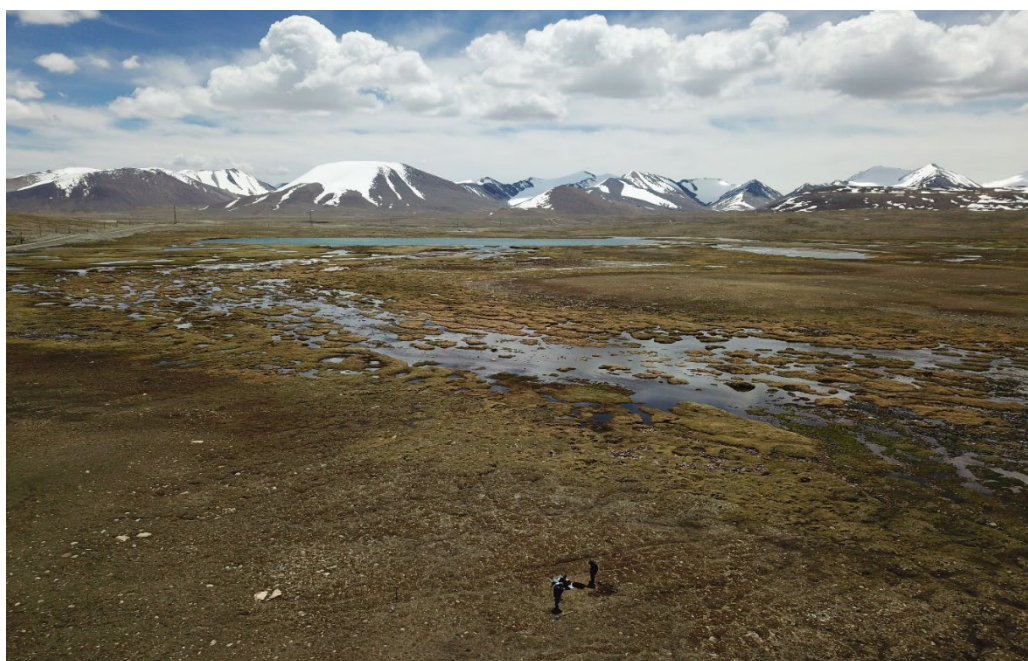




Методология оценки запасов органического углерода в почвах сельскохозяйственных экосистем Кыргызстана для улучшения отчетности по нейтральному балансу деградации земель и изменению климата



15 февраля 2021 г.

РУКОВОДСТВО (CARB-ASIA)

Настоящая публикация является частью всеобщей программы GIZ¹ «Развитие потенциала климатической политики стран Юго-восточной и Восточной Европы, Южного Кавказа и Центральной Азии, Фаза III».

Данный проект является частью международной климатической инициативы (IKI), которая реализуется при поддержке Федерального министерства окружающей среды, охраны природы и ядерной безопасности (BMU) на основе решения, принятого Бундестагом Германии.

Краткая информация о проекте CARB-ASIA

CARB-ASIA – проект, осуществляемый научными сотрудниками кафедр почвоведения и экономики ресурсов Берлинского Университета имени Гумбольдта, а также представителями университетов, НПО и государственных органов в Кыргызстане, которые совместно разработали методику оценки запасов углерода для различных типов землепользования в Кыргызстане. Результаты национального обследования текущего состояния запасов органического углерода в почве, проведенного данным проектом, послужат информационной основой для разработки страновой стратегии устойчивого землепользования, способствующие сохранению и увеличению запасов углерода в почвах, а также улучшению мониторинга климата и отчетности по сельскохозяйственным экосистемам в соответствии с международными стандартами.

Выражение признательности

Данное руководство является результатом совместных усилий многих экспертов, чей опыт работы, труд и энтузиазм способствовал его успешной разработке. Прежде всего мы глубоко признательны GIZ и Федеральному министерству окружающей среды, охраны природы и ядерной безопасности (BMU), которые оказали финансовую поддержку проекту в рамках международной климатической инициативы (IKI). Кроме того, мы особенно признательны нашим сотрудникам и сподвижникам в Кыргызстане, в частности представителям государственных органов власти, а именно, Министерству сельского хозяйства, пищевой промышленности и мелиорации Кыргызстана (МСХППиМ), Национальному координационному центру, фокал поинту Конвенции Организации Объединенных Наций по борьбе с опустыниванием (КБОООН), Национальному статистическому комитету Кыргызской Республики (Нацстатком) и Государственному агентству по охране окружающей среды и лесному хозяйству (ГАООСЛХ). Мы выражаем большую благодарность научным сотрудникам-коллегам из Американского университета Центральной Азии (АУЦА), Национальной академии наук (НАН КР), Кыргызского национального аграрного университета (КНАУ) и Государственного проектного института по землеустройству (Кыргызгипрозем). В этой связи, мы хотели бы выразить особую благодарность коллегам из ОО «Общество почвоведов Кыргызстана», которые приложили большие усилия для организации и проведения этой работы.

¹ Являясь германской федеральной компанией, GIZ оказывает поддержку правительству Федеративной Республики Германия в реализации поставленных им задач в сфере международного сотрудничества в целях содействия устойчивому развитию.

Кроме того, мы выражаем благодарность советникам и консультантам из национальных и международных организаций, таких как GIZ, Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН (ФАО), Международный исследовательский центр агролесоводства (ICRAF), Всемирный банк (ВБ) и КБООН.

Авторы: Маргарет Коринтенберг, Анастасия Готгельф, Эрмек Байбагышов, Ренате Юдис, Улан Касымов, Юдит Вальтер, Стефан Ланге, Пауль Нитцов, Клаус Айзенак, Ютта Цайц.

Для цитирования:

М. Коринтенберг, А. Готгельф, Э. Байбагышов, Р. Юдис, У. Касымов, Ю. Вальтер, С. Ланге, П. Нитцов, К. Айзенак, Ю. Цайц (2021): Методология оценки запасов органического углерода в почвах сельскохозяйственных экосистем Кыргызстана для улучшения отчетности по нейтральному балансу деградации земель и изменению климата. Кафедра почвоведения и кафедра экономики ресурсов Берлинского Университета им. Гумбольдта, Германия.

Содержание

Содержание	4
Список рисунков.....	6
Список таблиц	8
Сокращения.....	9
Краткий обзор	11
Глава 1. Введение	14
1.1 Проект CARB-ASIA и его основные задачи.....	14
Глава 2. Общая информация.....	16
2.1 Нейтральный баланс деградации земель (НБДЗ).....	16
2.1.1 Цели и задачи НБДЗ	16
2.1.2 Оценка НБДЗ.....	17
2.2 НБДЗ в Кыргызстане	20
2.2.1 Национальные данные для разработки показателей почвенного покрова	21
2.2.2 Национальные данные для разработки показателей продуктивности земель	22
2.2.3 Национальные данные по разработке показателей почвенного органического углерода ..	22
2.3 Индикатор почвенного органического углерода (ПОУ)	26
Глава 3. Методология учета запасов органического углерода в почвах Кыргызстана.....	32
3.1 Определение репрезентативных участков	33
3.2 Полевые методы	39
3.3 Лабораторные методы.....	42
3.4 Расчеты параметров	44
3.5 Метод валидации – отдельные результаты статистического анализа	44
3.6 Использование базовых значений для представления отчета об изменениях запасов органического углерода в почве.....	54
Глава 4. Институциональная основа для оценки, мониторинга и отчетности по запасам органического углерода в почве.....	57
4.1 Текущая институциональная среда и способы предоставления и обмена экологическими данными в Кыргызстане.....	57
4.1.1 Текущие разработки по мониторингу и отчетности НБДЗ.....	58
4.1.2 Основные трудности и проблемы, а также связанные с ними потребности в наращивании институционального потенциала	63
4.2 Предложения по официальному признанию разработанной методологии и повышению национального потенциала для выполнения обязательств по отчетности НБДЗ	68

4.2.1 Важность официального признания новой методологии	68
4.2.2 Рекомендации по развитию потенциала.....	70
Глава 5. Выводы и перспективы.....	82
5.1 Извлеченные уроки и результаты проекта.....	82
5.2 Ограничения данного исследования	83
5.3 Применимость результатов проекта.....	84
Использованная литература.....	85
Приложение	91
А. Точки отбора проб.....	91
В. Таблица учета профиля.....	92
С. Формулы для расчета отдельных параметров	94
D. Факторы, влияющие на глину	98
Е. Мелкомасштабная изменчивость	98
F. Различные индивидуальные параметры и их взаимосвязь друг с другом.....	100

Список рисунков

Рисунок 1: Расположение пастбищного участка в Кыргызстане с густой растительностью на северном склоне и редкой растительностью на южном склоне.....	29
Рисунок 2: Высокое содержание крупнозернистого грунта в почвах Кыргызстана	30
Рисунок 3: Сравнение объемной плотности и объемной плотности мелкозема в почвах Кыргызстана	
Рисунок 4: Основные классы почвенного покрова Кыргызстана в разрешении 300 м	34
Рисунок 5: Цифровая модель рельефа в разрешении 90 м	35
Рисунок 6: Среднегодовое количество осадков (мм) в Кыргызстане.....	36
Рисунок 7: Точка отбора проб на равнинном участке пастбища.....	39
Рисунок 8: Точки отбора проб на северном и южном склонах холмистого пастбищного участка....	39
Рисунок 9: Грунтовые ямы в различных классах почвенного покрова: пахотные земли, пастбища, лесные участки	40
Рисунок 10: Схема выборки	
Рисунок 11: Запасы органического углерода на репрезентативных участках	45
Рисунок 12: Взаимосвязь между классом почвенного покрова и запасами органического углерода в почве	47
Рисунок 13: Взаимосвязь между классом высоты над уровнем моря и запасами органического углерода в почве	48
Рисунок 14: Взаимосвязь между классом осадков и запасом органического углерода в почве.....	49
Рисунок 15: Соотношение содержания органического углерода в почве [%] и объемной плотности мелкозема [г/см ³]	
Рисунок 16: Сравнение содержания органического углерода в % и запасов органического углерода в т/га на репрезентативных участках.....	51
Рисунок 17: Управление экологическими данными и информацией в Кыргызстане	61
Рисунок 18: Точки отбора проб из CARB-ASIA.....	91
Рисунок 19: Использование сверла Эдельмана.....	93
Рисунок 20: Бур-цилиндры для определения объемной плотности мелкозернистого грунта.....	
Рисунок 21: Взаимосвязь между содержанием глины и запасами органического углерода в почве для пастбищных угодий Кыргызстана	98
Рисунок 22: Взаимосвязь между экспозицией и запасом органического углерода для класса почвенного покрова пастбищ	98
Рисунок 23: Маломасштабная изменчивость содержания органического углерода в точках отбора проб.....	99

Рисунок 24: Взаимосвязи отдельных параметров друг с другом с уточнением коэффициента корреляции по Спирмену (r_{sp}) и вероятностной меры (p) (ПОУ= органический почвенный углерод, ОП_{мелкого грунта} = объемная плотность мелкого грунта) 100

Список таблиц

Таблица 1: Классифицированные параметры.....	36
Таблица 2: Репрезентативные участки	37
Таблица 3: Процедура определения крупнозернистой почвы и объемной плотности мелкого грунта при отборе полевых проб.....	41
Таблица 4: Обзор лабораторных параметров, методов и количества образцов.....	43
Таблица 5: Распределение параметров на репрезентативных участках.....	46
Таблица 6: Фактор изменения землепользования (ФЗП).....	55
Таблица 7: Рекомендации для возможных изменений – уровень технической инфраструктуры, данных и их формата.....	73
Таблица 8: Предложения по структуре НБДЗ в Кыргызстане.....	78
Таблица 9: Рекомендации для возможных изменений – организационный уровень	79
Таблица 10: Таблица учета профиля, использованная для CARB-ASIA.....	92
Таблица 11: Фактор гумуса для коррекции функции передачи.....	94

Сокращения

АРИС	Агентство развития и инвестирования сообществ Кыргызской Республики
ОП	Объемная плотность
ОП _{мелкого грунта}	Объемная плотность мелкого грунта
РЕЦЦА	Региональный экологический центр Центральной Азии
КБР	Конвенция о биологическом разнообразии
СО ₂	Углекислый газ
СН ₄	Метан
РУАР	Районные управления аграрного развития
УВИ	Усовершенствованный вегетационный индекс
ФАО	Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН
ФП	Факторы производства
ФЗП	Фактор землепользования
ИЛП	Инвентаризация лесопользования
ГЭФ	Глобальный экологический фонд
ПГ	Парниковый газ
ГИС	Географическая информационная система
ЭКЛА	Экспертная комиссия по лесному анализу
МГЭИК	Международная группа экспертов по изменению климата
КА5	Немецкий почвоведческий картографический справочник – «Deutsche Bodenkundliche Kartieranleitung»
КНАУ	Кыргызский национальный аграрный университет
Кыргызгипрозем	Государственный проектный институт по землеустройству
НБДЗ	Нейтральный баланс деградации земель
ФУ	Фактор управления
МСХППиМ	Министерство сельского хозяйства, пищевой промышленности и мелиорации Кыргызской Республики
МОВ	Мониторинг, отчетность, верификация
НОВИ	Нормализованный относительный вегетационный индекс
НИЛ	Национальная инвентаризация лесов
НПО	Неправительственная организация
НСК	Национальный статистический комитет Кыргызской Республики (Нацстатком)
ПК	Пастбищный комитет
РПАС	Республиканская почвенно-агрохимическая станция

