимпром»
ООО «Теплостройпроект-С»
АО «Чеченгазпром»
ООО «Успех»
ООО «КИРУС»

Технологический партнер ♦ ОАО «Грознефтегаз»
АО «Чеченнефтехимпром»
ООО «Теплостройпроект-С»
ООО «Газпром трансгаз Грозный»
Минприроды ЧР

Участники ♦ МГУ имени М.В. Ломоносова (г. Москва)
Институт физико-химических и биологических
проблем почвоведения РАН (г. Пушкино)
НПО «Тайфун» (г. Обнинск)
МФТИ (г. Москва)
УГНТУ (г. Уфа)
Академия наук Чеченской Республики (г. Грозный)

ШЕСТЬ УЧАСТКОВ

470 Га

Ландшафтные характеристики

- участок «Ханкала (Кампус)» соответствует ландшафтам типичным для южных склонов Терского хребта и прилегающих равнин. В растительном покрове преобладают смешанные широколиственные леса и кустарники;
- участок «Галанчож» представлен ландшафтами субальпийских лугов характерных для отрогов скалистого и бокового хребта. Преобладает луговая и лугово-степная растительность;
- участок «Рошни-Чу» – низогорные горно-лесной зоны. Преобладают широколиственные леса, дикие фруктовые деревья, а также хорошо сомкнутые буково-грабовые леса;
- участок «Старопромысловский» – степные ландшафты межгорных долин со скудной кустарниковой растительностью;
- участок «Толстой-Юрт» – низогорные ландшафты с широколиственными лесами и кустарниками характерными для всего Терского хребта;
- участок «Карбоновая ферма» относится к окультуренным сухостепным ландшафтам со скудной травянисто-кустарниковой растительностью

КАРБОНОВАЯ ФЕРМА ГГНТУ

23 Га

Окультуренный участок сухостепных ландшафтов Алханчуртской долины сложенный лессовидными суглинками подстилаемые нерасчленёнными отложениями антропогенной системы. На нижних террасах р. Сунжа распространены интразональные ландшафты

Распространены злаковые и особенно разнотравно-злаковые, злаково-бородачевые степи. В южной части пояса преобладают разнотравно-злаковые степи и лугостепи. В северной части пояса степей распространены полынные и полынно-бородачевые группировки. Разнотравно-злаковые степи приурочены к более увлажненным местам с участием разнотравья: эспарцетов, люцерны, клеверов, нивяники. Из злаковых встречается ковыль перистый, ковыль волосатик, типчак тонконог. По сухим склонам селится бородач, составляющий фон, создавая полынно-бородачевые степи. На нижних террасах р. Сунжа распространены пойменные широколиственные леса байрачного типа

На карбоновой ферме ГГНТУ планируются посадки различных видов лиственных деревьев – шелковица, бумажное дерево, липа, ива, тополь и др.

ЗАДАЧИ ПОЛИГОНА

- Разработка современных лесных и регенеративных агротехнологий, включающих совершенствование методов по проведению лесозаготовительных мероприятий, лесовосстановлению/лесоразведению, консервации запасов почвенного углерода и его накоплению с применением почвопокровных культур;
- Проведение экономического анализа эффективности использования технологий декарбонизации.
- Изучение влияния регенеративного животноводства, районов нефтезагрязнений и геотермальных источников на эмиссии и поглощение климатически активных газов.
- Получение данных о надземной и подземной фитомассы древесно-кустарниковой поросли и пастбищно-луговой растительности;
- Оценка видового разнообразия растений на территориях участков карбоновых полигонов;
- Проведение экспериментов по изучению разложения растительного опада;
- Дистанционная спектроскопия с использованием мультиспектральных и гиперспектральных датчиков, расположенных на БПЛА и спутниковых платформах;

- Развитие подходов для оценки объема фитомассы на основании мультиспектральных снимков с использованием космических систем и беспилотных летательных аппаратов;
- Проведение оценки запасов фитомассы с использованием лидарных систем наземного или воздушного базирования;
- Оценка эмиссии и поглощения парниковых газов с единицы поверхности лесокустарниковых и пастбищно-луговых участков методом турбулентных пульсаций и экспозиционных камер;
- Расчет составляющих углеродного баланса лесокустарниковых и пастбищно-луговых экосистем;
- Развитие подходов для распознавания видового состава растительности по гиперспектральным снимкам высокого разрешения с применением технологий искусственного интеллекта;
- Расчет объемов опада, отпада и надземной биомассы (для лесных и степных участков) на основании данных космических систем и беспилотных летательных аппаратов



3D-модель

НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

- Подготовлена электронная база данных по климатическим характеристикам территории Северного Кавказа за период XX-XXI века;
- Получены данные о пространственной и временной изменчивости климатических характеристик, построены карты (ГИС);
- Проведены анализы образцов почв на эталонных участках полигона

ОБРАЗОВАНИЕ И ПОДГОТОВКА КАДРОВ

Количество молодых ученых, студентов, аспирантов, привлеченных к работе на ферме и полигоне:

- Молодых ученых – 10;
- Студентов – 30;
- Аспирантов – 3

Включены в образовательные программы ГГНТУ междисциплинарные курсы:

- «Зеленая экономика и цифровизация» – 72 часа
- «Устойчивое землепользование в горных районах» – 72 часа
- «Экоинформатика» – 108 часов
- «Технологии декарбонизации промышленных предприятий» – 108 часов
- «Экологическая геофизика» – 108 часов

ДРУГИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

На базе карбонового полигона в 2021 г. проведено 4 научных мероприятия с числом участников более 500 человек

МЕЖДУНАРОДНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ

Привлечение научных зарубежных организаций и специалистов в рамках проводимых мероприятий на карбоновом полигоне:

- Высший совет по научным исследованиям (CSIC), Мадрид, Испания
- Финский метеорологический институт (Finnish Meteorological Institute)
- Лаборатория глобального мониторинга (Global Monitoring Laboratory) (США)

Планируемые стажировки в зарубежных организациях:

- Университет Валенсии, Испания
- Университет Малаги, Испания
- Университет Мачераты, Италия
- Университет Эстремадуры, Испания
- Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева (Институт геологии, нефти и горного дела имени К. Турысова)
- Белорусский национальный технический университет (Энергетический факультет)
- Бакинский государственный университет (Факультет экологии и почвоведения)



ФИНАНСИРОВАНИЕ ПРОЕКТА

в 2021-2022 годах





КАРБОНОВЫЙ ПОЛИГОН «WAY CARBON»

Чеченская Республика

- Дата утверждения полигона** ♦ июль 2021
- Сайт** ♦ www.chesu.ru/carbon-polygon
www.carbon-polygons.ru
- Оператор** ♦ Чеченский государственный университет
им. А.А. Кадырова
- Индустриальный партнер** ♦ ООО «Инфометеос»
ООО «НПФ «Сады Чечни»
ОАО «Агровин-Султан»
ООО «Тепличный Комплекс
ЮгАгроХолдинг»
- Технологический партнер** ♦ Карбоновый полигон Калужской области
Почвенный институт им. В.В. Докучаева
Чеченский научно-исследовательский
институт сельского хозяйства
ВНИИ Агрохимии им. Д.Н. Пряшникова
- Участники** ♦ Российский университет дружбы народов
Высшая школа экономики
Тюменский государственный университет

1314,7 Га

Горные, среднегорные, субальпийские, предгорно-низко-
горные, равнинные, пойменные ландшафты

КАРБОНОВАЯ ФЕРМА 109 Га



Центральная площадка карбо-
нового полигона «Кампус»

ЗАДАЧИ ПОЛИГОНА

1. Организация регулярных метеорологических наблюдений
2. Организация регулярного дистанционного мониторинга (включая спутниковые данные) климатически активных газов
3. Организация регулярных мониторинговых наблюдений за потоками парниковых газов в исследуемых экосистемах методами турбулентных пульсаций и экспозиционных камер
4. Изучение секвестрационного потенциала естественных фитоценозов и отдельных групп растений с выявлением наиболее продуктивных сообществ и отдельных видов растений
5. Адаптация растений с высоким секвестрационным потенциалом, не свойственных местной флоре, к климатическим условиям региона и разработка технологии их использования в природных и антропогенных (сельскохозяйственных) ландшафтах
6. Создание сертификационного центра по валидации и верификации эмиссии и поглощения парниковых газов природными экосистемами
7. Адаптация существующих и разработка новых бакалаврских, магистерских и аспирантских программ. Популяризация знаний в области карбоновой тематики
8. Организация и проведение международных семинаров и конференций, проводимых на базе карбонового полигона



Обучение студентов работе
на метеорологическом оборудовании



3D-модель

НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Проведение исследований по научно-методологическому обеспечению функционирования карбонового полигона:

- оценка запасов углерода в живой фитомассе, морт-массе, гумусе почв;
- полевое описание и диагностика типа почв;
- измерение объемной плотности почв ненарушенного сложения и запас подстилок на единицу площади для пересчета концентрации углерода и азота на запасы;
- определение содержания углерода в образцах растений и почв методом сухого сжигания;
- определение основных физических и физико-химических свойств почв;
- развитие модельных алгоритмов для описания цикла углерода в региональных и глобальных моделях при климатических изменениях

ОБРАЗОВАНИЕ И ПОДГОТОВКА КАДРОВ

Количество молодых ученых, студентов, аспирантов, привлеченных к работе на ферме и полигоне:

Молодые ученые – 12
Аспиранты – 7
Студенты – 35

Разработаны образовательные программы:

1. «Геоинформатика» по направлению подготовки 05.03.03 Картография и геоинформатика.
2. «Гидрометеорология и климатология» по направлению подготовки 05.03.04 Гидрометеорология.
3. «Ветеринарно-санитарная экспертиза» по направлению подготовки: 36.03.01 Ветеринарно-санитарная экспертиза

Проведены курсы повышения квалификации и стажировки сотрудниками на базе:

1. Первого Калужского полигона,
2. Тюменского государственного университета,
3. Сколковского института науки и технологий»
4. ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева»,
5. ВНИИ Агрохимии им. Д.Н. Пряшникова,
6. РУДН
7. ВШЭ

МЕЖДУНАРОДНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ

Привлечение зарубежных научных организаций и специалистов:

Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева (Казахстан, ТОП 500), кафедра физической и экономической географии

Представлены доклады на трех международных конференциях

Организованы и проведены на базе карбонового полигона всероссийские форумы и тематические секции на международных научных конференциях и симпозиумах

Центральная площадка карбонового полигона «Кампус»



ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Получение данных о масштабах пространственной и временной изменчивости потоках парниковых газов в пределах карбонового полигона

Развитие подходов для оценки составляющих углеродного баланса поверхности с использованием дистанционных данных



Совместная полевая экспедиция сотрудников Чеченского государственного университета им. А.А. Кадырова и исследователей ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» в Макажойском районе Чеченской Республики

Карбоновая ферма Чеченского государственного университета им. А.А. Кадырова (ЧР, г. Грозный, июль 2021)

ФИНАНСИРОВАНИЕ ПРОЕКТА

в 2021-2022 годах





Ctrl²go!



ПОЛИГОН 600 Га

ЗАДАЧИ ПОЛИГОНА



КАРБОНОВЫЙ ПОЛИГОН КАЛУЖСКИЙ КАРБОНОВЫЙ ПОЛИГОН

Калужская область

Дата открытия полигона ♦ сентябрь 2020

Сайт ♦ www.ctrl2go.com
www.carbon-polygons.ru

Оператор ♦ ООО «КонтролТyГо.Ру»

Индустриальный партнер ♦ АО «ТРАНСМАШХОЛДИНГ»

Технологический партнер ♦ ФБУ ВНИИЛМ
ИФХиБПП РАН
Калужский филиал ФГБОУ РГАУ —
МСХА имени К.А. Тимирязева
Национальный парк «Угра»
ФИЦ Почвенный институт им. В.В. Докучаева
ООО «Аэромакс»

Кампус Первого
карбонного полигона



Оборудование
метеорологической
вышки



НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Повышение углерододепонирующей способности на зеленых землях сельхозназначения

Мониторинг эмиссии парниковых газов при естественном изреживании древостоя

Мониторинг эмиссии парниковых газов лесными территориями после низового пожара

Оценка объемов надземной фитомассы на основании радарных, лидарных, мультиспектральных и гиперспектральных снимков с использованием космических систем и беспилотных летательных аппаратов

Распознавание видового состава по гиперспектральным снимкам высокого разрешения с применением технологий искусственного интеллекта

Моделирование и расчет объемов опада и подземной фитомассы для лесных участков на основании данных дистанционного мониторинга



Подготовка БПЛА к съемке с гиперспектральной камерой

МЕЖДУНАРОДНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ

Планируются совместные научно-исследовательские проекты с концерном Шелл, Салым Петролеум Девелопмент

ФИНАНСИРОВАНИЕ ПРОЕКТА

Собственные средства

ОБРАЗОВАНИЕ И ПОДГОТОВКА КАДРОВ

Совместно с Калужским филиалом Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»

Факультет агротехнологий, инженерии и землеустройства. Кафедры: агрономии; землеустройства и кадастров; агроинженерии

Ознакомительный лекционный курс для студентов старших курсов и аспирантов по темам:

1. Углеродные активы биомы леса: управление запасами и потоками углерода.
2. Концепция планирования и технология производства углеродных активов биомы леса и экосистем улавливателей атмосферного углерода



Первый карбоновый полигон. р. Воря





Карбоновые Полигоны
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ





ИНКОНСАЛТ

ООО «Инконсалт К»
По заказу Министерства науки и высшего образования
Российской Федерации

CARBON MEASUREMENT SUPER SITES

«The national system is being built on the basis of our science. We are creating a network of so-called carbon measurement super sites here, where the control of carbon dioxide emission and absorption is carried out in real time and such parameters as the state of natural systems, the quality of water resources, etc. are assessed.»

President of the Russian Federation
Vladimir V. Putin

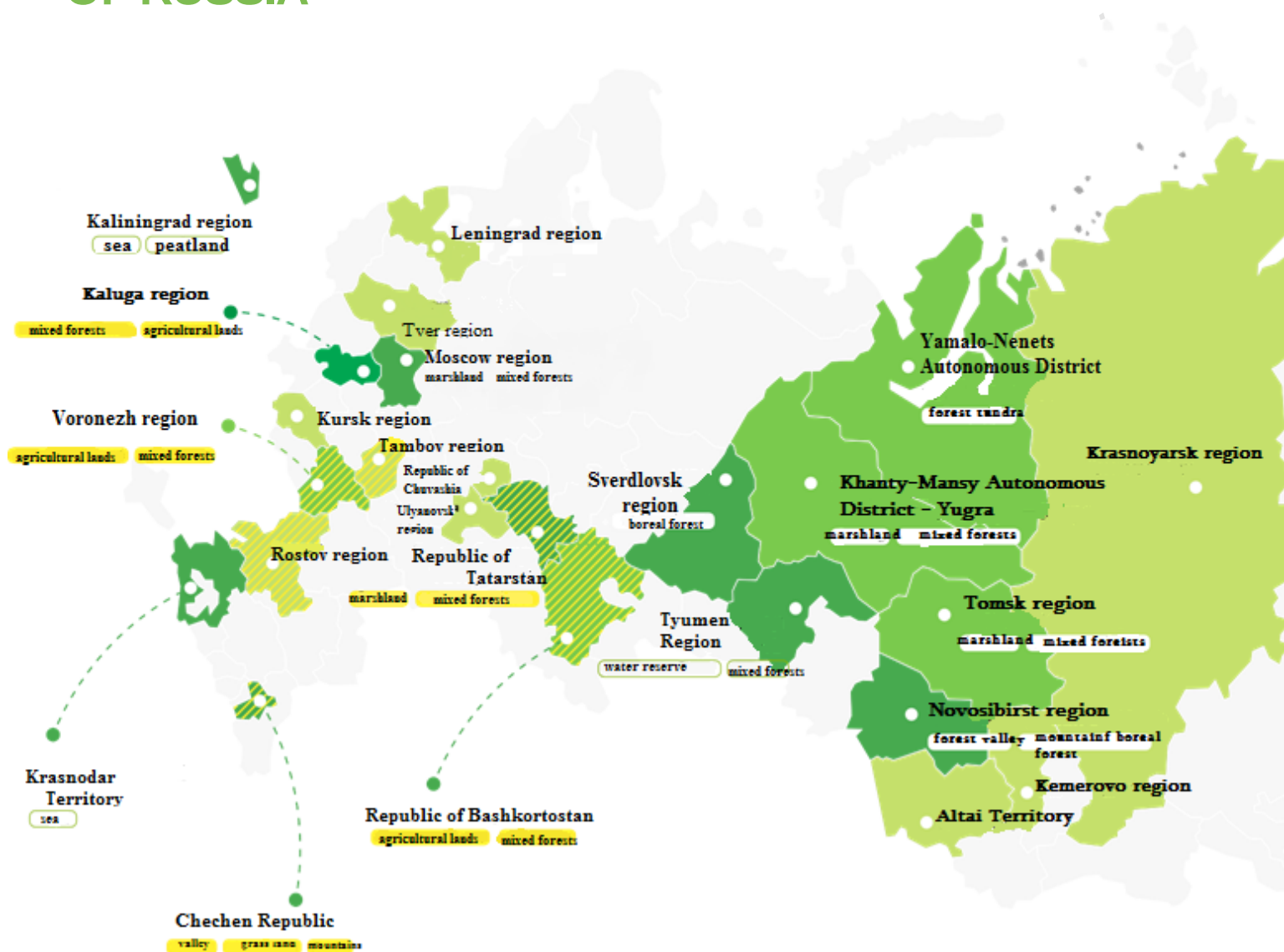
«The creation of carbon measurement super sites is a global trend. In Russia, they are just beginning to develop. This year, as part of a pilot project, the creation of eight sites was originally planned. However, in August 2021 it was decided to expand the network of such territories and create the ninth super site at the Lomonosov Moscow State University center «Chashnikovo» near Moscow. In the near future, the number of pilot carbon measurement super sites will be expanded to fourteen.»

Deputy Prime Minister of the Russian Federation
Dmitry Chernyshenko

«Science is the foundation of the climate agenda. I am convinced that the need to develop our own methodology for tracking the carbon footprint and the subsequent decarbonization processes will affect not only the country's economy, but also the system of Russian higher education. This is calling for a qualitative change in capacity building and the system of training new personnel who will come to develop totally new perspectives. Decarbonization in Russia is impossible without the reliance on science and the transformation of higher education.»

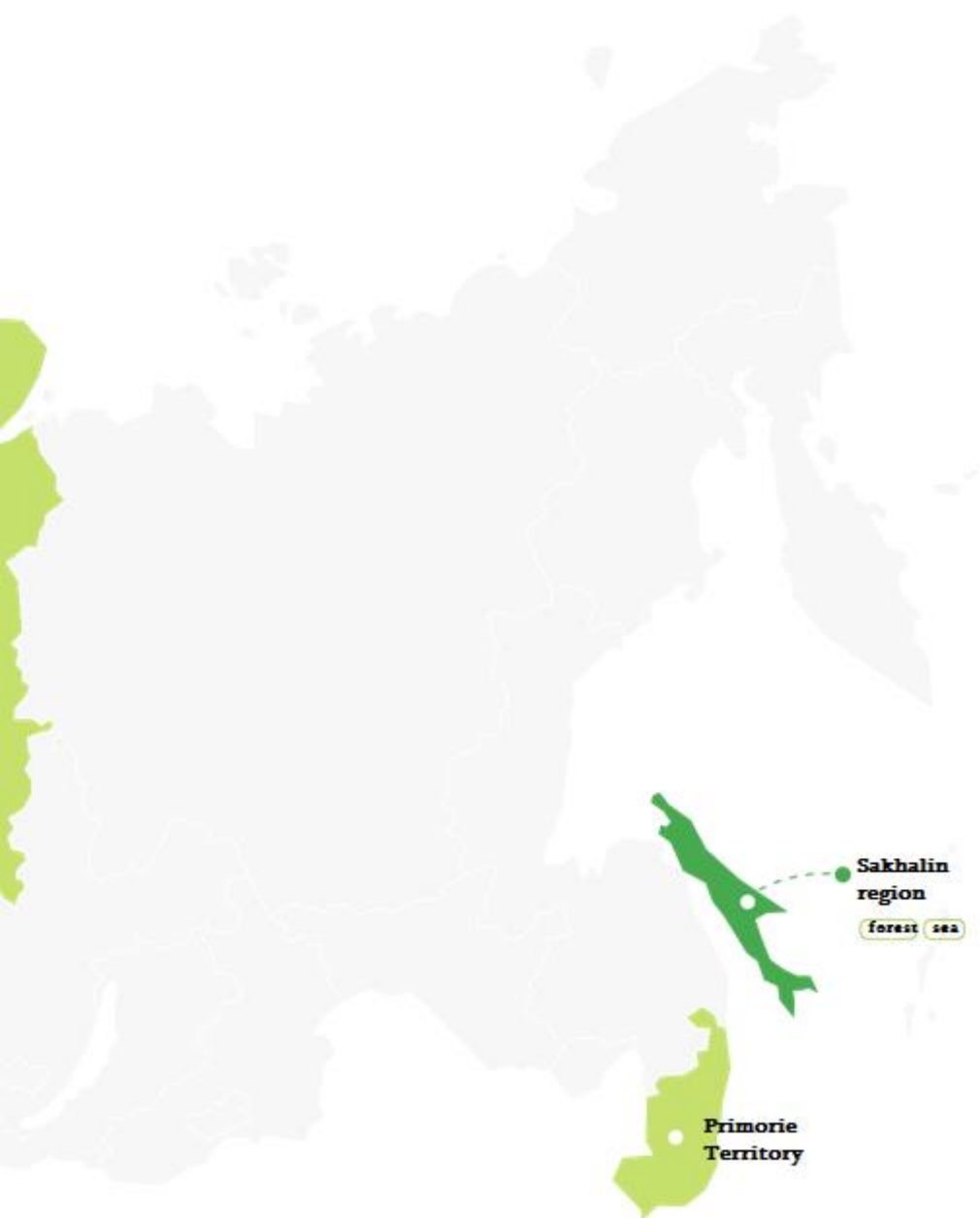
Minister of Science and Higher Education
of the Russian Federation
Valery Falkov