ГАООСЛХ	Государственное агентство охраны окружающей среды и лесного хозяйства при Правительстве Кыргызской Республики
ГАЗР	Государственное агентство по земельным ресурсам
ЦУР	Цели устойчивого развития
ПОУ	Почвенный органический углерод
ПОУ _{запас}	Запас почвенного органического углерода
НТКГ	Научно-техническая консультативная группа
ООН	Организация Объединенных Наций
КБО ООН	Конвенция Организации Объединенных Наций по борьбе с опустыниванием
РКИК ООН	Рамочная Конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата
ПРООН	Программа развития Организации Объединенных Наций
ЮНЕП	Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде
ЕЭК	Европейская экономическая комиссия Организации Объединенных Наций
ВБ	Всемирный банк

Краткий обзор

В 2016 году Организация Объединенных Наций (ООН) сформулировала Цели устойчивого развития (ЦУР), которые включают в себя 169 промежуточных целей. Цель 15.3 направлена на достижение «нейтрального баланса деградации земель» (НБДЗ). Согласно концепции НБДЗ к 2030 году в мире должен быть достигнут «нейтральный баланс деградации земель», который возможен благодаря национальным усилиям государств-членов ООН. С 2018 года странам, поддерживающим НБДЗ, было предложено отчитываться перед ООН о состоянии и изменении состояния трех общепризнанных показателей: вида землепользования, продуктивности земель (регистрируемой как чистое первичное производство) и запасов почвенного органического углерода (ПОУ_{запас}) в рамках своих стран. Соответственно, деградация земель является нейтральной, если все вышеотмеченные показатели показывают, по меньшей мере, отсутствие ухудшения их состояния. Отчет по НБДЗ можно подготовить с использованием глобального набора данных, предоставленного Секретариатом Конвенции Организации Объединенных Наций по борьбе с опустыниванием (КБОООН) (Уровень 1), однако КБОООН рекомендует составлять показатели на основе национальных данных (Уровень 2 и Уровень 3). Предыдущий опыт различных стран показывает, что использование глобальных наборов данных иногда приводит к неточностям. К сожалению, во многих странах отмечается отсутствие национальных данных, особенно это касается показателя ПОУ_{запас}. Этот показатель косвенно предоставляет информацию о содержании гумуса в почвах и, таким образом, является индикатором здоровья почвы. Он также весьма актуален в связи с изменением климата, поскольку потеря углерода в почве приводит к высвобождению парниковых газов в атмосферу и ускоряет глобальное потепление.

В 2017 году Кыргызстан объявил о своем участии в определении НБДЗ на национальном уровне. В первом отчете по НБДЗ, подготовленном национальной рабочей группой по НБДЗ в 2018 году, отмечалось о выявленном серьезном пробеле в национальных данных по запасам углерода, в связи с чем были представлены рекомендации по разработке оценки и мониторинга НБДЗ. Основываясь на имеющемся опыте Кыргызстана по подготовке национальной отчетности, немецко-кыргызский проект “Разработка метода оценки запасов органического углерода в сельскохозяйственных экосистемах Кыргызстана и улучшение отчетности по НБДЗ и изменению климата” (CARB-ASIA) поставил себе цель разработать и проверить применимость усовершенствованной методологии для оценки ПОУ_{запас} в Кыргызстане, а также внести предложения по институционализации и реализации разработанной методологии с учетом условий и возможностей Кыргызстана.

Результаты данного проекта обсуждались в различных форматах (например, в ходе экспертных интервью и консультаций, семинаров и онлайн-дискуссий) с представителями государственных учреждений (Министерства сельского хозяйства, пищевой промышленности и мелиорации Кыргызской Республики, Национального статистического комитета, Государственного агентства охраны окружающей среды и лесного хозяйства), международных организаций и НПО, а также с национальными экспертами в области науки и исследований. Предлагаемая методология является научно обоснованной и адаптирована к международным стандартам. Мы надеемся, что признание данных, полученных с использованием этой методологии, в качестве официальных данных облегчит проведение мониторинга и составление отчетности для КБОООН. Кроме того, применение предложенной методологии предоставляет возможность для проведения скоординированных процессов мониторинга и отчетности в рамках других международных конвенций и инициатив, таких как рамочная Конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата

(РКИКООН) и Конвенция о биологическом разнообразии (КБР). Таким образом, принятие и внедрение предложенной методологии может стать важным шагом на пути к соблюдению страной требований по ратификации международных соглашений.

Предлагаемая методология основана на предположении, что аналогичные запасы углерода можно ожидать при наличии сопоставимых комбинаций условий участка, влияющих на ПОУ_{запас}. Для этого были выявлены репрезентативные участки для ПОУ_{запас} на территории Кыргызстана. В качестве первого шага были определены факторы, влияющие на ПОУ_{запас} в Кыргызстане: почвенно-растительный покров, высота над уровнем моря и климатические условия. Поскольку была обнаружена высокая корреляция между параметрами температуры и высоты, то количество осадков использовалось в качестве единственного фактора для определения исходных климатических данных. Из-за отсутствия национальных данных по этим трем параметрам использовались глобальные наборы данных, имеющиеся в свободном доступе, включая данные КБООН по растительному покрову. Наборы данных были классифицированы с учетом их репрезентативности и использовались в комбинации для определения репрезентативных участков. На втором этапе были исследованы и отобраны пробы участков, занимающих более 1% территории страны, с последующим лабораторным анализом проб почвы в Кыргызстане в соответствии с национальными стандартами. Особое внимание было уделено репрезентативности в пределах отобранных площадей, мелкокомасштабной неоднородности содержания ПОУ, а также параметров, имеющие отношение к расчету ПОУ_{запас}, такие как объемная плотность мелкого грунта (ОП_{мелкого грунта}), зернистость почв и корневая масса. На третьем этапе были проведены расчеты ПОУ_{запас} по репрезентативным участкам для различных классов растительного покрова, высоты и осадков.

Для того, чтобы реализовать НБДЗ в Кыргызстане, необходим стандартизированный подход, подобный тому, который изложен в данном руководстве (т.е. разработанная методология по оценке органического углерода в почвах). Для этого необходимо официальное утверждение предлагаемой методологии Министерством сельского хозяйства, пищевой промышленности и мелиорации Кыргызской Республики как национальным ответственным органом по мониторингу и отчетности НБДЗ, а также другими ответственными организациями. Стандартизация имеет крайне важное значение для определения индикаторов НБДЗ и повышения потенциала в области мониторинга и отчетности на национальном уровне.

Для реализации НБДЗ также важно учитывать многоаспектный характер управления информацией по земельным ресурсам. Речь идет не только о технических аспектах разработки и обработки данных, но и о человеческом и организационном факторах. Их взаимодействие определяет то, как данные и информация производятся и используются в процессе взаимосвязи различных заинтересованных организаций между собой.

Таким образом, при оценке человеческого потенциала были выявлены явные признаки острой нехватки почвоведов и специалистов по дистанционному зондированию в стране, что говорит о сложности задачи по использованию предлагаемой методологии. В связи с чем рекомендуется повышать потенциал специалистов Кыргызстана в тесном сотрудничестве с КБООН, кыргызскими и международными университетами, исследовательскими центрами и НПО; проект CARB-ASIA как раз вносит вклад в такие усилия.

Что касается текущей организационной структуры, то были выявлены признаки институциональной фрагментации и недостаточного сотрудничества между некоторыми государственными и неправительственными организациями, что приводит к меньшей эффективности управления

информацией в стране. Следовательно, важно рассмотреть возможность создания национальной рабочей группы по НБДЗ на постоянной основе, чтобы содействовать межведомственному и межсекторальному сотрудничеству по земельным вопросам. Такой подход стал бы решающим шагом на пути к созданию центрального механизма по координации планирования и управления земельными ресурсами в различных масштабах и секторах, и позволил бы обеспечить вклад заинтересованных сторон в процесс принятия решений на национальном и международном уровнях, а также в составлении отчетности. Это можно достигнуть путем создания рабочей группы непосредственно при Правительстве Кыргызской Республики по инициативе Министерства сельского хозяйства, пищевой промышленности и мелиорации Кыргызской Республики (координатор КБОООН в Кыргызстане), что позволит сфокусироваться на наращивании потенциала в соответствующих министерствах и секторах, а также на финансировании необходимых мер по достижению НБДЗ.

В техническом плане, центральная система организации сбора данных позволит улучшить управление и процесс оценки данных о развитии землепользования и сельского хозяйства. Создание подобной единой информационной системы улучшит эффективность и оперативность работы с данными, за счет того, что данные по земельным ресурсам будут храниться в одном месте и могут быть непосредственно использованы для мониторинга и оценки НБДЗ, а также для принятия решений в сфере земельной политики и планирования землепользования. Для этого важно разместить эту информационную систему в рамках одного постоянного органа (например, Государственного агентства по земельным ресурсам) и обеспечить ее техническую совместимость с другими информационными системами, что улучшит межведомственное сотрудничество посредством более эффективного обмена данными. Кроме того, уделение большего внимания на позицию спроса в производственной цепочке данных (т.е. на потребности в земельной и экологической информации) может повысить функциональность такой системы – а именно выявить возможности, как информация о земельных ресурсах может быть использована управляющими органами, землеустроителями и землепользователями, т.е. кроме основных организации, которые и так непосредственно участвуют в отчетности НБДЗ.

Глава 1. Введение

1.1 Проект CARB-ASIA и его основные задачи

В 1997 году Кыргызстан ратифицировал Конвенцию Организации Объединенных Наций по борьбе с опустыниванием (КБОООН), а также Рамочную Конвенцию Организации Объединенных Наций об изменении климата (РКИК ООН). Согласно требованиям, в рамках этих конвенций, страна обязана регулярно отчитываться о запасах органического углерода в почве (ПОУ_{запас}) и связанных с ними выбросах парниковых газов. Однако научно обоснованные инструменты инвентаризации, оценка почв и системы землепользования отсутствуют. В связи с отсутствием исходных значений, оценка изменений в запасах углерода и выбросов климатических газов требует значительных улучшений. Также важно отметить, что использование результатов для публикаций в международном контексте является проблематичным, поскольку используемый в Кыргызстане метод классификации почв в некоторой степени отличается от международных методов классификации почв.

Проект CARB-ASIA поддерживает разработку научно обоснованного метода оценки запасов углерода в почвах различных категорий землепользования в Кыргызстане. Во-первых, проект предлагает современный, научно обоснованный метод для оценки запасов ПОУ. Во-вторых, проект нацелен на определение общих организационных и институциональных условий для ведения открытой и общедоступной инвентаризации и отчетности по ПОУ_{запас}. Данный метод ориентирован на оценку основных типов почвенного покрова, запасов ПОУ на пахотных землях, пастбищах и лесных массивах Кыргызстана. Таким образом, проект вносит важный методологический вклад в улучшение национальной отчетности в соответствии с международными обязательствами и достижению нейтрального баланса деградации земель (НБДЗ) в Кыргызстане, что является важной вехой для инвентаризации данных, связанных с изменением климата, и служит основой для определения абсолютных различий ПОУ_{запас}. Данный метод и полученные результаты отвечают международным стандартам, таким как репрезентативность, хорошая документация, оценка качества, указание погрешностей и долгосрочная доступность. Основываясь на полученных данных и знаниях, эксперты Кыргызстана смогут разработать рекомендации по сохранению и увеличению ПОУ_{запас} и обеспечить научно обоснованную разработку адаптированных и устойчивых стратегий землепользования. Кроме того, в проекте сформулированы рекомендации по организации использования разработанного метода на практике в Кыргызстане, включая этапы формирования данных, агрегирования и отчетности, которые помогут эффективно выполнять обязательства перед ООН.

Данный проект был реализован в тесном сотрудничестве и координации с национальными органами власти (Министерством сельского хозяйства, пищевой промышленности и мелиорации, Государственным агентством охраны окружающей среды и лесного хозяйства при Правительстве, Национальным статистическим комитетом, Кыргызским государственным проектным институтом по землеустройству, Республиканской почвенно-агрохимической станцией и Государственным агентством земельных ресурсов), Программой Развития ООН, GIZ Бишкек, а также с НПО (СAMP Алатоо, ОО «Общество почвоведов Кыргызстана») и университетами Кыргызстана (Американским университетом в Центральной Азии, Национальной академией наук, Кыргызским национальным аграрным университетом и Кыргызским научно-исследовательским институтом земледелия). Все

эти организации внесли важный вклад в разработку предлагаемой методологии, а также в составлении рекомендаций по ее реализации на практике.

Глава 2. Общая информация

2.1 Нейтральный баланс деградации земель (НБДЗ)

2.1.1 Цели и задачи НБДЗ

Концепция НБДЗ направлена на решение экологической проблемы деградации земель до 2030 года с точки зрения их “нейтральности”, что означает сохранение или увеличение земельного природного капитала, избегая его чистых потерь. В этом смысле НБДЗ соответствует состоянию, «при котором объем и качество земельных ресурсов, необходимых для поддержания экосистемных функций и услуг, и усиления продовольственной безопасности, остаются стабильными или повышаются в заданных временных и пространственных рамках» (UNCCD 2015: 13). Это видение подкрепляется следующими целями (UNCCD 2017):

- поддержание или улучшение устойчивого предоставления основных услуг земельными экосистемами, таких как обеспечение продовольствием и волокном, депонирование углерода, регулирование водоснабжения, сохранение биоразнообразия и культурного наследия;
- поддержание или повышение производительности труда в целях улучшения продовольственной безопасности;
- повышение способности земли к восстановлению и адаптации населения (которые живут за счет землепользования) к воздействию изменения климата или других потрясений;
- поиск точек соприкосновения с другими социальными, экономическими и экологическими целями;
- укрепление ответственного и комплексного управления земельными ресурсами.

Такая концепция позволяет применять системный подход к проблеме деградации земель, связывая состояние земельного природного капитала с влияющими на него факторами, а также вытекающими последствиями и ответной реакцией на это со стороны человека. К основным факторам, вызывающие деградацию земель, относятся изменение в структуре землепользования (например, переход от лесного к сельскому хозяйству) и нерациональные методы землепользования (например, использование удобрений или интенсивное выращивание монокультур). Изменения в структуре землепользования, в свою очередь, обычно вызываются либо природным (экстремальными погодными условиями, например, засухой), либо человеческим фактором (например, образование, знания и доступ к вспомогательным услугам). Подобные изменения могут восприниматься как риски, поскольку они могут препятствовать достижению НБДЗ и, в более широком смысле, достижению желаемых результатов, которые имеют важное значение для жизнеобеспечения. Следовательно, понимание взаимосвязей между факторами влияния и их воздействием на функции земельных экосистем имеет решающее значение для планирования мероприятий, необходимых для устранения движущих сил и факторов давления (UNCCD 2017).

Принцип нейтральности призван помочь управляющим органам, работающим в сфере использования земель, поддерживать и улучшать ситуацию так называемого “отсутствия чистых убытков” (как минимальный стандарт), балансируя ожидаемые убытки принятием таких мер, которые позволят достичь эквивалентных выгод касательно отдельных типов земель. Планирование

нейтрализации должно быть увязано с долгосрочным планированием землепользования, при котором решения должны основываться не только на угрозах серьезного или необратимого ущерба в пределах конкретного участка, но и на вкладе каждого из этих решений в достижение цели по нейтрализации деградации земель на ландшафтном или национальном уровне (UNCCD 2017).

Меры по достижению НБДЗ включают в себя меры по управлению земельными ресурсами, направленные на предотвращение или сокращение деградации земель, в сочетании с усилиями по обращению вспять деградации путем восстановления или реабилитации земель, утративших свою продуктивность. В этой связи НБДЗ поощряет разработку и использование более эффективных методов управления земельными ресурсами (например, устойчивое управление земельными ресурсами) и более эффективное планирование землепользования, что позволит повысить экономическую, социальную и экологическую устойчивость землепользования для нынешнего и будущих поколений. Дополнительную информацию о механизмах достижения НБДЗ можно найти в официальном отчете КБООН о научно-политическом аспекте взаимодействия (UNCCD 2017). Проект CARB-ASIA, в основном, занимался вопросами оценки, мониторинга и отчетности по НБДЗ, что является основой для проведения возможных работ и мероприятий для достижения НБДЗ.

ОСНОВНЫЕ ФАКТЫ: Цели и задачи НБДЗ

- *НБДЗ – «состояние, при котором объем и качество земельных ресурсов, необходимых для поддержания экосистемных функций и услуг, а также продовольственной безопасности, остаются стабильными или же увеличиваются в конкретно определенных временных и пространственных масштабах и экосистемах» (UNCCD 2015: 69).*
 - *НБДЗ преследует следующие цели:*
 - *поддержание или улучшение устойчивого предоставления услуг земельными экосистемами;*
 - *поддержание или повышение производительности труда в целях улучшения продовольственной безопасности;*
 - *повышение способности земли к восстановлению и адаптации населения, которое живет за счет землепользования;*
 - *поиск точек соприкосновения с другими социальными, экономическими и экологическими целями;*
 - *укрепление ответственного и комплексного управления земельными ресурсами.*
-

2.1.2 Оценка НБДЗ

Оценка текущего состояния, тенденций и движущих сил деградации земель необходима для установления четких целевых показателей НБДЗ, принятия решений о необходимых мерах, прогнозирования изменений в земельном природном капитале и отслеживания улучшений. Для проведения оценки рекомендуется использовать минимальный набор из трех показателей (и

связанных с ними метрических значений), отражающих земельный природный капитал и связанные с ним экосистемные услуги:

- почвенно-растительный покров;
- продуктивность земель (оценивается как чистое первичное производство);
- запасы углерода (оцениваются как запасы органического углерода в верхних слоях почвы, до 30 см).

Эти показатели позволяют по-разному реагировать на изменения в системе. Например, показатель продуктивности земель (данные о чистом первичном производстве можно получить из глобальной базы данных ФАО (FAO Global Land Cover SHARE database)) отражает относительно быстрые изменения, в то время как показатель запасов органического углерода в почве (тУ/га, до 30 см) отражает более медленные изменения, которые показывают траекторию изменения и насколько эти изменения близки к предельным значениям. Метрические значения почвенно-растительного покрова можно определить при помощи индексов, полученных на основе данных наблюдений Земли, таких как нормализованный относительный вегетационный индекс (НОВИ) или усовершенствованный вегетационный индекс (УВИ), которые указывают на первые признаки изменения растительного покрова, что в некоторой степени является косвенным показателем основного назначения использования земли, а также на изменение типа использования земли и возникающей в результате этого фрагментацию среды обитания (UNCCD 2017). Предлагаемые показатели для предоставления отчета КБООН о проведенной работе и связанные с ними метрические значения также могут использоваться для мониторинга показателя ЦУР 15.3.1 “доля деградированных земель от общей площади земель”.

Показатель почвенно-растительного покрова служит основой для оценки всех показателей: продуктивность и ПОУ_{запас} всегда должны рассчитываться для одного класса почвенного покрова (например, для класса «пастбища» или «пахотные земли») (UNCCD 2017). Для целей отчетности приоритет отдается территориальному подходу: необходимо сообщать не о качественных масштабах или изменениях в деградации, а о том, насколько сильно изменилась деградация земель в процентном выражении на единицу площади (Orr et al. 2017).

Мониторинг НБДЗ направлен на оценку изменения метрических значений, выявленных для показателей земельного природного капитала, от их исходных значений, или исходных условий, то есть фактического состояния в момент времени (t_0). Время для определения исходного или базового уровня должно быть выбрано каждой страной. Таким образом, принцип нейтральности подразумевает, что земельный природный капитал сохраняется или улучшается в период между моментом реализации концепта НБДЗ и будущей датой, когда будет проведен мониторинг достигнутого прогресса. Изменения абсолютных значений показателей выявляют либо положительные, либо отрицательные тенденции (либо выгоды или потери по принципу нейтральности). Поскольку цель состоит в том, чтобы достичь НБДЗ без чистых потерь, то минимальный уровень целевого показателя НБДЗ должен быть равен базовому уровню для данного года (UNCCD 2016, 2017). Страны могут установить более амбициозную цель по улучшению состояния земельного природного капитала выше базового уровня, или в редких случаях страна может иметь цель НБДЗ, при которой потери будут превышать выгоды. Особенно в случае если страна изначально прогнозирует скорее негативные изменения, связанные с прошлыми решениями, последствия которых пока еще трудно устранить. Мониторинг достижения нейтральности позволит количественно оценить баланс между масштабом выгод (значительные позитивные изменения

показателей НБДЗ, свидетельствующие об улучшении) и масштабом потерь (значительные негативные изменения показателей НБДЗ, свидетельствующие о деградации) в пределах каждого типа земель по всему ландшафту (UNCCD 2017). НБДЗ оценивается по принципу «один терпит убыток, все терпят убытки». Это означает, что достигнутые успехи в одной из мер не могут компенсировать потери в другой. Таким образом, если один из показателей показывает отрицательную тенденцию, то НБДЗ считается не достигнутым, даже если остальные показатели продемонстрировали существенные положительные значения (UNCCD 2017). В случае, если хотя бы один из них демонстрирует положительную динамику, а два других демонстрируют нейтральную, то будет фиксироваться прирост природного капитала. Предлагаемые показатели и связанные с ними метрические значения являются подходящими приблизительными значениями для оценки экосистемных услуг, возникающие в результате использования земельного природного капитала. Важно отметить, что все экосистемные услуги являются взаимодополняющими, а не совокупными частями земельного природного капитала, что имеет последствия с точки зрения выявления индивидуальных измерений для каждого показателя, в то время как оценка всех трех показателей с помощью одного агрегированного значения бессмысленна. Это предотвратило бы толкование индивидуальных мер на национальном уровне.

Установление базового уровня НБДЗ (т.е. базовых значений показателей НБДЗ) и оценка тенденций деградации земель требуют наличия достоверных данных. Подход КБООН к сбору трех показателей состоит из **трехуровневого процесса**, который предоставляет странам свободу в решении вопроса учета национальных данных (UNCCD, CBD, FAO, STAP 2016):

- Уровень 1: стандартный метод: глобальные данные дистанционного зондирования, геореференцированные данные, моделирование;
- Уровень 2: национальная статистика, национальные данные дистанционного зондирования;
- Уровень 3: обследования, исследования и данные о местности.

Согласно рекомендациям НБДЗ (UNCCD 2017), мониторинг и отчетность должны основываться в первую очередь на национальных данных (например, на официальных данных, отвечающих определенному стандарту, т.е. на Уровне 2 или 3). Глобальные источники данных (Уровень 1) имеют очень низкое разрешение и не подходят для многих регионов мира, например, для горных регионов, таких как Кыргызстан, с высокой неоднородностью поверхности земли. Они должны использоваться только в случае отсутствия национальных данных или в качестве дополнения к имеющимся данным. Стороны КБООН обязаны сообщать о мерах, принятых для реализации Конвенции. Процесс национальной отчетности является важнейшим инструментом, обеспечивающим эффективное планирование и осуществление необходимых мер согласно требованиям Конвенции, а также достижение стратегических целей на глобальном и национальном уровнях. Информация, содержащаяся в отчетах, имеет ценность и для других заинтересованных сторон, которые работают над реализацией КБООН на национальном и местном уровнях.

ОСНОВНЫЕ ФАКТЫ: Цели и задачи НБДЗ

- Для мониторинга и отчетности НБДЗ используются следующие три основных показателя:
 - почвенно-растительный покров;
 - Продуктивность земель (оценивается как чистая первичная продуктивность);
 - Запасы углерода в почве (оцениваются как запасы органического углерода в почве в верхнем слое до 30 см).
 - НБДЗ считается достигнутым, если никакой из трех показателей не показывает отрицательных тенденций к 2030 году по сравнению с базовым уровнем (принцип «один терпит убыток, все терпят убытки»). Базовый уровень — это исходные значения соответствующих показателей на момент времени, выбранный каждой страной.
 - Подход КБОООН к сбору данных по трем показателям подразумевает трехуровневый процесс, который предоставляет странам свободу в решении вопроса учета национальных данных:
 - Уровень 1: стандартный метод: глобальные данные дистанционного зондирования, геореференцированные данные, моделирование;
 - Уровень 2: национальная статистика, национальные данные дистанционного зондирования;
 - Уровень 3: обследования, исследования, данные о местности.
 - Предлагаемые со стороны КБОООН показатели отчетности о ходе выполнения работы и связанные с ними метрические значения также могут быть использованы для проведения мониторинга показателя ЦУР 15.3.1 “доля деградированных земель от общей площади земель”.
-

2.2 НБДЗ в Кыргызстане

В Кыргызстане множество хрупких экосистем, которые, особенно в результате антропогенного воздействия, подвержены деградации (Kyrgyz Republic 2018). Около 66% всего населения страны (примерно шесть миллионов человек), проживает в сельской местности (Kyrgyz Republic 2018). Около 54% земель страны используется для сельского хозяйства (Министерство сельского хозяйства, пищевой промышленности и мелиорации 2014 г.). В половине из них уже отмечаются различные формы деградации (Kyrgyz Republic, 2018). Особенно на пастбищах, на долю которых приходится около 45% сельскохозяйственных угодий, отмечается довольно сильная деградацию из-за чрезмерного выпаса скота (Ludi 2003; Crewett 2012; Kerven et al. 2011). Кроме того, все большее число экстремальных погодных явлений, таких как засуха в 2012 и 2014 годах, приводит к потере урожая (UPAGES Report 2016; Kyrgyz Republic 2018).