EXISTING AND PROSPECTIVE CARBON MEASUREMENT SUPER SITES AT ORGANIZATIONS AFFILIATED WITH MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF RUSSIA





Карбоновые Полигоны РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



Agricultural carbon
farms



PRINCIPAL AIMS AND OBJECTIVES OF LAUNCHING CARBON MEASUREMENT SUPER SITES

A pilot project to create a network of carbon measurement super sites in the Russian Federation is being implemented within the framework of the national action plan for adaptation to climate change and its consequences, ensuring environmental safety and improving the state of the environment. The objectives of the carbon super sites are:

1. Monitoring of emission and absorption of climate-active (greenhouse) gases via ground-based and remote measurements.
2. Assessment of spatial and temporal variability of greenhouse gas emission and absorption, as well as computation of integral values of fluxes for various territories over certain time intervals.
3. Development of technological solutions for controlling the emission and absorption of greenhouse gases based on a full technological cycle aimed at reducing gaseous emissions and increasing their absorption by natural ecosystems, as well as the testing and verification of technologies in real and critical conditions.



4. Development and adaptation of technologies for remote monitoring of the structure and condition of vegetation and soil cover, greenhouse gas emission and absorption using ground-based measurement data and mathematical modeling.

5. Delivery of the highest quality training to personnel in the state of the art methods of environmental control and promising technologies for the low-carbon industry, agriculture and municipal economy.

The application of an integrated (ground-based measurements, remote sensing, mathematical modeling) approach to assess the carbon balance and fluxes of the main greenhouse gases will allow us to obtain a comprehensive picture of both the quantitative trends in the fluxes and the scale of spatio-temporal variability of greenhouse gas emissions and uptake by terrestrial (forests, forest-steppe, steppe, swamps) and marine ecosystems, including territories with permafrost.

As part of the implementation of the program for measures to reduce emissions and increase the absorption of greenhouse gases by natural ecosystems at carbon sites, various studies and experiments are planned, including:

1. Cultivation of highly productive plants.
2. Restoration of anthropogenically disturbed lands.
3. Re-wetting of peatlands, restoration of wetlands.
4. Rational use of and restoration of forests.
5. Regenerative agriculture and animal husbandry.

The program of activities of carbon sites currently includes nine regions of the Russian Federation: Kaliningrad Region, Krasnodar Territory, Moscow Region, Chechen Republic, Republic of Tatarstan, Novosibirsk Region, Tyumen Region, Sverdlovsk Region, Sakhalin Region. The sites are operated by the leading universities and research institutes of the Russian Federation.

Use of advanced research methods and technologies that meet international standards will enable the collection of accurate data on the emission and absorption of greenhouse gases by natural terrestrial and marine ecosystems, development of new technologies for the rational use and conservation of natural resources, reduction of the negative effects of the increase (offset some of the extra-load of?) in anthropogenic emissions on the climate, and progress in the strategic task of achieving carbon neutrality by the Russian Federation by 2060.



CARBON MEASUREMENT SUPER SITE

CARBON MEASUREMENT SUPER SITE ON LAKE KUCHAK

Tyumen' Region

Launch date ♦ August 2021

Website ♦ carbon-polygons.ru/polygons/karbonovyy-poligon-v-tyumeni
www.carbon-polygons.ru

Operator ♦ Tyumen State University

Industrial partner ♦ SIBUR PJSC

Technological partner ♦ Geoscan GC
Greeneco Invest LLC
CTRL2GO GC

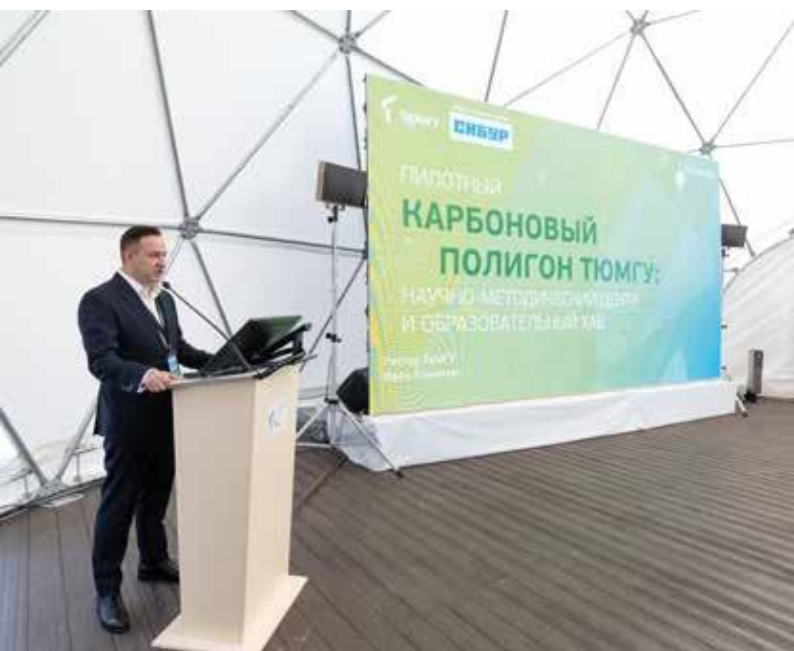
Participants ♦ Severtsov Institute of Ecology and Evolution RAS
FRC Tyumen Scientific Center SB RAS (Research
Institute of Agriculture of the Northern Trans-Urals,
Yamal Experimental Station)

MEASUREMENT SUPER SITE

2,32 Ha

The site covers various types of forests, lakes, swamps, as well as agricultural land, which are the most representative types of natural systems. Forests occupy the largest area and are birch-pine, aspen-birch and fir-aspen-lime types. A medium-sized mesotrophic lake with an anthropogenically transformed catchment area. Experimental grain growing was carried out in the adjacent territories

Lake Kuchak, water-table area is 342 hectares, depth up to 5 m, muddy floor, bicarbonate water, fresh, the shore is composed of loamy clays, patchy peat



TASKS

The site activity is aimed at solving scientific, methodological and educational tasks. The scientific part will result in a quantitative assessment of the emission and sequestration of greenhouse gases by natural ecosystems of the Tyumen region and the development of a scientifically sound and internationally verifiable methodology for accounting carbon credits using in-situ and remote methods

The educational perspective requires the delivery of the highest quality training to personnel with interdisciplinary competencies to work on «carbon» topics.

1. Measure fluxes of the main climate-active gases between terrestrial/aquatic ecosystems and the atmosphere
2. Assess carbon reserves in soil and bottom sediments of lakes
3. Determine sequestration potential of the main ecosystem types
4. Select plant species and varieties with high sequestration potential adapted to the climatic conditions of the region to be used in agriculture and forestry
5. Measure photosynthetic activity of macrophytes and phytoplankton of the studied lakes
6. Calculate the economic efficiency of climate projects in the Tyumen region and create a «carbon calculator»
7. Develop a new international network Master's program «IMPROVE_AGRO» on regenerative agriculture
8. Organize the «knowledge dissemination service» for land users and schoolchildren/ students participating in educational events
9. Develop the further professional education (FPE) program "Practices of creation and development of carbon measurement super sites: personnel, technologies, equipment» for employees of organizations operating carbon sites





RESEARCH RESULTS

Implementation of research projects:

1. Analysis of the impact of bio-char of various water-holding capacity on the dynamics of agrophysical, agrochemical, biological properties of the soil and on the direct emission of greenhouse gases
2. Study of the role of soil invertebrates in regulating ecosystem carbon fluxes (in cooperation with the Severtsov Institute of Ecology and Evolution RAS)
3. Study of poorly understood and taxonomically complex groups of ticks, which are significant components of soil biota in terms of bio-indication, for assessing climate change
4. Study of adaptive capacity of agricultural plants in extreme conditions of the Northern Trans-Urals
5. Analysis of the structure of carbon-assimilating organs of plants
6. Project for calculating the carbon balance of climate-active gases in lake ecosystems of Western Siberia

INTERNATIONAL INTEGRATION

Cooperation with the International Consortium for the study of current Climate Change «Pan-Eurasian Experiment» (PEEX)

In cooperation with the Wilhelm University of Westphalia (Munster, Germany), joint research is conducted at the Tyumen' State University carbon site on Lake Kuchak and in the south of the region as a whole, training and retraining of personnel is carried out, i.e. through research internships in Germany. Also, a project on regenerative agriculture and groundcover plants is implemented jointly with Ohio State University (USA)

EDUCATION AND TRAINING

Adaptation of existing Master's and postgraduate programs:

1. Master's program «Biology: Mathematical Biology and Bioinformatics» (in English);
2. Master's program «Biology: Biological safety of plants» (in English).