Изменения в ведении сельского и лесного хозяйства, произошедшие после распада СССР, также оказали негативное влияние на состояние земель. Структура земельного фонда резко изменилась в связи с новыми политическими, социальными и экономическими условиями, особенно с проведением аграрной и земельной реформ. По сравнению с другими странами Центральной Азии,

Кыргызстан провел наиболее радикальную реструктуризацию сельскохозяйственных предприятий, приватизацию земель и развитие индивидуального фермерства (Bloch 2002). Сельскохозяйственные земли и скот были приватизированы и распределены между населением, но была сохранена государственная собственность на леса, пастбища и воду (Bichsel et al. 2010). В результате процесса децентрализации политической и экономической систем некоторые функции по управлению земельными ресурсами были переданы сельской администрации (*Айыл Окмоту*), организованные в 1996 году. Такие преобразования могут служить препятствием для развития устойчивого землепользования, поскольку мелкие хозяйства более уязвимы к различного рода стрессам и обладают меньшей возможностью для противостояния внешним рискам.

Правительство Кыргызстана признало актуальность проблемы деградации земель для сельскохозяйственного сектора и продовольственной безопасности. В 2014 году в рамках КБООН, Кыргызстан принял национальный план действий и в 2017 году сформулировал национальные цели в области НБДЗ. Министерство сельского хозяйства, пищевой промышленности и мелиорации Кыргызской Республики (МСХППиМ) является координационным органом (фокал поинт), ответственным за реализацию мониторинга и представления отчетности по НБДЗ. Первый процесс отчетности был организован в 2018 году. При подготовке первого отчета важная роль была отведена межведомственной рабочей группе экспертов. Основная задача данной рабочей группы заключалась в проведении оценки возможности расчета показателей на национальном уровне, а также в разработке методологической основы для расчета этих показателей. Рабочая группа также занималась вопросом составления отчетности по НБДЗ. В первом отчете были отмечены особенности сбора национальных данных и разработки индикаторов по НБДЗ на основе этих национальных данных. Кроме того, рабочая группа проверила применимость глобальных данных КБООН для использования расчета национальных показателей (Страновой отчет Кыргызстана по НБДЗ за 2018 год). Результаты этой работы обобщены в следующих подразделах.

2.2.1 Национальные данные для разработки показателей почвенного покрова

Для определения показателя почвенного покрова использовались данные Государственного агентства по земельным ресурсам (земельного кадастра). За сбор количественных данных отвечает Государственное учреждение «Кадастр». Данные собираются согласно государственной административной форме отчетности о наличии земельных участков в Кыргызской Республике и их распределении по категориям, собственникам, землепользователям и участкам.

Для лесных территорий можно использовать соответствующие данные Национальной инвентаризации лесов (НИЛ). НИЛ является одним из двух уровней системы учета лесов, которая проводится во всех лесах, независимо от форм собственности и ведомственной принадлежности. Результаты НИЛ используются в политических или законодательных целях. Инвентаризация проводится по мере необходимости. В рамках первой НИЛ, поддержанной со стороны ФАО и проведенной в 2008-2010-х годах, в полевых условиях заложена сеть трактов (пробных площадей), подлежащих периодической актуализации с использованием инструментальных методов оценки. В 2017 году при поддержке Всемирного банка начато проведение второй НИЛ, которая будет сопровождаться полевыми исследованиями и использованием методов дистанционного зондирования земли (космические снимки).

При разработке первого отчета по НБДЗ была выявлена небольшая разница при сравнении глобальных данных о почвенном покрове с национальными данными за 2010 год, обусловленная

различиями в национальных и международных методологиях, то есть использованием различных систем категорий типов земель. Рабочая группа по НБДЗ пришла к выводу, что эта проблема может быть решена путем дезагрегирования национальных данных и приведения их в соответствие с международными стандартами, и поэтому глобальные данные КБОООН применимы к национальному показателю изменения почвенного покрова (Страновой отчет КР по НБДЗ за 2018 год).

2.2.2 Национальные данные для разработки показателей продуктивности земель

На национальном уровне единого показателя продуктивности земель не имеется. Однако в национальной системе статистической отчетности имеется ряд сопутствующих показателей, которые также могут указывать на тенденции в отношении продуктивности земель. Следующие показатели определяют тенденции продуктивности по видам землепользования: продуктивность пастбищ, продуктивность сельского хозяйства и продуктивность лесов.

Данные о продуктивности пастбищ можно получить из геоботанических наблюдений, проводимых ежегодно Кыргызским государственным проектным институтом землеустройства (Кыргызгипроземом). Данные собраны в рамках геоботанической съемки на всей территории страны, охватывающей наиболее распространенные типы пастбищ. Однако в последнее время число таких наблюдений сокращается и проводится на выборочной основе; после проведения пастбищной реформы в 2009 году, когда была введена общинная система управления пастбищами, где обязанность за проведение мониторинга пастбищ была возложена на пастбищные комитеты (ПК). ПК собирают информацию, в частности, о территории пастбищ и ее состоянии (включая качественную оценку пастбищ). Районные управления аграрного развития (РУАР) играют важную роль в формировании данных, полученных со стороны ПК и их передаче в Департамент пастбищ МСХППиМ путем обработки данных на онлайн-портале министерства. Операторы баз данных по пастбищам в МСХППиМ проверяют полученные данные и составляют районные, региональные и национальные отчеты. В результате, на основе этих данных проводится ежегодный анализ, например, анализ динамики деградации пастбищ.

Проводится мониторинг сельскохозяйственной производительности на национальном уровне посредством определения урожайности культур по всей стране. Первичные данные собираются на районном уровне, а затем агрегируются на региональном и национальном уровнях. Нацстатком осуществляет ежегодный сбор данных. Сбор данных лесов осуществляется в рамках Национальной инвентаризации лесов и лесоустройства. Лесоустройство определяет нужды оперативного хозяйственного планирования на уровне лесхозов (разработка планов управления) и проводится один раз в 10 лет. Лесоустройство финансируется из государственного бюджета и осуществляется со стороны ГАООСЛХ.

2.2.3 Национальные данные по разработке показателей почвенного органического углерода

Из трех показателей НБДЗ, оценка и мониторинг запасов углерода является самой проблематичной, поскольку в стране отсутствует функциональная система сбора и обработки данных ПОУ. В настоящее время расчет ПОУ основывается на лабораторном анализе гумуса с применением коэффициента 1,7, который проводит Республиканская почвенно-агрохимическая станция (РПАС), подведомственная Кыргызгипрозему. Однако этот способ получения данных о ПОУ используется, в основном, для расчета ПОУ на орошаемых пахотных землях, поскольку они всегда представляли экономический интерес. Именно поэтому с 1994 года наблюдения за почвой проводились, в основном, на этом типе земель. В первом отчете по НБДЗ был представлен вывод о том, что при

отсутствии национальных данных о ПОУ, могут быть использованы картографические материалы КБОООН (на глобальном уровне) для определения содержания ПОУ (Kyrgyz Republic 2018). Этот вывод основан на сравнении имеющихся национальных данных по нескольким районам, которые были выбраны в качестве основных точек деградации, с глобальными данными КБОООН. Наблюдения за почвой в Кыргызстане проводятся на выборочной основе и преследуют различные цели. Официально существует два основных направления сбора и обработки данных о почвах в Кыргызстане выполняемых Кыргызгипроземом:

1) *Крупномасштабный мониторинг почв для экономической оценки (на национальном уровне)*. Эта информация необходима для качественной оценки земель и доводится до сведения государственного кадастра. Существует два вида кадастровой оценки: качественная и количественная. Количественная оценка – это количество земельных участков различных типов (в га). Качественная оценка – это бонитировка почв. В конечном счете, бонитировка почвы необходима для экономической оценки земли и ее потенциала: определение того, сколько урожая можно получить на этой земле. Эта информация также может быть использована для налогообложения земли, купли-продажи земли и т. д.

Такие наблюдения за почвой проводятся каждые 15-20 лет. Наблюдения проводятся по всем районам. Всего в Кыргызстане насчитывается 40 районов, в среднем в год, РПАС может проводить работу в одном районе. Если район большой, то в одном районе работа может длиться в течение двух лет, а если район меньше – то работа проводится в двух районах один год. Наблюдения за почвой в районах проводятся по очереди. В каждом районе есть несколько сельских округов. Наблюдения за почвой проводятся в каждом сельском округе на площади в 115 га, для чего используется один почвенный профиль/разрез (глубиной 2 м) и четыре полуотверстия (глубиной 1 м) на 23 га. РПАС берет один образец почвы из почвенного профиля. Повторные пробы не отбираются, равно как и не принимается во внимание мелкомасштабная неоднородность почв. Полуотверстия необходимы для проверки типа грунта, интрузий и других характеристик почвы. Наблюдения включают в себя химический анализ 12 различных параметров: например, засоление почвы, содержание питательных элементов, гумуса.

РПАС проводит крупномасштабные наблюдения за почвой с 1968 года. За этот период были проведены три раунда наблюдений за почвой на национальном уровне (1968-75 гг., 1975-85 гг., 1985-1994 гг.). В настоящее время РПАС проводит корректировку данных наблюдений за почвой за прошлые годы. Для мониторинга динамики используются архивные данные. Например, после аграрной реформы 1991 года отчетливо прослеживается снижение содержания гумуса в почвах на 10-15%.

На основании наблюдаемых изменений, вручную изготавливается новый картографический материал (аналоговые карты), а ГИС-данные отсутствуют. Карты выпускаются в трех экземплярах: основную карту получают местные органы власти, еще один экземпляр хранится в Кыргызгипроземе, а третий экземпляр передается районному земельному кадастру. РПАС представляет рекомендации местным органам власти на основе наблюдаемых изменений, например, что можно сделать для повышения плодородия почвы. Однако нет никакой информации о том, как местные органы власти используют полученные данные и рекомендации. Каждую весну, начиная с 2015 года, РПАС проводит региональные семинары по практике использования почв и мерам по улучшению качества почв. РПАС предоставляет МСХППиМ информацию о процентной доле деградированных, каменистых или засоленных земель в Кыргызстане, которая затем используется для национальной отчетности. По мнению экспертов РПАС, эффективность таких крупномасштабных наблюдений за почвой, снижается. Можно было бы по-прежнему проводить

мониторинг почвы, но сосредоточиться скорее всего на более детальном (агрохимическом) анализе почвы.

2) *Агрохимические почвенные обследования* проводятся с целью обеспечения разумного применения удобрений для получения более устойчивых и запланированных урожаев. До начала 1990-х годов существовала государственная программа, в рамках которой все хозяйства (пашни) проверялись на состояние почв (агрохимические характеристики) и на их основе составлялась агрохимическая карта, опираясь на которую можно было принимать решения по использованию органоминеральных удобрений. С проведением земельной реформы и последующей приватизацией земли, интерес к ней пропал. В результате, больше не проводились агрохимические наблюдения за почвой. Только с 2012 года агрохимические наблюдения за почвой начали возобновляться, потому что фермеры начали проявлять интерес к качеству и анализу почвы. С каждым годом спрос на такой анализ растет. Однако необходимые для анализа доступные ГИС-данные отсутствуют.

ОСНОВНЫЕ ФАКТЫ: НБДЗ в Кыргызстане

- Продолжающаяся деградация земель представляет собой серьезную угрозу для сельскохозяйственного сектора страны.
- В 2017 году в рамках КБОООН Кыргызстан сформулировал национальные цели в области НБДЗ.
- Министерство сельского хозяйства, пищевой промышленности и мелиорации Кыргызской Республики (МСХППиМ) является координационным органом, ответственным за проведение мониторинга и составления отчетности по НБДЗ.
- При подготовке первого отчета (в 2018 году) важная роль была отведена межведомственной рабочей группе экспертов. В первом отчете были отмечены основные особенности сбора национальных данных и расчета показателей НБДЗ на основе этих национальных данных. В следующей таблице отражена текущая организационная структура оценки и мониторинга НБДЗ в Кыргызстане (страновой отчет Кыргызстана по НБДЗ, 2018 г.)

Оценка и мониторинг НБДЗ в Кыргызстане		
Показатель почвенно-растительного покрова 1) Данные земельного кадастра в соответствии с требованиями национальной отчетности (Государственное учреждение «Кадастр» → НСК) 2) Данные по лесным территориям, взятые из НИЛ (ГАООСЛХ)	Индикатор продуктивности земель Для измерения продуктивности земель используются следующие национальные показатели: 1) Производительность пастбищ-Геоботанические обследования на национальном уровне (РПАС, Кыргызгипрозем) 2) Производительность сельского хозяйства – ежегодный сбор данных для сельскохозяйственной статистической отчетности (НСК) 3) Продуктивность лесов – сбор данных в рамках инвентаризации лесов (ГАООСЛХ)	Индикатор ПОУ Расчет ПОУ на основе лабораторного анализа гумуса с применением коэффициента 1,7 (РПАС, Кыргызгипрозем) использование данных КБОООН (Уровень 1)

2.3 Индикатор почвенного органического углерода (ПОУ)

Определение и значимость почвенного органического углерода

Углерод в почвах имеется в двух формах. Первая форма – неорганический углерод – который в основном имеется в карбонатах и поступает в почву литогенно или педогенно. Вторая форма – **органический почвенный углерод (ПОУ)** – который происходит из мертвой биомассы и экскрементов и состоит из растительного, грибкового и животного материала. Он также может быть внесен в почву антропогенно, например, в виде удобрений. ПОУ количественно является наиболее важным элементом гумуса и составляет до 58% в минеральных почвах (Blume et al. 2010). Следовательно, ПОУ измеряется по умолчанию, например, для глобальной отчетности в качестве косвенного показателя содержания гумуса и рассчитывается по следующей формуле (Eckelmann et al. 2005):

$$\text{содержание гумуса (\% на массу)} = 1.72 * \text{ПОУ (\% на массу)} \quad (1)$$

Органический исходный материал подвержен различным процессам разложения, в ходе которых он разрушается, минерализуется и перерабатывается в более глубокие слои организмами, находящимися в почве. Некоторые из них затем могут быть стабилизированы в почве. Подстилочные материалы остаются в почве лишь на короткое время. Более сильно преобразованные гуминовые вещества имеют более продолжительное время пребывания, поскольку они присутствуют в более стабильной форме в органоминеральных соединениях, например, глинисто-гумусовых комплексах и частично защищены от быстрого разложения.

В конце углеродного цикла, ПОУ возвращается в атмосферу в виде углекислого газа (CO₂) или метана (CH₄) через гетеротрофное почвенное дыхание организмов, находящихся в почве, в зависимости от окислительных или восстановительных условий. Дополнительные потери могут быть вызваны выщелачиванием растворенного углерода или ветровой и водной эрозией. В ненарушенном углеродном цикле устанавливается баланс между поступлением и понижением ПОУ, что приводит к относительно неизменным уровням.

Гумус имеет большое значение для здоровья и разнообразия почвы, урожайности и климата. Органический материал состоит из молекулярных соединений с большой площадью поверхности и множеством гидрофильных и гидрофобных мест связывания, что приводит к высокому потенциалу обмена катионами и позволяет питательным веществам хорошо связываться, тем самым повышается плодородие почвы. Неорганические и органические загрязнители также могут хорошо связываться, препятствуя их перемещению в более глубокие слои и в подземные воды. Гумус обладает высокой водоудерживающей способностью. Следовательно, он значительно повышает буферную способность почвы противодействовать экстремальным воздействиям окружающей среды, таких как загрязнение почвы тяжелыми металлами или длительная засуха. Кроме того, через формирование микроструктуры и агрегацию, гумус способствует установлению стабильной структуры почвы, особенно в верхнем слое почвы, что уменьшает потери почвы из-за эрозии. Темный цвет гумуса, который имеет низкое альбедо (отражение излучения), улучшает тепловой баланс почвы. Следовательно, почва с высоким содержанием гумуса может хорошо поглощать тепло. Кроме того, высокое содержание гумуса служит прямым источником питательных веществ для флоры и фауны и показателем плодородия почвы.

Благодаря высокому накоплению углерода, поддержание или накопление высокого содержания гумуса или торфа может помочь стабилизировать глобальный климат за счет сокращения выбросов CO₂ в атмосферу. Следовательно, ПОУ становится глобальным индикатором в отчетах КБОООН по климатическим вопросам и Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК).

ОСНОВНЫЕ ФАКТЫ: Определение и значимость органического почвенного углерода

- Почвенный органический углерод (ПОУ) происходит из мертвой биомассы и экскрементов, состоящих из растительного, грибкового и животного материала.
 - ПОУ является количественно наиболее важным элементом гумуса и составляет до 58% в минеральных почвах.
 - Гумус имеет большое значение для здоровья и разнообразия почв, урожайности и климата.
-

Факторы влияния на почвенный органический углерод

Многочисленные исследования доказали, что **почвенно-растительный покров** и землепользование являются одними из основных факторов, влияющих на ПОУ_{запас} в пахотном слое (Lal 2004; Wiesmeier et al. 2011; Wang et al. 2012; Adhikari et al. 2014; De Brogniez et al. 2015; Jacobs et al. 2018). Например, лесные и травяные участки, как правило, сохраняют больше ПОУ, чем посевные участки (Wang et al. 2012; Dorji et al. 2014), что связано с более высоким поступлением органической биомассы и зачастую с более лучшим распределением материала за счет более плотного укоренения и более высокой почвенной активности в лесных и пастбищных почвах. На пахотных землях поступление биомассы сильно снижается из-за уборки урожая, что приводит к уменьшению ПОУ_{запас}. Интенсивная обработка почвы, особенно путем её переворачивания, приводящая к разрушению почвенных агрегатов и увеличению подачи кислорода, может высвободить уже стабилизированный ПОУ для разложения. Обработка почвы и отсутствие растительного покрова на пахотных землях также могут привести к потерям ПОУ из-за увеличения подачи кислорода или ветровой и водной эрозии. Изменения в землепользовании, такие как расчистка лесов для сельскохозяйственного использования или трансформирование пастбищ, или степей в пахотные земли, могут изменить баланс накопления и разложения гумуса.

Климатические условия также имеют большое значение. Солнечная радиация, температура, условия выпадения осадков и связанные с ними эвапотранспирация в значительной степени определяют распределение растительности в нетронутых человеком ландшафтах и, следовательно, определяют поступление органического материала в почву и его качество. Исследования показывают линейную отрицательную корреляцию между повышением температуры и уменьшением ПОУ_{запас}. При повышенной температуре почвы микробная активность возрастает, как и связанная с ней скорость разложения гумуса (Schimel et al. 1994; Doblas-Miranda et al. 2013; Zhao et al. 2017). Что касается осадков, то исследования показали их положительную корреляцию с ПОУ_{запас} (Doblas-Miranda et al. 2013; Jacobs et al. 2018), что частично объясняется увеличением растительного покрова за счет увеличения запасов воды. Высокие уровни осадков в сочетании с заболоченными почвами

или высоким уровнем грунтовых вод вызывают высокую влажность почвы. Во многих исследованиях отмечается, что влажность почвы оказывает положительное влияние на ПОУ_{запас} (Post and Kwon 2000; Jacobs et al. 2018), поскольку в анаэробных условиях разложение происходит медленнее из-за снижения микробной активности. Таким образом, доступность кислорода является еще одним фактором влияния.

Не только количество ПОУ_{запас}, но и **химический состав исходных материалов** существенно определяет скорость их разложения (Schimel et al. 1994; Blume et al. 2010). Некоторые макромолекулярные компоненты растений или микроорганизмов, такие как лигнин или воск, имеют структуры, которые трудно разрушаются и плохо разлагаются и приводят к накоплению ПОУ в почве.

Кроме того, **значение pH** (кислотности) оказывает влияние на ПОУ. Оно определяет доступность питательных веществ и влияет на формирование новых минералов и почвенных структур, гумификацию и вытеснение глины. Растения и микроорганизмы имеют различные оптимальные диапазоны pH. Например, очень высокое или низкое значение pH может ингибировать микробную активность и приводить к снижению разложения и повышению содержания ПОУ_{запас}. В то же время, рост растений в этих условиях может быть подавлен.

Еще одним фактором влияния является **текстура почвы**. Существует хорошо известная тесная положительная корреляция между содержанием глины и ПОУ_{запас} (Schimel et al. 1994; Lal 2004; Blume 2010; Jacobs et al. 2018). Как и повышающееся значение pH, глина оказывает сильное влияние на структуру почвы и способствует образованию агрегатов. Глинисто-гумусовые комплексы стабилизируют ПОУ. Кроме того, водонасыщение, вызывающее анаэробные процессы, чаще встречается в глинистых почвах из-за более высокой доли мелких пор и, следовательно, более высоких ПОУ_{запас}.

В горной местности **топография** также оказывает значительное влияние на ПОУ. Горные ландшафты часто характеризуются сильной неоднородностью с высокой изменчивостью содержания крупнозернистых почв, исходных субстратов и микроклимата, что может привести к столь же неоднородному распределению ПОУ. Кроме того, для горной местности характерны высокие темпы эрозии, которые влияют на верхний слой почвы. Положение склона, крутизна наклона склона и форма склона также могут иметь небольшие эффекты. В более широком масштабе высота является сильным фактором влияния. При проведении множества исследований, была обнаружена положительная корреляция между высотой и ПОУ_{запас} (Dai and Huang 2006; Griffiths et al. 2009; Wang et al. 2012; Dieleman et al. 2013; Doblas-Miranda et al. 2013; Prietzel and Christophel 2014; Dorji et al. 2014; Tashi et al. 2016; Simon et al. 2018). Увеличение ПОУ_{запас} в первую очередь вызывается снижением температуры с повышением высоты над уровнем моря и, следовательно, обладает меньшей микробной активностью (Garten et al. 1998; Dai and Huang 2006; Leifeld et al. 2009; Dieleman et al. 2013; Dorji et al. 2014; Tashi et al. 2016). Экспозиция также играет значительную роль. Зачастую, более высокие северные склоны имеют более высокое накопление ПОУ, чем южные склоны, из-за их более низкой подверженности освещению солнечным лучам и более низкой эвапотранспирации (рис.1), что описано во многих исследованиях (Garcia-Pausa et al. 2007; Dorji et al. 2014).

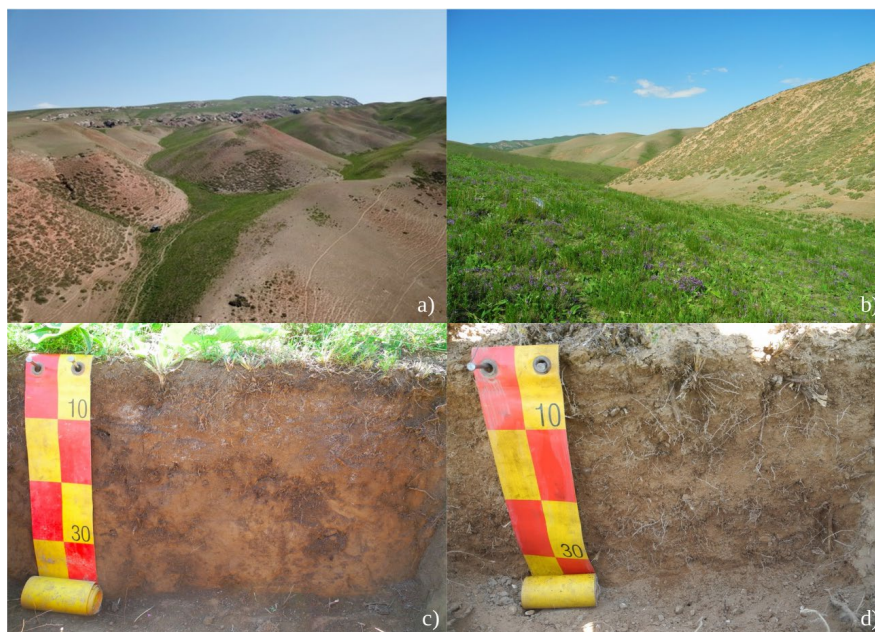


Рисунок 1: Расположение пастбищного участка в Кыргызстане с густой растительностью на северном склоне и редкой растительностью на южном склоне, а) сверху, б) на площади, в) разрез почвы на северном склоне, г) разрез почвы на южном склоне

ОСНОВНЫЕ ФАКТЫ: Факторы влияния на почвенный органический углерод

Основными факторами, влияющими на запасы органического углерода в почве, являются почвенно-растительный покров, землепользование, климатические условия, химический состав исходного материала, величина pH, текстура почвы и рельеф.