Postgraduate studies:

1. Entomology (in English)
2. Soil Science (in English)
3. Mycology (in English)
4. Ecology (in Russian)

Development of a new Master's program:

Master's program on the project «IMPROVE_AGRO» of the «Erasmus+» program of the European Commission. Architecture and design of the academic program. Launch of the full program in September 2022 (in English and Russian)
X-BIO Institute: 6 postgraduates, 25 undergraduates.

Interdisciplinary courses:

1. Research methods for carbon farming (Master's degree) (16 hours, number of students 20). Jointly with Ohio State University, USA, under the American Councils Program (grant, project leader Professor I.H. Rafik)
2. Green Economy (Bachelor's degree), (16 hours of lectures, 34 hours of practical work, approximate number of students - 300)

3. Environmental entrepreneurship (Bachelor's degree), (16 hours of lectures, 34 hours of practical work, approximate number of students - 300)
4. Environmental Sociology (Bachelor's degree), (16 hours of lectures, 34 hours of practical work, approximate number of students - 300)
5. Low-carbon cities (Master's degree) (16 hours of lectures, 34 hours of practical work, approximate number of students - 25)
6. Digitalization of business models of carbon sites (Master's degree), (36 hours of lectures, 36 hours of practical work, approximate number of students - 25)
7. Artificial intelligence systems in the carbon industry (Master's degree) (36 hours of lectures, 36 hours of practical work, approximate number of students - 25)
8. Applied aspects of Big Data Technologies in the carbon industry (Master's degree), (36 hours of lectures, 36 hours of practical work, approximate number of students - 25)

FPE programs carried out in 2021:

Educational intensive «The practice of creating and developing carbon measurement supersites and related climate projects: personnel, technologies, equipment» (16-19.09.2021).

Workshop on air laser scanning technology, TSU in cooperation with «AGM Systems» (1-2.12.2021)

PROJECT FUNDING

in 2021-2022





ARBON MEASUREMENT SUPER SITE «GELENDZHIK»

Krasnodar Territory

- Launch date** ◆ December 2021
- Website** ◆ www.carbon-polygons.ru/polygons/ocean-gelengik
- Operator** ◆ P.P. Shirshov Institute of oceanology RAS
- Industrial partner** ◆ Ctrl2GO Company Group
- Participants** ◆ World-class research education center (REC) «Environmental and food security and development of health-saving technologies»
- Kuban State University

OFF-SHORE AREA

120 km²

The offshore area is located on the outer part of the Blue (Fishing) Bay over the shelf (100 m isobaths), the shelf boundary being about 8 km from the shore

CARBON FARM

Marine carbon farm for studying carbon sequestration by sea plankton

COASTAL AREA

6 Ha

2 plots on the southern coastal slope 15-20 ° steep on average: the lower part is at a distance of 100 m from the coastal ledge and the upper part — is 200 to 300 m from the coastal ledge

Plot 1

Pine stand — about 300-400 trees - with an average height of 14 m and a diameter of 18-32 cm, the average height of crown attachment is 8-9 m. The pubescent oak mizunara — about 40-60 trees occur in the upper part of the plot solitary or in bunches. The average height is 9 m, the diameter is 16-28 cm, the average height of the crown attachment is 5 m. The plot has abundant pine undergrowth up to 1-2 m high

Plot 2

Shrubby growth. The most common is Jerusalem thorn, less often oriental hornbeam, sparsely - Sicilian sumac and common smoke tree

Typical vegetation of the northern part of the site



Going out to sea to set up buoy stations that measure the hydrological parameters of water



Lifting of a buoy station which measures the hydrological parameters of water for an upload of measurement data and battery replacement





TASKS

Create infrastructure and full-scale monitoring of flows of climate-active (greenhouse) gases in the offshore (Black Sea) and land areas of the measurement supersite in the Krasnodar Territory

Measure flows of climatically active gases over the sea area and land areas of the measurement supersite using pulsation and chamber (mobile and stationary systems) methods. Obtaining data on the isotopic composition of greenhouse gases in the atmosphere to determine the share of natural and anthropogenic sources to the integral emission of climate active gases in the region

Obtain regular high-resolution remote multiband spectral information, as well as data on vegetation structure and terrain topography based on multispectral and lidar equipment installed on unmanned aerial devices

Develop new sequestration technologies to reduce emissions and increase the absorption of climate active gases by terrestrial and marine natural ecosystems

Prepare highly qualified specialists to conduct observations and analyses of experimental information on greenhouse gas fluxes obtained using in-situ and remote technologies

EDUCATION AND TRAINING

A designated course with a workshop «Energy and mass exchange of the Earth's surface with the atmosphere» conducted

A summer internship conducted for MSU meteorology students on measuring the surface meteo- characteristics and fluxes of climate active gases

RESEARCH RESULTS

Landscape description of the coastal and off-shore areas of the site carried out and their digital model created

The Mesocosm experiment to study carbon sequestration by marine plankton launched

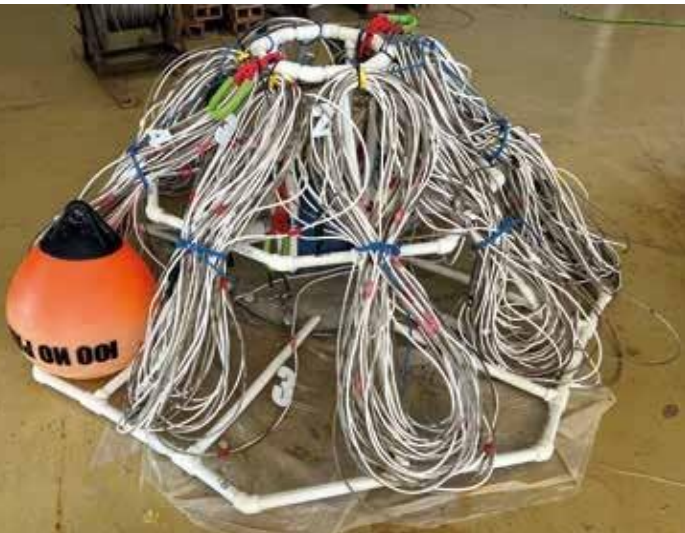
INTERNATIONAL INTEGRATION

- University of Capetown - measurements of CO₂ fluxes at the water-atmosphere interface
- Ocean University of China - Qingdao) - carbon cycle in the coastal areas of the Black Sea
- KAUST (King Abdullah University of Science and Technology) - Coastal hydrology and Biogeochemistry

PLANNED OUTPUTS

Deliverables:

- quantitative characteristics of the fluxes of carbon dioxide, methane and nitrous oxide between the ocean and the atmosphere in the coastal area of the northeastern Black Sea
- characteristics of carbon dioxide fluxes between the coastal land surface and the atmosphere, obtained by pulsation and chamber measurements
- estimates of the spatial and temporal variability of the fluxes of climate active gases in the coastal waters of the northeastern Black Sea and the coastal zone at scales of hundreds of meters and days, as well as estimates of their seasonal trends
- integral estimates of the fluxes of climate active gases for the water areas of the northeastern Black Sea and the coastal zone, obtained by in-situ measurements and remote sensing data
- rationale for developing technologies to reduce emissions and increase the sequestration potential of coastal waters and certain sections of the coast of the northeastern Black Sea



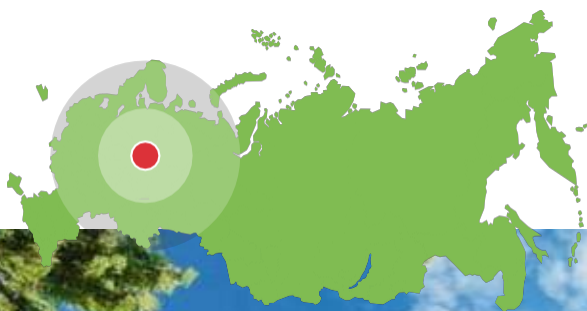
PROJECT FUNDING

in 2021-2022

3,822
mln USD

178
mln USD
budgetary
funds

2044
mln USD
extra-budgetary
funds



CARBON MEASUREMENT SUPER SITE «CHASHNIKOVO»

Moscow Region

Launch date ♦ September 2021

Website ♦ www.carbon.msu.ru
www.carbon-polygons.ru

Operator ♦ Lomonosov MSU

Industrial partner ♦ Not appointed

Technological partner ♦ Yandex LLC

MEASUREMENT SUPER SITE

605,9 Ha

Secondary moraine plain with coniferous-deciduous forests on sod-podzolic soils. Vegetation comprises forests, meadows, swamps and arable land. This enables simultaneous development of low-carbon land use strategies, reforestation and agronomic technologies aimed at long-term deposition of atmospheric carbon in forest, floodplain and agricultural landscapes.



TASKS

1. Set-up a technological system for year-round monitoring of gas exchanges across the soil-vegetation-atmosphere boundaries
2. Fine-tune the methodology for the quantitative assessment of the carbon budget of natural and anthropogenically transformed landscapes to identify the potential for carbon sequestration
3. Develop coupled dynamic models of changes in carbon stocks under various scenarios of environmental management and GIS interpolate them on the basis of remote sensing of the surface



RESEARCH RESULTS

A work plan has been developed with a quantitative assessment of the required datasets from in-situ and remote observations, including meteorological observations, measurements of greenhouse gas fluxes and carbon balance components, and remote sensing

Carbon measurement supersite maps are selected for the geoinformation system (GIS based on MapInfo Pro)

EDUCATION AND TRAINING

Number of young scientists, students, postgraduates — 5

New education programs and courses have been developed:

- Master's and bachelor's degree program in «Sustainable management of natural resources for food security» (in English)
- special courses for Master's students within the framework of existing programs:
 - a) «Biogeochemical cycles and global climate change»
 - b) «Low-carbon environmental management»

INTERNATIONAL INTEGRATION

Open competition of EJP-SOIL projects on the organic carbon cycle in agricultural soils - 2 joint applications have been submitted in cooperation with researchers from INRAE (France), the University of Palermo (Italy), St.Istvan University (Hungary), COLPOS (Mexico), INTA (Argentina) and Makerere University (Uganda), Georg August University (Göttingen, Germany)

PLANNED OUTPUTS

Proposals for the implementation of optimal low-carbon environmental management strategies that facilitate maximal long-term carbon deposition

Quantitative characteristics of the carbon balance of forest ecosystems (mixed deciduous forest) and crops of perennial grasses. Quantitative estimates of seasonal and daily variability of carbon dioxide and methane fluxes in forest ecosystems