Подсчет почвенного органического углерода

ПОУ_{запас} рассчитывается путем умножения содержания мелкого грунта в тоннах на гектар на измеренное содержание ПОУ (Wolff and Riek 2006; Jacobs et al. 2018).

Содержание мелких частиц почвы – это масса мелкозернистой почвы (частицы почвы < 2 мм) на определенном участке территориальной зоны и определенной глубине (Jacobs et al. 2018).

Для расчета мелкозернистого грунта необходимо определить объемную плотность (ОП) и измеренное или оцененное содержание крупнозернистых частиц почвы (Wolff and Riek 2006; Jacobs et al. 2018). **Содержание крупнозернистых частиц почвы** включает все почвенные фракции ≥ 2 мм. Оно может быть определено в процентах по площади, например, с помощью визуальной оценки по разрезу почвы или путем отбора проб; или может быть определено в процентах по объему, которые выводятся из измеренных и оцененных значений содержания крупнозернистых частиц почвы и коэффициента пересчета 0,66 Wolff and Riek 2006; Jacobs et al. 2018). При определении ПОУ_{запас} условно предполагается, что ПОУ в крупнозернистой почве не хранится (Jacobs et al. 2018).

Параметр плотности почвы **ОП**, представляет собой массу ненарушенного образца почвы, высушенного при температуре 105 °С, по отношению к его объему (GAFA – Gutachterausschuss Forstliche Analytik 2009). Его определение может быть неверным в почвах с высоким содержанием крупнозернистого грунта или глубоким проникновением корней растений в почву (рис. 2 и 3). Чтобы свести к минимуму эти ошибки, только ОП мелкозернистой почвы (ОП_{мелкого грунта}) должен быть определен путем вычитания содержания крупнозернистого грунта и массы корней из ОП всей почвы (Wolff and Riek 2006). Если очень высокое содержание крупнозернистого грунта препятствует любому измерению ОП, то можно использовать функции педотрансфера. Примером может служить функция по Renger et al. (2009), здесь ОП зависит от содержания гумуса и содержания мелкозема в почве (Wolff and Riek 2006; Jacobs et al. 2018). Однако, функции педотрансфера, как правило, сопряжены с высокими ошибками и, есть вероятность, переоценить ОП до 25% (Wolff and Riek 2006).



Рисунок 2: Высокое содержание крупнозернистого грунта в почвах Кыргызстана

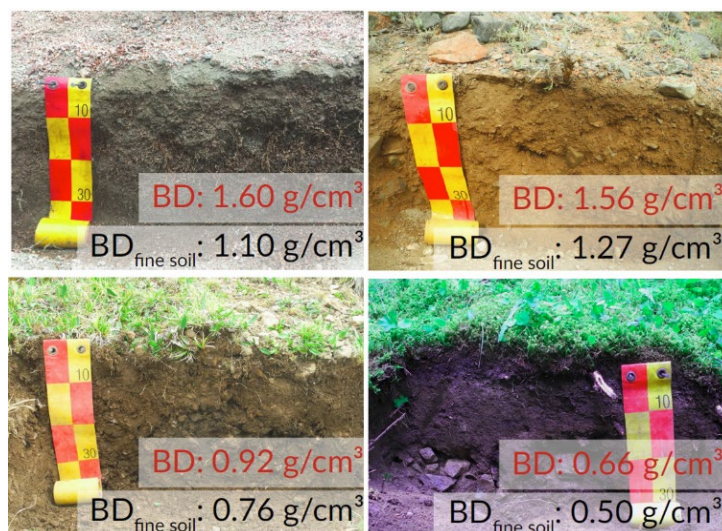


Рисунок 3: Сравнение объемной плотности и объемной плотности мелкозема в почвах Кыргызстана

ОСНОВНЫЕ ФАКТЫ: Подсчет почвенного органического углерода

- $ПОУ_{\text{запас}}$ рассчитывается путем умножения содержания мелких частиц почвы (частицы почвы < 2 мм) в тоннах на гектар на измеренное содержание $ПОУ$.
- Содержание мелких частиц почвы – это масса мелкозернистой почвы на определенном участке территориальной зоны и определенной глубине.
- Для подсчета мелкозернистой почвы необходимо определить объемную плотность мелкозернистой почвы ($ОП_{\text{мелкого грунта}}$), измеренное или оцененное содержание крупнозернистых частиц почвы и массу корней.
- Содержание крупнозернистых частиц почвы включает все почвенные фракции ≥ 2 мм.
- Как правило, предполагается, что $ПОУ$ не сохраняется в крупнозернистой почве.
- Живой корневой материал не входит в состав $ПОУ_{\text{запас}}$.
- $ОП_{\text{мелкого грунта}}$ – это масса (ненарушенного) образца почвы, высушенного при температуре 105 °C, по отношению к его объему после вычитания содержания крупнозернистых частиц почвы и массы корней.

$$SOC [t/ha] = \text{stock}_{\text{fine soil}} (< 2 \text{ mm}) [t/ha] \times SOC_{\text{concentration}} [g/kg]$$

Bulk density of the fine soil ($BD_{\text{fine soil}}$)

Root mass

Coarse-grained soil (> 2 mm)

$ПОУ$ (т/га), Запас мелкого грунта, $ПОУ$ концентрация (г/кг)

Объемная плотность мелкого грунта ($ОП_{\text{мелкого грунта}}$), Корневая масса, Крупнозернистая почва (> 2 мм)

Глава 3. Методология учета запасов органического углерода в почвах Кыргызстана

Проводимые исследования гумуса в Кыргызстане не обеспечивают достоверными данными для составления отчета по НБДЗ. Основной причиной этого является недостаточная репрезентативность исследований из-за пространственной неоднородности или отсутствия информации о неопределенностях. Кроме того, параметры, важные для расчета ПОУ_{запас}, ОП_{мелкого грунта}, содержания крупнозернистых частиц почвы и корневой массы не включены в исследованиях, поэтому невозможно провести подсчеты ПОУ_{запас}. Предлагаемая проектом методология даст возможность определить ПОУ_{запас} по всей территории Кыргызстана. Она основана на предположении, что аналогичные запасы можно ожидать от сопоставимых комбинаций условий участка, которые влияют на ПОУ_{запас}.

Для учета изменчивости, присущей пространственному распределению ПОУ, были определены репрезентативные участки отдельных территорий, а для этого в свою очередь, были определены соответствующие факторы, влияющие на ПОУ_{запас}. Кроме того, на выбор этих участков также повлияла доступность данных. В качестве подходящих для Кыргызстана были выбраны параметры **почвенного покрова, высоты над уровнем моря и климата** (сумма годовых осадков и среднегодовая температура). Рассматривалось также использование данных о типе почв согласно Мамытову (Gottschling 2006). Традиционная кыргызская классификация типов почв дифференцируется на верхних уровнях иерархии в соответствии с географическими аспектами и аспектами землепользования, и тем самым, создается избыток данных для уже выбранных параметров высоты и почвенного покрова. Соответствующие влияющие переменные, такие как текстура и исходный субстрат, согласно Мамытову, не учитываются в имеющихся данных о почвах.

В последующем, были определены репрезентативные участки для Кыргызстана. Каждый участок определялся на основе комбинации классифицированных влияющих переменных **климата, почвенного покрова и высоты над уровнем моря**. На каждом репрезентативном участке отбирались конкретные места для проведения полевых исследований в тройном повторении и взяты пробы для расчета запасов ПОУ_{запас}. Данные ПОУ могут быть использованы для моделирования с целью прогнозирования ПОУ на необследованных территориях с сопоставимыми факторами воздействия на окружающую среду.

ОСНОВНЫЕ ФАКТЫ: Методология учета запасов органического углерода в почвах Кыргызстана

- Текущие исследования гумуса кыргызских ученых не обеспечивают основу для ведения отчетности по НБДЗ, поскольку они не учитывают неоднородность внутри площадей, а отобранные площади не являются репрезентативными для всего Кыргызстана. Исходные данные также отсутствуют. Кроме того, нет данных об объемных плотностях мелкозернистой почвы, содержании крупнозернистых частиц почвы и корневой массе. В связи с чем, невозможно провести расчет $ПОУ_{запас}$.
 - Цель разработанной методологии заключается в определении $ПОУ_{запас}$ для Кыргызстана.
 - В качестве первого шага были определены репрезентативные участки:
 - Эти репрезентативные участки основаны на основных факторах, влияющих на $ПОУ_{запас}$, которые подкрепляются имеющимися данными;
 - В качестве соответствующих влияющих факторов были определены высота, температура и почвенно-растительный покров;
 - Для каждого репрезентативного участка были выбраны три места для проведения обследований и взяты пробы, по которым были рассчитаны $ПОУ_{запас}$.
-

3.1 Определение репрезентативных участков

Анализ репрезентативных участков отобранных территорий проводился с использованием *ArcGIS* (*esri*, версия 10.5.1). Данные о почвенном покрове, высоте и осадках были взяты из глобальных и обобщенных наборов данных. Для определения **репрезентативных участков**, три набора данных были переведены в одно и то же пространственное разрешение, а затем классифицированы. Классификация была основана на компромиссе между учетом неоднородности $ПОУ_{запас}$ и количеством репрезентативных участков. Впоследствии классифицированные наборы данных были наложены на одну сетку. Объединенный растр теперь содержит соответствующую информацию о трех влияющих факторах на пиксель.

Что касается **почвенного покрова**, то были использованы глобальные данные, предоставленные КБОООН для шести основных классов, встречающихся в Кыргызстане, с пространственным разрешением 300 м (рис. 4). Некоторые классы земель были исключены из отбора. По вопросам НБДЗ необходимо отчитываться только по наземным $ПОУ_{запас}$, по этой причине, класс «водоемы» не был использован. Для исключенного класса «искусственные поверхности», где можно предположить, что уровень $ПОУ_{запас}$ очень низкий, репрезентативная выборка, например, «герметически закрытые поверхности», не могут быть реализованы в рамках проекта. Класс «прочая земля» включает каменистые или покрытые льдом поверхности, который также был исключен.

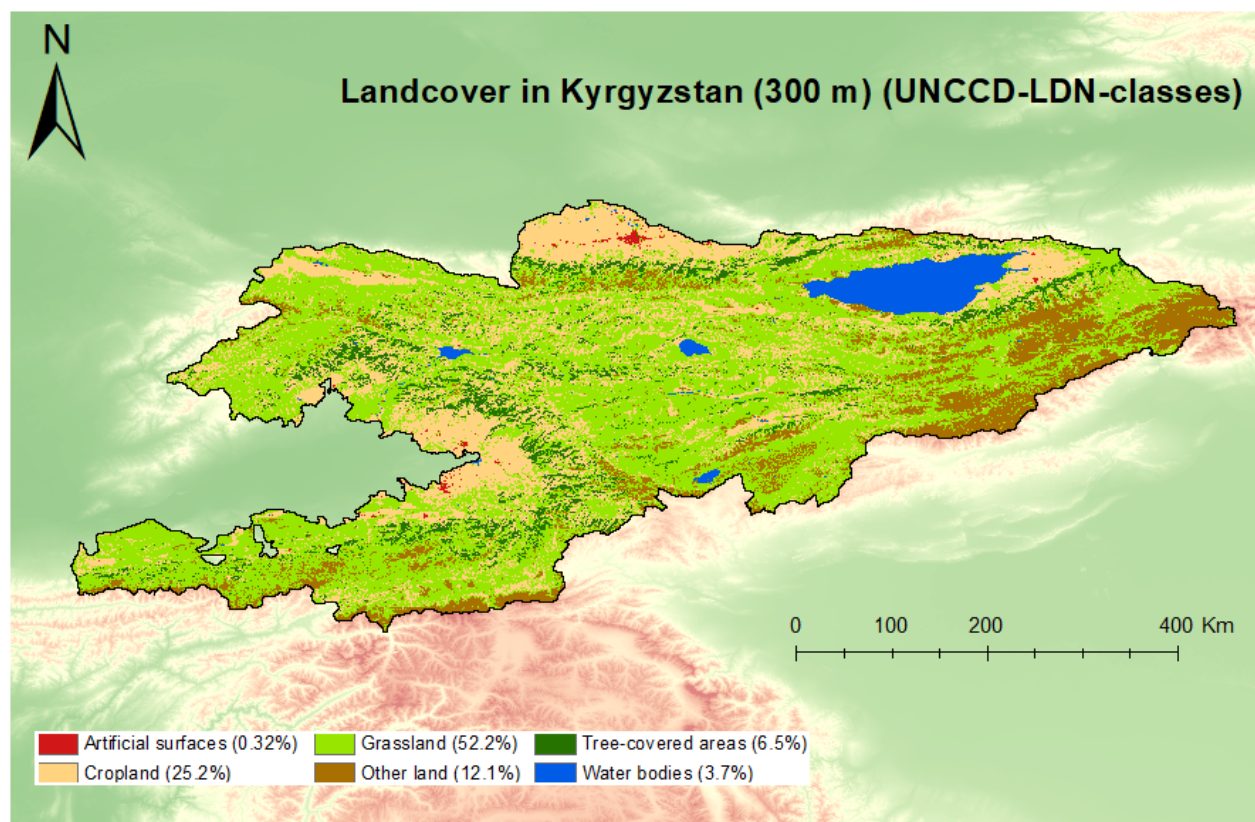


Рисунок 4: Основные классы почвенного покрова Кыргызстана в разрешении 300 м (собственная презентация, данные: КБОООН 2018 г.)

Для определения **классов высот** (над уровнем моря) использовалась глобальная цифровая модель рельефа с пространственным разрешением 90 м (рис. 5). Данные были получены в ходе миссии Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) НАСА в 2000 году и обработаны консорциумом по пространственной информации (CGIAR-CSI, Consortium for Spatial Information 2019). Затем растровые данные были перенесены в пространственное разрешение 300 м и проекцию WGS 1984 в соответствии с данными класса почвенного покрова КБОООН. Что касается классификации, то восемь равноудаленных классов высот от <1000 м до > 4000 м были выбраны с шагом в 500 м (табл. 1). Предполагалось, что ПОУ_{запас} существенно не изменяется в пределах высоты 500 м, так как они хорошо охватывают вегетационные зоны, тесно связанные с ПОУ.

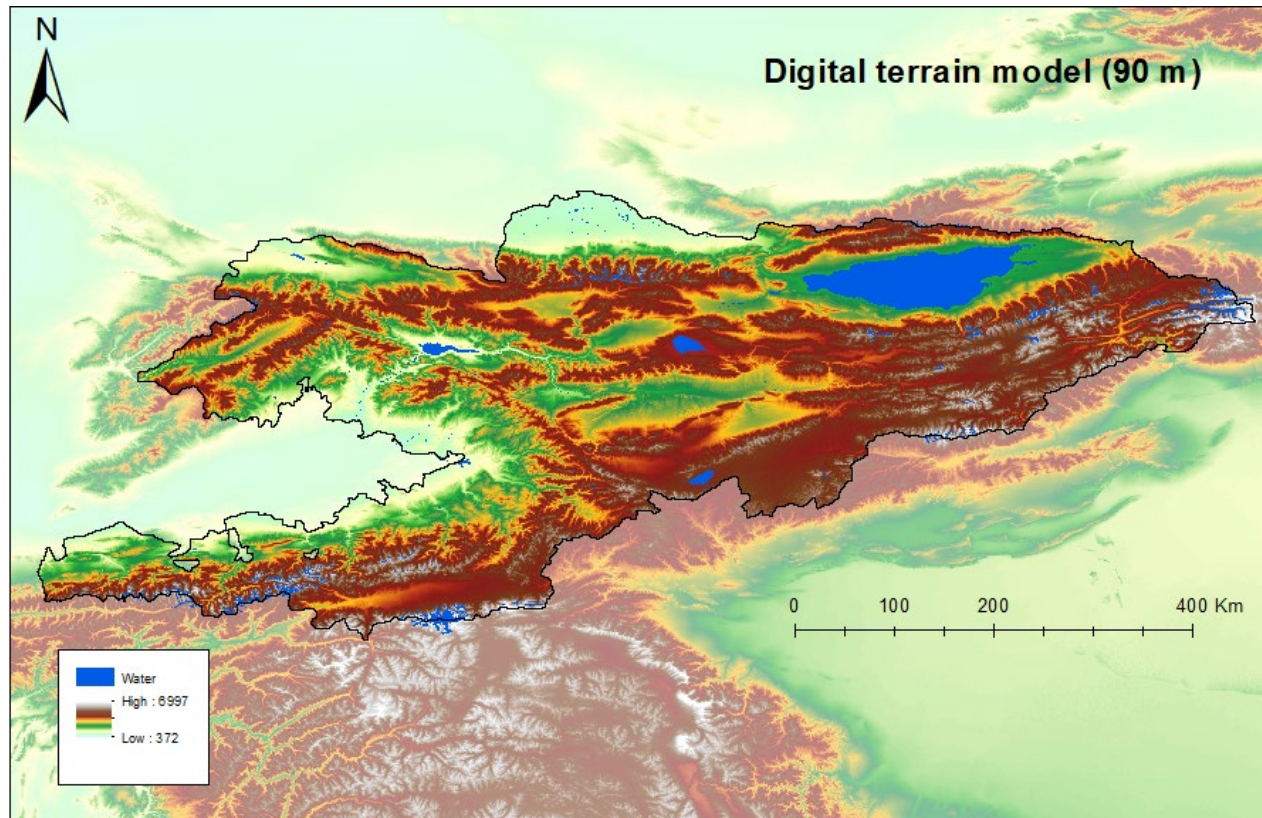
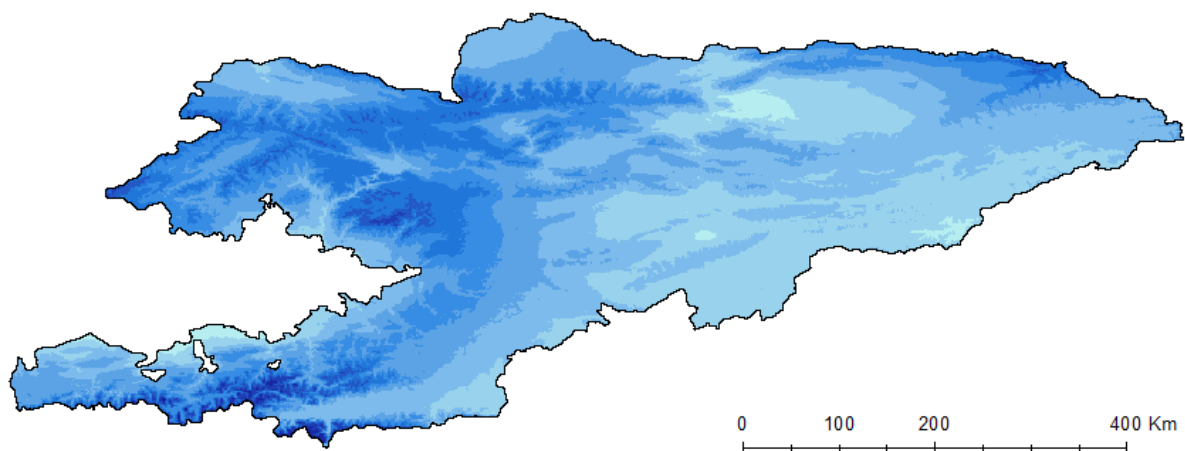


Рисунок 5: Цифровая модель рельефа в разрешении 90 м (собственная презентация, данные: NASA-SRTM, Consortium for Spatial Information 2019)

Далее были использованы **данные об осадках и температуре** из набора данных WorldClim Version2 (Fick and Hijmans 2017). Данные средней температуры показали о наличии тесной корреляции с данными о высотах точек рельефа местности, другими словами, они уже были охвачены классами высот (над уровнем моря). Таким образом, в качестве исходных климатических данных использовались только данные об осадках (рис. 6), которые основывались на данных 13 763 метеостанций и состояли из среднемесячных значений в формате сетки за период с 1970 по 2000 годы в различных разрешениях (Fick and Hijmans 2017). Максимально возможное разрешение в 1 км было выбрано, а затем преобразовано в 300 м. Для получения среднегодовых сумм осадков за указанный период, месячные значения были суммированы с годовыми значениями, которые были разделены на три класса (табл. 1). В этом случае, отбор производился также в первую очередь для обеспечения репрезентативности.



Average annual precipitation in Kyrgyzstan (300 m)



Annual precipitation in mm

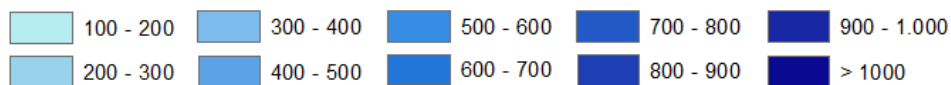


Рисунок 6: Среднегодовое количество осадков (мм) в Кыргызстане
(собственная презентация, данные: Fick and Hijmans 2017)

Таблица 1: Классифицированные параметры

Класс почвенного покрова	Класс высоты [м]	Класс осадков [мм/г]
Участки покрытые лесом	< 1,000	< 300
Пастбища	1,000 – 1,500	300 – 600
Пахотные земли	1,500 – 2,000	> 600
Искусственные поверхности	2,000 – 2,500	
Прочая земля	2,500 – 3,000	
Водоемы	3,000 – 3,500	
	3,500 – 4,000	
	> 4,000 m	

После наложения трех классифицированных наборов данных были рассчитаны процентные доли площадей соответствующих комбинаций репрезентативных участков и выбраны все комбинации с процентным содержанием площадей $> 1\%$. Они охватили большую часть земельных участков, где содержится 80,62% ПОУ и сформировали выборку репрезентативных участков территориальных зон, наиболее распространенных в Кыргызстане (табл. 2).

Из каждого участка были отобраны наиболее крупные и когерентные/целостные места. До полевого обследования была проведена валидация классификации почвенного покрова с помощью изображений высокого разрешения из *Google Earth Pro*. Затем из каждой территориальной зоны были отобраны как минимум три более крупных участка, пригодных для отбора проб. Расположение точек отбора проб показано на рис. 19 в приложении А.

Таблица 2: Репрезентативные участки

Класс почвенного покрова	Класс высоты [м]	Класс осадков [мм/г]	Доля поверхности суши [%]
Пастбище	3,000 – 3,500	300 – 600	8.05
Пастбище	2,500 – 3,000	300 – 600	7.23
Пастбище	2,000 – 2,500	300 – 600	6.94
Пастбище	1,500 – 2,000	300 – 600	5.92
Пастбище	3,500 – 4,000	300 – 600	5.80
Пахотная земля	$< 1,000$	300 – 600	4.53
Пахотная земля	1,000 – 1,500	300 – 600	4.32
Пастбище	3,500 – 4,000	< 300	4.19
Пахотная земля	3,000 – 3,500	300 – 600	3.98
Пахотная земля	1,500 – 2,000	300 – 600	3.62
Пастбище	1,000 – 1,500	300 – 600	3.41
Пастбище	3,000 – 3,500	< 300	3.27
Пахотная земля	2,500 – 3,000	300 – 600	3.18
Пахотная земля	2,000 – 2,500	300 – 600	2.41
Пастбище	3,000 – 3,500	> 600	2.40
Пастбище	2,000 – 2,500	< 300	2.39
Площади покрытые лесом	2,500 – 3,000	300 – 600	2.09
Пастбище	3,500 – 4,000	> 600	2.07
Пастбище	1,500 – 2,000	< 300	1.86
Площади покрытые лесом	2,000 – 2,500	300 – 600	1.70
Пастбище	2,500 – 3,000	< 300	1.26
			$\Sigma 80.62$

ОСНОВНЫЕ ФАКТЫ: Выбор репрезентативных территориальных зон

- Данные о трех влияющих факторах, таких как почвенно-растительный покров, высота над уровнем моря и осадки были объединены в проекте ArcGIS для получения репрезентативных территориальных зон для ПОУ_{запас} в Кыргызстане.
- Рассчитаны процентные доли площадей соответствующих комбинаций, и отображены все комбинации с процентными долями площадей > 1%.