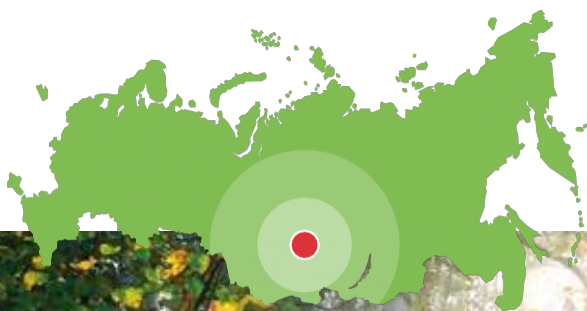
Quantitative estimates of differences in greenhouse gas fluxes in agroecosystems with different farming technologies. Process-oriented one-dimensional and three-dimensional models for greenhouse gas fluxes in forest ecosystems and agroecosystems

Software for calculating the sequestration potential of atmospheric carbon in the Central Federal District with an economic assessment of the introduction of alternative land use scenarios and elements of farming systems

PROJECT FUNDING

in 2021-2022





CARBON MEASUREMENT SUPER SITE

«BIOCARBON»

Novosibirsk

Launch date ♦ August 2021

Website ♦ www.carbon-polygons.ru

Operator ♦ Novosibirsk National Research University (NSU)

Industrialpartner ♦ Novaya Shkola Ltd
Gasprom Marketing and Trading
Biocarbon

Технологические партнеры ♦ Central Botanic Gardens of Siberia (CBGS) SB RAS
Siberian Federal Science Center of
Agrobiotechnologies RAS

Участники ♦ Central Botanic Gardens of Siberia (CBGS) SB RAS
Siberian Federal Science Center of
Agrobiotechnologies RAS

2 PLOTS

1008 Ha

Plot 1(CBSSBRAS)

It is located on the ancient high terraces of the Ob River with sandy and sandy loam soils. Dune topography, represents (a fragment of the landscape of) zonal grass birch forests of Western Siberia on drained elevated plains

Plot 2(Pirogovsky forest)

It is located on the Cissalair upland plain, with a dissected erosive relief and heavy loamy soils with a typical landscape of Ob pine forests on an ancient dune relief

TASKS

Develop a program, and set-up long-term environmental monitoring of the functioning of natural and artificially created forest communities

Develop approaches to the creation of forest crops with a highly efficient sequestration of carbon in wood and soil humus

Develop a model and digital platform for greenhouse gas emissions and sequestration in forest systems

Assess the existing agricultural technologies in terms of carbon balance

Launch international certification of the forests-climate project on the model sections of the carbon farm

RESEARCH RESULTS

Within the Novosibirsk carbon measurement super site, three experimental sites have been designated to study the structure and functions of natural and human-induced forest ecosystems. For each site, the autotrophic block, which is the main component of the ecosystems responsible for sequestration of atmospheric carbon, has been characterised. The species composition of higher vascular plants and their quantitative ratio for each site, as well as the ratio of ecological groups and life forms have been revealed. The legumes component responsible for fixing atmospheric nitrogen has been identified.

A mosaic of medium- and high-resolution satellite images has been collected for the territory of the measurement super site and its surroundings, as well as for the entire Novosibirsk Region for further delineation and areal extrapolation of research results from the experimental sites

EDUCATION AND TRAINING

Number of young scientists, students, postgraduates — 6

Master's programs:

- MA Environmental Law, including Nature Management and Real Estate turnover
- Business management in the «green» economy

University-wide courses:

- Environmental/Climate literacy
- Carbon footprint management

Online courses:

- Environmental/Climate Literacy
- Carbon neutrality Russia/the world: risks and new opportunities

INTERNATIONAL INTEGRATION

Center for Microbiology and Environment() Ecosystems, Austria
Leibniz University, Germany
Institute of Soil Sciences, Germany

PLANNED OUTPUTS

Quantitative characteristics of the carbon balance of natural forests, taking into account the structural elements of the biocenosis. Justification of efficient ways of implementation of forest and climate projects in Siberia and of the choice of respective mechanisms

Test-results of approaches used for setting up and managing forest plantations for carbon deposition on unused agricultural lands and adjustment of such approaches to the regional scale Preparation for international certification of the carbon farm model plots

PROJECT FUNDING in 2021-2022





CARBON MEASUREMENT SUPERSITE «VOLGA CARBON»

Kazan

Launch date ◆ August 2022

Website ◆ www.carbon.kpfu.ru
www.carbon-polygons.ru

Operator ◆ Kazan (Volga) Federal University

Industrial partner ◆ Tatneftekhiminvest-holding JSC

Participants ◆ Kazan State Agrarian University

LANDSCAPE FEATURES

57 Ha

The main type of landscape: hair-bearing linden with spruce and oak on sod-podzolic soils, located on alluvial-delluvial Quaternary deposits of the third terrace of large rivers. Sod-podzolic soils on alluvial-deluvial deposits



TASKS

Set-up regular meteorological observations and the transmission of urgent meteorological data

Set-up regular monitoring of the fluxes of the main greenhouse gases and the parameters of photosynthesis and plant/ soil respiration

Study the sequestration potential of natural phytocenoses

Adapt the existing and develop new bachelor's, master's and postgraduate programs for training specialists in measuring greenhouse gas concentrations and calculating ghg emission and sequestration rates. Carbon (agenda) knowledge dissemination

Organize and carry out international workshops and conferences

ASSESSMENT OF THE CARBON BALANCE CONSTITUENTS

Long-term meteorological data sets have been analysed and interpolated; field observations with available instruments have been initiated in the territories adjacent to the measurement supersite

Preliminary soil studies have been carried out, soil profiles have been extracted and characterised; the main physical and chemical parameters of the humus horizons have been evaluated. The results of a long-term experiment on the decomposition rate of organic matter in forest ecosystems have been obtained

Data has been obtained on the emission and uptake of carbon dioxide, as well as water evaporation from leaf surfaces of various plant species (the main edificators of forest ecosystems)

Inventory lists of flora and mycobiota have been compiled. Species of wood-destroying fungi has been revised



RESEARCH RESULTS

The generalization of long-term meteorological data has been carried out, field meteorological observations with available instruments have been initiated directly near the landfill territories

Preliminary soil studies have been carried out

The description of the soil section is carried out and the main physico-chemical parameters of the humus horizon are estimated

The next data set from a long-term experiment on the rate of decomposition of organic matter in forest ecosystems has been obtained

Data on the release and absorption of carbon dioxide, water vapor from the leaf surface of plants of different species (the main edificers of the forest ecosystem) were obtained

Inventory lists of flora and mycobiota have been obtained. The species composition of wood-destroying fungi has been separately verified

INTERNATIONAL INTEGRATION

University of Missouri School of Natural Resources - Lectures by Professor Anthony R. Lupo, workshops, school on large-scale atmospheric and climate dynamics and climate change

University of Göttingen, Germany - meetings and workshops on carbon sequestration in soils by Professor Ya. Kuzyakov



EDUCATION AND TRAINING

The following course modules have been developed for the BSc courses in «Ecology and Nature Management», «Soil Science», «Hydrometeorology» and the MSc courses «Environmental Safety and Management in the area of environmental protection», «System ecology and modeling» and «Rational use of soils and land management»:

- «Global challenges and climate policy»
- «Government policy in a changing climate»
- «Environmental economics and climate agenda»
- «Accounting and control of greenhouse gases at industrial and agricultural enterprises»
- «Sequestration of greenhouse gases by ecosystems»
- «Methods of monitoring and modeling of carbon dioxide transport in the atmosphere»
- «Modeling of global environmental processes»

The above-mentioned teaching areas have also been updated for the summer field practice, so now they contain studies of monitoring strategies at carbon measurement supersites

Summer schools in the KFU astronomical observatory, on the site «Elabuga» of the children's health camp «Burevestnik», in the republican summer camp «The Biosphere».

Topics of the education(al) agenda:

- Environmental Science is the science of home. What is happening in our home?
- Nothing comes from nothing and goes nowhere. How our lives affect our planet.
- Biodiversity and global climate change
- Carbon measurement supersites and farms: from plant physiology to economics and politics.
- Green biotechnologies

A new topic for PhD research has been approved: «Evaluation of the evapotranspiration flux and its regressional relationship with the sap flow in woody vegetation»

The program of the advanced training course for employees of industrial enterprises «Climate projects as a tool to offset greenhouse gas emissions» is being developed

PLANNED OUTPUTS

Assessment of intra-annual dynamics of vegetation biomass. Species composition of terrestrial ecosystems, classification with a view of sequestration potential

Records of major hydrological and hydrochemical characteristics of the measurement supersite's water bodies, studies of aquatic vegetation, flora and fauna

Identification of conditions promoting the dispersion of impurities in the atmosphere above the measurement supersite's ecosystems. A database containing information on the respiration and photosynthesis processes of the main edificators of the carbon measurement supersite's ecosystems

Summary of long-term field studies of destructive processes in the organic matter of plant origin in the forest communities of the measurement supersite. Assessment of the content of labile fractions of organic matter in humus horizons of soils. Study of the qualitative composition of soil organic matter by IR spectrometry methods, assessment of carbon transformations in soil ecosystems

PROJECT FUNDING

in 2021-2022





CARBON MEASUREMENT SUPER «ANIVA»

Sakhalin

Designation date ◆ September 2021

Website ◆ www.carbon-polygons.ru

Operator ◆ Sakhalin State University

Industrial partner ◆ Sakhalin Energy Investment Company Ltd.

Technological partners ◆ EurasLes Ltd
TerraTorf Ltd

Participants ◆ Higher School of Economics

LANDSCAPE FEATURES

4 000 Ha

- Aniva Bay with a research station in Taranai
- Busse lagoon
- Iturup Island with an international greenhouse gas monitoring station
- Sandy beach without vegetation cover

CARBON MEASUREMENT SUPER SITES TASKS

- Develop technologies for processing and utilization of marine biota
- Assess a complete technological cycle of carbon uptake from the carbon cycle and its utilisation by various types of seaweed and shellfish
- Assess the economic efficiency of the marine carbon measurement supersite's operation
- Develop technologies to increase the uptake capacity of marine ecosystems

RESEARCH RESULTS

A technology for obtaining biochars by pyrolysis from storm deposits of marine macrophytes has been developed

A technology for processing and disposal of marine mollusks is under development

EDUCATION AND TRAINING

Joint program with the Higher School of Economics FPE program on carbon regulation

Young Scientists School-Conference «Sustainable management of coastal island geosystems as a basis for preservation of carbon balance and biodiversity»

The program of further professional education on carbon regulation for employees of organizations participating in the regional experiment on regulating greenhouse gas emissions includes: keeping and verification of carbon accounting, analysis of the potential for reducing emissions, climate project management, Russian and international climate regulations

The development and implementation of the program is planned jointly with the HSE (Center for Environmental Economics and Natural Resources)

An international internship is planned as part of the program

PLANNED OUTCOMES

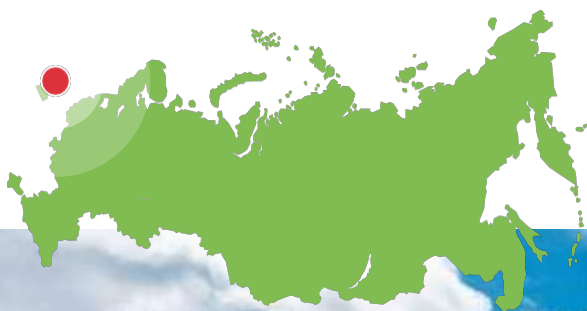
Data sets on the uptake and emissions of greenhouse gas fluxes at marine and terrestrial sites of the Sakhalin Island carbon measurement supersite

Technological solutions to increase CO₂ uptake by marine ecosystems

Technologies for processing and utilization of marine biota

PROJECT FUNDING





CARBON MEASUREMENT SUPER SITE «**ROSYANKA**»

Kaliningrad

Launch date ◆ November 2021

Website ◆ www.rosyanka.kantiana.ru
www.carbon-polygons.ru

Operator ◆ Immanuel Kant Baltic Federal
University

Industrial partner ◆ «Kukushkin» IE

Technological partners ◆ P.P. Shirshov Institute of oceanology RAS -
Atlantic Branch
Vyshtenets Nature Park
DESIRE, PeatRus International Projects

Participants ◆ Institute of Silviculture RAS

MARINE SITE

143 Ha

Gdansk depression

Postglacial slightly inclined plain, brackish, eutrophied shelf of the intracontinental sea, covered with terrigenous silt-pelitic silts subject to sporadic anoxia, with a high content of organic carbon and hydrocarbon gases

TERRESTRIAL SITE

112,4 Ha

Wittgirren Peat Bog

Anthropogenically altered landscape represented by a peat bog (drained swamp) and surrounding agricultural lands

CARBON FARM

At the Wittgirrensky peat bog

TASKS

Create a system of ground and coastal measurements of fluxes of climate active gases based on pulsation and chamber measurements

Create a working information system for supplying the carbon measurement supersite with space monitoring data

Conduct laboratory and field testing of sequestration technologies aimed at reducing the emission of climate active gases, their verification

Bring capacity of human resources up to a new level in order to develop and maintain the climate monitoring system



Field research on a carbon farm in a mobile chemical laboratory



Measuring soil and peat parameters at the Wittgirren peat bog





RESEARCH RESULTS

Wittgirrenski Peat Bog

- an information system has been developed that provides data on remote sensing of the Earth from space and aerial photography and ground measurements
- the topography map of the Wittgirrenski peat bog
- revised verification drilling of peat strata was carried out on profiles located along the main channel and perpendicular to it to assess the depth and composition of the residual peat deposit
- soil studies have been carried out to compile a soil map
- initial hydrological studies have been carried out to establish seasonal fluctuations of moisture reserves in soils, the level of swamp waters, hydrology features of underlying rocks, spatial patterns of accumulation and consumption of moisture in the annual cycle

Gdansk depression

- ocean data of the site analysed, including satellite data
- the first estimates of the integral (for the 0-25 m layer) biomass values of the main components of the marine biocenosis, determining the formation of the suspended organic carbon flux, have been made
- for the upper layer of 0-25 m of the sea, the first estimates of the elements of the carbon balance in the marine environment, typical for the summer period, were made
- several estimates of the vertical flow of the total suspension at a depth below the photosynthesis layer in different seasons of the year have been obtained

- a source of methane in bottom sediments has been confirmed: maximum concentrations were found in the bottom layer of the sea, a weak subsurface maximum of methane is associated with zooplankton (Cladocera, Temora longicornis (Copepoda), which can also serve as its source
- over 40 satellite images of the sea surface in the visible and infrared ranges analysed in order to obtain data on sea surface temperature and chlorophyll concentration

Laboratory tests on sequestration of greenhouse gas emissions from drifting algae and marine debris

- the volume and species diversity of emissions of drifting macroalgae on the Baltic Sea coast assessed, the dominant species of algae *Ulva intestinalis*, *Polysiphonia urceolata*, *Furcellaria lumbricalis* and *Cladophora* sp (were) established.
- the predominant impurities in (the composition of) macroalgae emissions were determined: natural material(s) (wood, foliage, feather, mineral impurities) and polymers (high and low pressure polyethylene)
- over 40 samples of algae were collected and their main physical and chemical parameters were established
- the high value of algae as a source of valuable raw materials with high added value has been confirmed
- the ranges of optimal technological parameters of the hydrothermal liquefaction process with the production of liquid synthetic oil have been established

EDUCATION AND TRAINING

Number of young scientists, students, postgraduates — 10

Together with the Far East Federal University and Sebastopol State University, a network master's program «Ocean and Coast Environmental Studies» was developed and launched in September 2021

International Summer School «Coastal zones: management, research and prospects» Field workshop on secondary waterlogging of peatlands

INTERNATIONAL INTEGRATION

DESIRE Project

«Development of sustainable (adaptive) management of peatlands in the Neman River basin»

Project implementation period: 2019–2021

Partners: «Vishtynetsky Nature Park» (Ministry of Natural Resources and Ecology of the Kaliningrad Region), Greifswald University, Michael Zukkov Foundation, Warsaw University of Natural Sciences, Polish Society for the Protection of Birds, Vytautas Magna University, Lithuania; Lithuanian Nature Protection Fund

PeatRus Project

«Restoration of peat bogs in Russia to prevent fires and mitigate climate change»

Project implementation period: 2021–2023 rr.

Partners: Ministry of Natural Resources and Ecology of Kaliningrad Region, Wetlands International, Michael Zukkov Foundation, Institute of Botany and Landscape Ecology of Greifswald University

PLANNED OUTCOMES

Climate monitoring of natural and anthropogenic systems of the Kaliningrad Region within the context of global environmental changes (Dr L.D. Bashirova):

- quantitative estimates of greenhouse gas fluxes;
- adaptation of the methodology of climate monitoring and assessment of greenhouse gas emissions in anthropogenically altered landscapes;
- projection of changes in the carbon balance as the results of a partial watering of the Wittgirren peat bog

Temporal variability of carbon fluxes at the marine carbon measurement supersite in the Baltic Sea (Associate Professor Dr V.V. Sivkov):

- quantitative values of carbon emission and sequestration indicators in the marine environment, taking into account seasonal variability;
- adapted specialized methodology for monitoring carbon emission and sequestration indicators in the marine environment

Development of technology for uptaking greenhouse gas emissions generated by the natural decay of drifting algae and marine debris (Dr O.O. Babich):

- a data set on the climate change impact of the various GHG sequestration technologies for rotting biomass;
- results of the study of the physical and chemical characteristics of solid (bio-coal), liquid (bio-oil, biodiesel, bioethanol) and gaseous biofuels (biogas) obtained from algae biomass;
- practical recommendations on the use of products derived from the processing of biomass of drifting algae and marine debris for various industries

PROJECT FUNDING

in 2021-2022





CARBON MEASUREMENT SUPER SITE

«URAL-CARBON»

Ural

Launch date ◆ October 2021

Website ◆ www.ural-carbon.urfu.ru
www.carbon-polygons.ru

Operator ◆ Ural Federal University named after B.N. Eltsyn, the First President of Russia

Industrial partner ◆ Sinara Group

Technological partner ◆ Pipe Metallurgical Company PJSC

Participants ◆ Ural State Forestry Engineering University
Ural State Mining University
Ural Federal Agrarian University
Institute of Plant and Animal Ecology, Ural Branch of RAS
Institute of Industrial Ecology Ural Branch of the RAS
Institute of Mathematics and Mechanics Ural Branch of RAS
Botanic Garden of the Ural Branch of RAS

TWO PLOTS

600 Га

Plot 1

Kourov Astronomical Observatory (Kourovka) 300 ha

Watershed, above-floodplain terrace with a terrace slope and a section of the Chusovaya River valley; dark coniferous forests of the southern taiga type, mainly fir-spruce and spruce-fir, pine, as well as derivatives of parvifoliate birch and aspen-birch forests, mainly mature and approaching maturity. Soils: sod-podzolic, mountain brown forest, sod-meadow

Plot 2

Ural forestry farm for education and experimentation (Severka) 300 Ha

Watershed, hilly-woody mesorelief, light coniferous forests of the southern taiga type, mainly pine and birch-pine, of different ages; sod-podzolic and mountain brown forest soils

TASKS

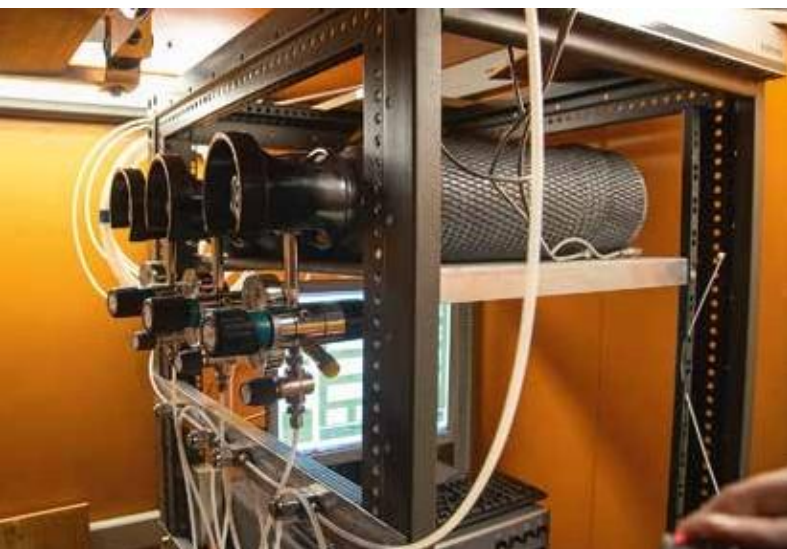
Organize subsatellite measurements of greenhouse gas fluxes by in-situ means using the EddyCovariance method; draw vertical profiles of greenhouse gas content in the lower troposphere and UAV monitoring results

Assess seasonal, annual and long-term volumes of carbon deposition from the atmosphere by various types of taiga ecosystems based on the ratio of its sinks and emissions (assess existing carbon stocks in wood, mortmass, soil; assess the intensity of photosynthesis and respiration of soil, deadwood and vegetation)

Assess landscape, weather, climate and human-induced factors of carbon deposition by ecosystems and develop prediction models based on them

Identify the most productive communities and individual plant species

Create a single software package for modeling atmospheric circulation and transport of chemical contaminants at the regional level





RESEARCH RESULTS

The results of continuous measurements of the GHG concentrations in the atmospheric boundary layer and the total content of GHG in the atmospheric column above the Kourav Astronomical Observatory will be obtained

It is planned to obtain a series of satellite data on the vegetation indices of the measurement supersites; data from the ERA5 retrospective climate analysis for the measurement supersites have already been collected

Forestry-taxation and geobotanical characteristics of forest stands have been made for the test sites, and the main types of soils as well as humus reserves identified. Digital maps of forest management are yet to be compiled. Data of CO₂ flux from the soil surface and deadfall recored by progressive stages.

The productivity of promising introduced trees and plants will be determined; carbon and nitrogen reserves in the phytomass of the main agricultural plants of the region will be assessed

EDUCATION AND TRAINING

New laboratory classes have been introduced in the Biology educational program: "Assessment of photosynthesis and respiration rate of phytocenosis components", «Assessment of deposited carbon content in living objects and soils»

The discipline «Hydrological control at a carbon measurement super site» has been introduced in the «Hydrometeorology» program



INTERNATIONAL INTEGRATION

Laboratory of Climate and Environmental Sciences of the
Pierre Simon Laplace Institute (Saclay, France)

Institute of Atmospheric and Ocean Research of the
University of Tokyo, Professor R. Imasu's group

Alfred Wegener Institute for Marine and Polar Research (AWI,
Bremerhaven, Germany)

OTHER RESULTS

A new all-season teaching and laboratory module with an
area of 140 m² was built on the carbon measurement super
site, funded by the industrial partner

PLANNED OUTCOMES

Technology for estimating greenhouse gas fluxes (CO₂ и CH₄)
by the method of turbulent pulsations for the landscapes
involved in the study. Values of major characteristics and
flow directions for various seasons and vegetation types

Estimates of ¹³C isotopic discrimination in carbon dioxide during
plant respiration for characteristic types of plant communities
of the Middle Urals, the possibilities for calculation $\delta^{13}\text{CO}_2$ in
the atmosphere based on IASI/METOP type satellite spectral
radiometers data to assess the well-being of photosynthetic
plant communities of the target territory

Develop comprehensive entry-level software based on existing
computer models of the general atmospheric circulation and
transport of chemical contaminants for the assessment of
sinks and sources in the Sverdlovsk region

Validated data from satellite monitoring of greenhouse gases
in the atmosphere based on the results of atmospheric
sensing by a ground-based high-resolution infrared Fourier
spectrometer

Data sets of carbon and nitrogen reserves in soils, mortmass,
aboveground and underground plant organs for the sites of
the carbon measurement supersite; field work results on the
sequestration capacity of the landscapes of the Sverdlovsk
region

Assessment of photosynthetic activity of individual plant
species and phytocenoses in order to predict the sequestration
potential of ecosystems; measurement sets on biota and
soil respiration to characterize the balance of CO₂ sinks and
sources in various types of communities

Comparisons of the results of several technologies for
obtaining morphology and taxation characteristics of stands
of carbon measurement supersites; figures for wood stocks;
estimates of plant productivity based on field work



PROJECT FUNDING

in 2021-2022

4,298
mln USD

1,409
mln USD
budgetary
funds

2,889
mln USD
extra-budgetary
funds



CARBON

«WAY CARBON»

Chechen Republic

- Designation date** ◆ July 2021
- Website** ◆ www.carbon-polygons.ru
- Operator** ◆ Grozny State Petroleum Technical University named after Academician M.D. Millionshchikov (GSPTU)
- Industrial partner** ◆ JSC «Grozneftegaz»
JSC «Chechenneftekhimprom»
LLC «Teplostroyproekt-S»
JSC «Chechengazprom»
LLC «Uspekhn»
LLC «KIRUS»
- Technological partner** ◆ JSC «Grozneftegaz»
JSC «Chechenneftekhimprom»
LLC «Teplostroyproekt-S»
Gazprom Transgaz Grozny LLC
Ministry of Nat. Resources of the Chechen Republic
- Participants** ◆ Lomonosov Moscow State University (Moscow)
Institute of Physical, Chemical and Biological Problems in Soil Science, RAS (Pushchino)
NGO «Typhoon» (Obninsk)
MIPT (Moscow)
USNTU (Ufa)
Academy of Sciences of Chechen Republic (Grozny)

SIX PLOTS

470 Ha

Landscape features

- the site «Khankala (Campus)» represents the landscapes typical of the southern slopes of the Tersk Ridge and the adjacent plains. The vegetation cover is dominated by mixed broad-leaved forests and shrubs;
- the site «Galanchozh» is represented by landscapes of subalpine meadows characteristic of the spurs of the rocky and lateral ridge. Meadow and meadow-steppe vegetation prevails;
- the plot of «Roshni-Chu» is situated in a low-mountain mountain-forest zone. Broad-leaved forests, wild fruit trees, and well-closed beech-hornbeam forests predominate;
- site «Staropromyslovskiy» - steppe landscapes of intermountain valleys with sparse shrub vegetation;
- plot «Tolstoy-Yurt» — low-mountain landscapes with broad-leaved forests and shrubs characteristic of the entire Tersk ridge;
- the plot «Carbon farm» belongs to cultivated dry-steppe landscapes with sparse herbaceous and shrubby vegetation

GSPTU CARBON FARM

23 Ha

The cultivated area of the dry steppe landscapes of the Alkhanchurt valley is composed of loess-like loams underlain by undifferentiated deposits of the Quaternary system. Intrazonal landscapes are common on the lower terraces of the Sunzha River

Grass and especially forb-grass, grass-beardgrass steppes are widespread. In the southern part of the belt, grass-grass steppes and meadow-steppes predominate. Artemisia and Artemisia-beardgrass groups are common in the northern part of the steppe belt. Forb-grass steppes are confined to more humid places where esparcets, alfalfa, clovers and field daisies occur. The following grasses are found: feather grass, esparto grass, fescue, hairgrass. Beardgrass dominates dry slopes and making up the Artemisia-beardgrass steppes. On the lower terraces of the Sunzha floodplain broad-leaved forests of the ravine type are widespread

Planting of various types of deciduous trees — mulberry, paper tree, linden, willow, poplar, etc. is planned

TASKS

- Develop modern forest and regenerative agrotechnologies and improve methods of logging, reforestation/afforestation, conservation of soil carbon reserves and its accumulation using groundcover crops;
- Conduct an economic analysis of the effectiveness of decarbonization technologies.
- Study the impact of regenerative livestock farming, oil pollution and geothermal sources on emission and absorption of climate active gases.
- Obtain data on aboveground and underground phytomass of tree and shrub vegetation and pasture-meadow vegetation;
- Assess the diversity of plant species on the carbon measurement supersite sites;
- Conduct experiments on the decomposition of plant litter;
- Remote spectroscopy using multispectral and hyperspectral sensors located on UAVs and satellite platforms;
- Develop approaches for estimating the volume of phytomass from multi- and hyperspectral images using space systems and unmanned aerial vehicles;
- Assess the phytomass reserves using ground- or air-based lidar systems;
- Assess greenhouse gas emissions and uptake from a unit of the surface of shrub and pasture-meadow areas by the method of turbulent pulsations and exposure cameras;
- Calculate the components of the carbon balance of forest-shrub and pasture-meadow ecosystems;
- Develop approaches to identifying vegetation species from high-resolution hyperspectral images using artificial intelligence technologies;
- Calculate the volume of dead soil cover, leaf fall and aboveground biomass (for forest and steppe areas) based on data from space systems and unmanned aerial vehicles



RESEARCH RESULTS

- An electronic database on the climatic characteristics of the territory of the North Caucasus for XX-XXI has been prepared;
- Data on spatial and temporal variability of climatic characteristics were obtained, GIS maps drawn;
- Soil samples were analyzed at the reference sites of the measurement super site

EDUCATION AND TRAINING

The number of young scientists, students, postgraduates affiliated with the farm and measurement super site:

- Young scientists - 10;
- Students — 30;
- Graduate students — 3

The following interdisciplinary courses are added to the education programs of GSPTU:

- «Green Economy and digitalization— - 72 hours
- «Sustainable land use in mountainous areas— - 72 hours
- ‘Environmental IT— - 108 hours
- «Decarbonization technologies at industrial enterprises— - 108 hours
- «Environmental geophysics— - 108 hours

OTHER RESULTS

4 scientific events involving 500+ participants were held on the carbon measurement super site premises in 2021

INTERNATIONAL INTEGRATION

The following foreign scientific organizations and specialists have been brought on board:

- Supreme Council for Scientific Research (CSIC), Madrid, Spain
- Finnish Meteorological Institute
- Global Monitoring Laboratory (USA)

Planned internships in foreign organizations:

- University of Valencia, Spain
- University of Malaga, Spain
- University of Macerata, Italy
- University of Extremadura, Spain
- K.I. Satpayev Kazakh National Research Technical University (K. Turysov Institute of Geology, Petroleum and Mining)
- Belarusian National Technical University (Department of Energy)
- Baku State University (Department of Environment and Soil Science)



PROJECT FUNDING

in 2021-2022

2,688
mln USD

2,489
mln USD
budgetary
funds

0,199
mln USD
extra-budgetary
funds



CARBON MEASUREMENT SUPER SITE

«WAY CARBON»

Chechen Republic

Designation date ◆ July 2021

Website ◆ www.chesu.ru/carbon-polygon
www.carbon-polygons.ru

Operator ◆ A.A. Kadyrov Chechen State University

Industrial partner ◆ Infometeos LLC
LLC "Research and Production Co
«Gardens of Chechnya»
JSC «Agrovin-Sultan»
LLC «Greenhouse Complex
YugAgroHolding»

Technological partner ◆ Carbon Measurement Super Site of the Kaluga
region
V.V. Dokuchaev Soil Institute
Chechen Research Institute of Agriculture
D.N. Pryanishnikov Research Institute of
Agrochemistry

Participants ◆ Peoples' Friendship University of Russia
Higher School of Economics
Tyumen' State University

1314,7 Ha

Mountainous, mid-mountain, subalpine, foothill-low-mountain, plain and floodplain landscapes

CARBON FARM

109 Ha

TASKS

- 1.Organization of regular meteorological observations
- 2.Organization of regular remote monitoring (including satellite data) of climate-active gases
- 3.Organization of regular monitoring observations of greenhouse gas fluxes in the ecosystems by methods of turbulent pulsations and exposure cameras
- 4.Study of the sequestration potential of natural phytocenoses and individual groups of plants with the identification of the most productive communities and individual plant species
- 5.Adaptation of plants with high sequestration potential, alien to the local flora, to the climatic conditions of the region, and development of technology for their application in natural and anthropogenic (agricultural) landscapes
- 6.Establishment of a certification center for validation and verification of greenhouse gas emissions and uptake by natural ecosystems
- 7.Modification of the existing and development of new bachelor's, master's and postgraduate programs. Knowledge dissemination on decarbonisation
- 8.Organization of international workshops and conferences held on the premises of the carbon measurement super site



Central site of the "Campus"



Instructing students on the use of meteorological equipment



3D-модель

RESEARCH RESULTS

Conducting research on scientific and methodological support for the functioning of the carbon super site:

- assessment of carbon reserves in living phytomass, mortmass, humus of soils;
- field description and diagnostics of soil type;
- measurement of the volume density of undisturbed soils and the stock of litter per unit area to recalculate the concentration of carbon and nitrogen on stocks;
- determination of carbon content in plant and soil samples by dry burning;
- determination of basic physical and physico-chemical properties of soils;
- development of model algorithms for describing the carbon cycle in regional and global models under climate change

EDUCATION AND TRAINING

The number of young scientists, students, postgraduates involved in work on the farm and landfill:

Young scientists - 12
Graduate students — 7
Students — 35

Educational programs have been developed:

- 1.«Geoinformatics», course 05.03.03 Cartography and geoinformatics.
- 2.«Hydrometeorology and climatology», course 05.03.04 Hydrometeorology.
- 3.«Veterinary and sanitary examination», course 36.03.01 Veterinary and sanitary examination

Advanced training courses and internships were conducted by employees on the premises of:

1. The first Kaluga measurement super site,
2. Tyumen State University,
3. Skolkovo Institute of Science and Technology»
- 4.V.V.Dokuchaev Soil Institute
- 5.D.N.Pryashnikov Research Institute of Agrochemistry Peoples'
6. Friendship University of Russia
7. Higher School of Economics

INTERNATIONAL INTEGRATION

Involvement of foreign research organizations and specialists:
L.N. Gumilyov Eurasian National University (Kazakhstan, TOP 500), Department of Physical and Economic Geography

Reports were presented at three international conferences

All-Russian forums and thematic sections at international scientific conferences and symposiums were organized and held on the premises of the carbon super site

In the center of the «Campus» site



PLANNED OUTCOMES

Obtaining data on the scale of spatial and temporal variability of greenhouse gas fluxes within a carbon landfill

Development of approaches for estimating the components of the carbon balance of the surface using remote data



Joint field expedition of employees of the Kadyrov Chechen State University and researchers of the V.V. Dokuchaev Soil Institute in the Makazhoy district of the Chechen Republic

Carbon farm of the AA. Kadyrov Chechen State University (Chechen Republic, Grozny, July 2021)

PROJECT FUNDING

in 2021-2022

2,989
mln USD

2,667
mln USD
budgetary
funds

0,322
mln USD
extra-budgetary
funds



ctrl²go!



CARBON MEASUREMENT SUPER SITE **KALUGA CARBON SUPER SITE**

Kaluga Region

Launch date ♦ September 2020

Website ♦ www.ctrl2go.com
www.carbon-polygons.ru

Operator ♦ Control2Go Ltd»

Industrial partner ♦ TRANSMASHHOLDING JSC

Technological partner ♦ All-Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry
Institute of Physical, Chemical and Biological Problems RAS
Kaluga branch of the Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy
Ugra National Park
V.V. Dokuchaev Soil Science Institute
Aeromax LLC

SUPER SITE

600 Ha

1. Experimental sites for regenerative farming, total area 275 ha

The basic and secondary types of landscapes are agricultural land

Structure and types of vegetation in the area (in general) - herbaceous vegetation

Soil types - sod-podzolic

2. Forest experiment sites, total area 180 ha

The basic and secondary types of the site landscapes - forested lands for agricultural purposes

Vegetation structure and types in the area (in general) - Pinus pine with small grass and birch

Soil types - sod-podzolic

3. Sites for climate project to increase atmospheric carbon uptake by soils and plant biomass (carbon farm), total area 145.3 ha

The basic and secondary types of the site landscapes - forested lands for agricultural purposes

Vegetation structure and types in the area (in general) - Pinus pine with small grass and birch

Soil types - sod-podzolic

Campus of the First Carbon measurement super site



TASKS

Increase carbon-depositing capacity on forested agricultural lands

Monitor greenhouse gas emissions during natural thinning of the stand

Monitor greenhouse gas emissions in forests after a grassroots fire

Estimate volumes of aboveground phytomass based on radar, lidar, multi- and hyperspectral images using space systems and unmanned aerial vehicles

Recognize species composition from high-resolution hyperspectral images using artificial intelligence technologies

Model and calculate the volume of litter and underground phytomass for forests based on remote monitoring data



Meteorological tower equipment



RESEARCH RESULTS

Increase of carbon-depositing capacity on forested agricultural lands

Monitoring of greenhouse gas emissions during natural thinning of the stand

Monitoring of greenhouse gas emissions by forest areas after a grassroots fire

Estimation of volumes of aboveground phytomass based on radar, lidar, multi- and hyperspectral images using space systems and unmanned aerial vehicles

Recognition of species composition from high-resolution hyperspectral images using artificial intelligence technologies

Modeling and calculation of the volume of litter and underground phytomass for forest areas based on remote monitoring data



Preparing a UAV for shooting with a hyperspectral camera

INTERNATIONAL INTEGRATION

Joint research projects are planned with Shell Concern, Salym Petroleum Development

PROJECT FUNDING

Own funds



EDUCATION AND TRAINING

Together with the Kaluga branch of the Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy

Faculty of Agricultural Technologies, Engineering and Land Management, Departments: Agronomy; Land Management and Cadastre; Agroengineering

Introductory lecture course for undergraduates and postgraduates on the following topics:

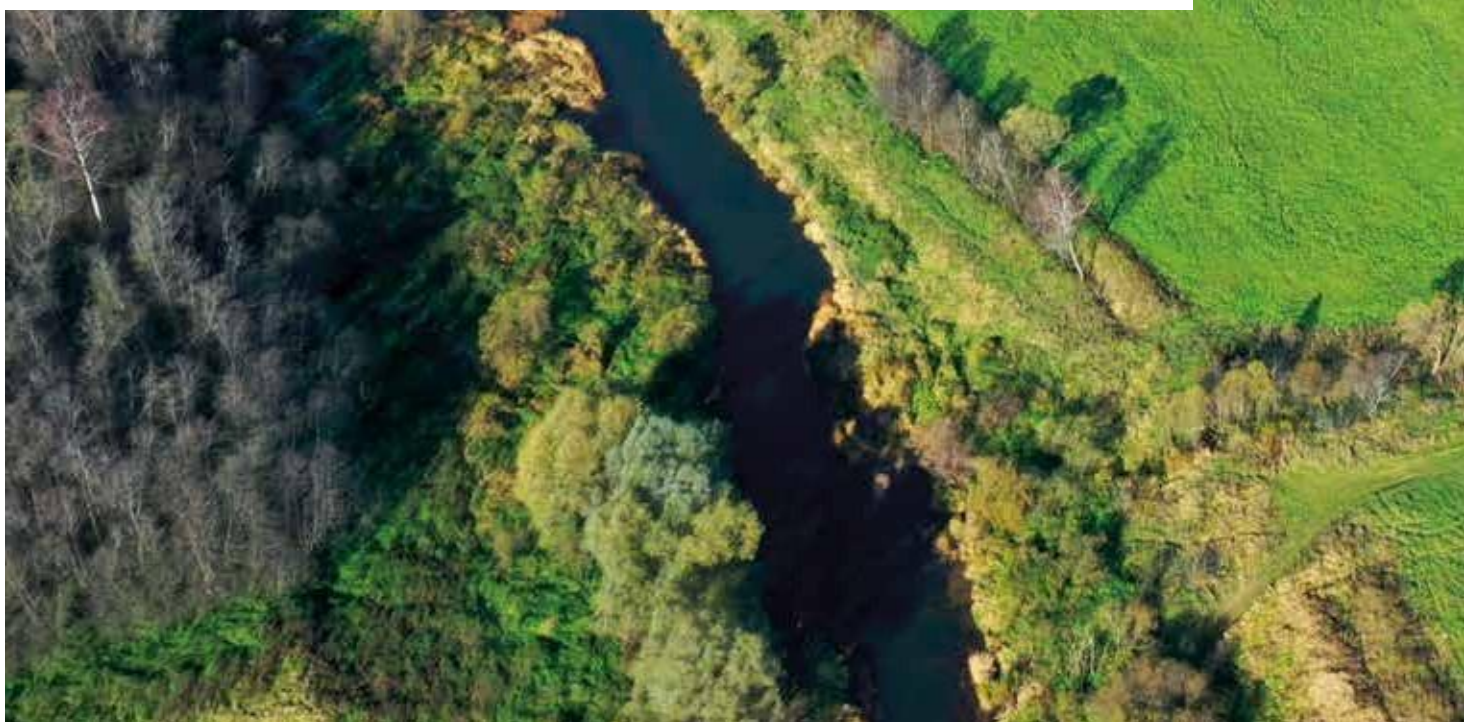
1. Carbon assets of the forest biome: management of carbon stocks and fluxes.
2. Planning concept and production technology of carbon assets of the forest biome and ecosystems of atmospheric carbon catchers



Vorya River - the first carbon measurement super site



Карбоновые Полигоны
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ







ИНКОНСАЛТ

Inconsult K LLC

By order of the Ministry of Science and Higher Education of the
Russian Federation