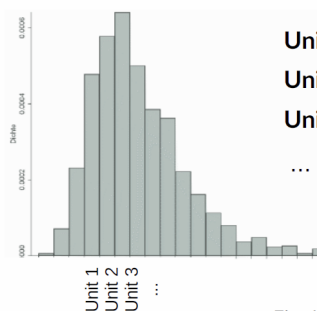
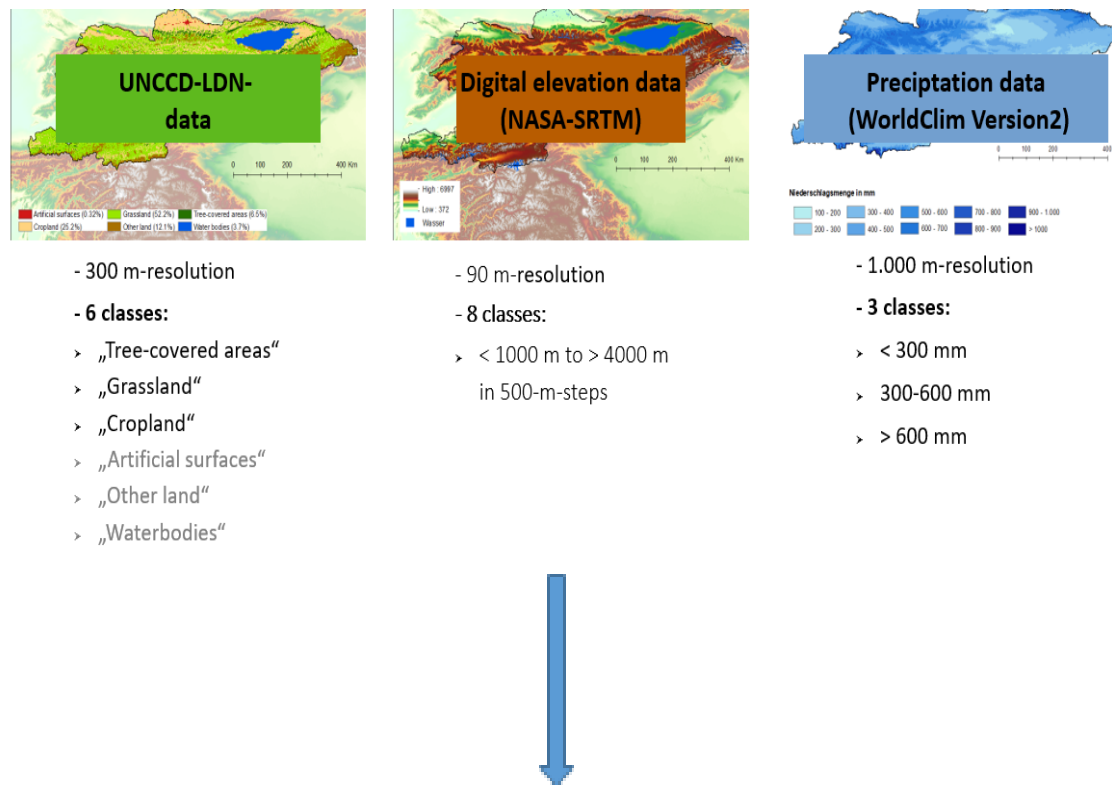


Fig. 15

Unit 1: land cover class A + height class B + precipitation class C

Unit 2: land cover class A + height class C + precipitation class B

Unit 3: land cover class A + height class D + precipitation class A

→ Selection of the most common units (> 1 % area fraction) for sampling - three areas per unit

3.2 Полевые методы

Для определения наиболее **репрезентативного места отбора проб** в пределах территориальной зоны был использован полукачественный подход. Доминирующие топографические структуры и доминирующие подклассы почвенного покрова были определены. В основном, всегда пытались брать пробы из места, находящегося в центре участка. Если участок был преимущественно равнинным, то точка отбора проб помещалась в его центре (рис. 7). Если в территориальной зоне доминировали склоны, то отбор проб производился на центральном склоне. Если на территориальной зоне имелись склоны, обращенные к северу и югу длиной не менее 300 м и если они были доступны для отбора проб, то для этих зон выбирались две точки отбора проб для обоих склонов (рис. 8). В этих случаях, для определения ПОУ соответствующего участка использовались средние значения из обоих разрезов. Кроме того, были приняты меры по исключению мелкомасштабных факторов, влияющих на ПОУ_{запас}, которые не были напрямую связаны с землепользованием. Это могут быть, например, строительные работы, экскременты животных, оползни или размывы. Также отмечены видимые факторы влияния, которые можно было бы отнести к землепользованию, например, орошение.



Рисунок 7: Точка отбора проб на равнинном участке пастбища

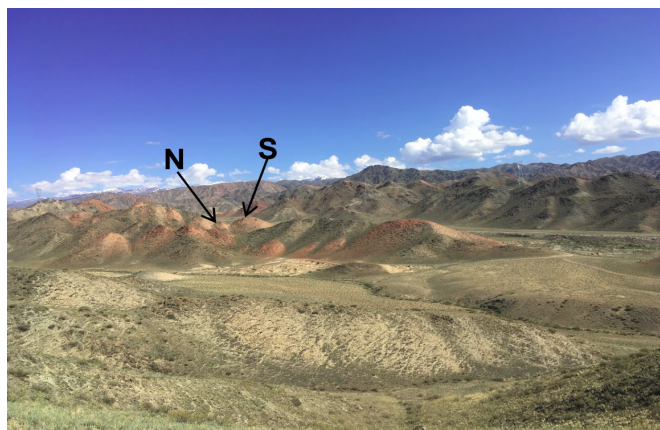


Рисунок 8: Точки отбора проб на северном и южном склонах холмистого пастбищного участка

Для проведения **полевых исследований** в репрезентативной точке была вырыта обращенная на север яма глубиной около 40 см, шириной 100 см и длиной 30 см (рис.9). На склонах разрез стены выравнивался вниз по склону.



Рисунок 9: Грунтовые ямы в различных классах почвенного покрова (слева направо): пахотные земли, пастбища, лесные участки

Проведено краткое обследование участка, включающую соответствующую информацию, такую как координаты, высота, информация о рельефе, почвенном покрове и землепользовании (приложение В, табл. 8).

Отбор проб включал пять комбинированных образцов, три образца, взятых с помощью бур-цилиндра, а в некоторых случаях один “лопаточный образец”. Хорошо гомогенизированный комбинированный образец был взят из верхнего 30-сантиметрового слоя для анализа содержания ПОУ, текстуры и значения pH. Для оценки мелкомасштабной неоднородности содержания ПОУ были взяты смешанные образцы из центральной части почвенной ямы во всех восьми направлениях по сторонам света на расстоянии 10 м от центра с помощью сверла Эдельмана (приложение В, рис. 19). Образцы с противоположных сторон были смешаны с комбинированным образцом. Такая процедура привела к получению четырех дополнительных образцов для определения ПОУ.

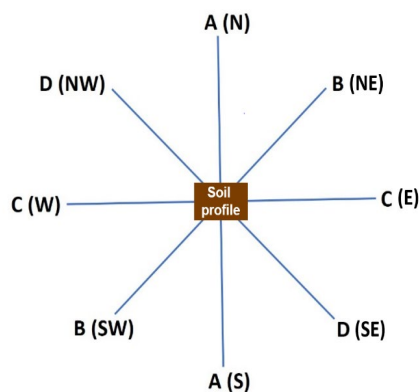


Рисунок 10: Схема выборки

Для оценки и отбора проб крупнозернистого грунта, а также пробы ОП_{мелкого грунта} использовались бур-цилиндры (приложение В, рис. 20). Процедура была проведена в соответствии с GAFA A2. 8 (GAFA – Gutachterausschuss Forstliche Analytik 2009; Jacobs et al. 2018) и использовалась для расчета содержания мелкозернистых частиц почвы. Дифференциация от А до G проводилась в зависимости от пропорций крупнозернистой почвы и размеров крупнозернистых почвенных фракций (табл. 3).

Таблица 3: Процедура определения крупнозернистой почвы и объемной плотности мелкого грунта при отборе полевых проб (GAFA A2.8 2009; Jacobs et al. 2018, следующая таблица 2-2)

Случай	Доля крупнозернистого грунта	Размер крупнозернистых почвенных фракций	Количество и объем бур-цилиндров	Лопаточный образец для измерения крупнозернистой фракции почвы [масса %], ~5 кг	Расчетное значение при картировании крупнозернистой фракции почвы [%]
A	< 5%	< 20 мм	3 x 100 см ³	–	–
B	< 5%	> 20 мм	3 x 100 см ³	–	> 20 мм
C	> 5%	< 63 мм	3 x 100 см ³	2 – 63 мм	–
D	> 5%	> 63 мм	3 x 100 см ³	2 – 63 мм	> 63 мм
E	> 5%	< 63 мм	удаление возможно только с помощью мини бур-цилиндров: 5 x 5 см ³	2 – 63 мм	–
F	> 5%	> 63 мм	удаление возможно только с помощью мини бур-цилиндров: 5 x 5 см ³	2 – 63 мм	> 63 мм
G	> 5%	-	Приблизительная ОП согласно Eckelmann et al. (2005)	-	> 2 мм

Данна методика основана на предположении того, что на площади в 100 см² можно использовать бур-цилиндры для взятия проб крупнозернистой почвы < 5% с размерами почвенных фракций < 20 мм. Таким образом, были взяты только три образца с содержанием крупнозернистых частиц почвы < 5% (случаи А и В) с помощью бур-цилиндров. При наличии крупных почвенных фракций > 20 мм производилась визуальная оценка на стенке разрезов (случай В). Если содержание крупнозернистых частиц почвы составляло > 5%, то в дополнение к трем образцам, взятых с помощью бур-цилиндров, отбирали лопаточные образцы весом около пяти килограммов для определения крупнозернистой почвы в лаборатории (случаи С-Ф). При наличии крупнозернистых фракций почвы > 63 мм, они отмечались на стенке профиля/разреза (случаи D и F). Таким образом, эта методология предусматривает использование «мини бур-цилиндров» (5 см³) в тех случаях, когда репрезентативная проба объемом 100 см³ не может быть взята из-за высокого содержания

крупнозернистых частиц почвы (случаи Е и F). При отсутствии возможности использования ножевого цилиндра, ОП и крупные почвенные фракции > 2 мм оценивались визуально согласно Eckelmann et al. (2005). В таких случаях, ОП_{мелкого грунта} вычислялась позже с использованием передаточной функции (случай G). Все образцы ОП_{мелкого грунта} были взяты вертикально на глубине от 10 до 20 см.

ОСНОВНЫЕ ФАКТЫ: Полевые методы

- В качестве первого шага была выбрана репрезентативная точка для отбора проб. Выделены доминирующий подкласс почвенного покрова и доминирующая топографическая структура.
 - В равнинной местности была выбрана одна точка в середине площади.
 - На площадях диаметром > 300 м, где преобладали склоны, были выбраны две точки отбора проб, обращенные к северу и югу.
 - В зоне исследования проведено сокращенное обследование участка (приложение А, табл. 8).
 - В зоне исследования взяты различные пробы для определения различных лабораторных параметров:
 - В зоне исследования была взята смешанная проба и три буровые пробы;
 - При обнаружении крупнозернистого грунта $> 5\%$, дополнительно отбирался «лопаточный образец» для определения его содержания;
 - Кроме того, были взяты смешанные образцы в восьми направлениях, чтобы учесть мелкомасштабную гетерогенность ПОУ.
-

3.3 Лабораторные методы

В таблице 4 приведены различные типы образцов и лабораторные методы, а также используемые нормативные положения. ПОУ, значение pH и текстурный анализ были проведены РПАС в Бишкеке. ОП_{мелкого грунта}, содержание крупнозернистой почвы, корневая масса были определены частично Кыргызским национальным аграрным университетом (КНАУ) и частично Общественным фондом САМР Алатао в Бишкеке.

Содержание ПОУ определяли методом мокрого озоления по Тюрину, широко применяемому в Кыргызстане (GOST 26213-91, 1992 г.). Анализ значения pH и текстуры проводился только с минеральными комбинированными образцами.

Для анализа ОП_{мелкого грунта}, содержания крупнозернистой почвы и корневой массы по методу (Jacobs et al. 2018) (модифицированной в соответствии с GAFA A2.8 2009) образцы первоначально сушили при $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ до тех пор, пока масса не оставалась постоянной. Буровые пробы взвешивали и просеивали с помощью сита диаметром 2 мм. Почва, прилипшая к камням, счищалась, и определялся вес мелкозернистой почвенной массы. Крупнозернистая почва была отделена от корневой массы были отделены и взвешены. Лопаточные образцы просеивали с помощью сита диаметром 2 мм, а

затем очищали от камней. Корни размером более 2 мм были отсортированы. Затем отдельно взвешивали мелкозернистую почву, крупнозернистую почву и корневую массу. Затем массу с крупнозернистой почвой снова просеивали с помощью сита диаметром 6,3 мм, а остаток дополнительно просеивали с размером ячейки 63 мм. Таким образом, можно было определить фракции 2-6, 3 мм, 6,3-63 мм, 2-63 мм и > 63 мм.

Таблица 4: Обзор лабораторных параметров, методов и количества образцов

Параметр	Единица изм.	Тип выборки	Метод	Норма	Общее количество образцов (n)
Содержание ПОУ	%	Смешанная выборка	Сжигание во влажном виде, двойное определение на высушенных на воздухе и просеянных образцах	Тюрин, GOST 26213-91 1992	366
Значение pH	Моль/л	Смешанная выборка	0.01 молярный раствор хлористого калия, газовый электрод с диапазоном погрешности измерения < 5%, двойное определение на высушенных на воздухе и просеянных образцах	GOST 26423-85 2011	71
Текстура	Масса-%	Смешанная выборка	Двойное определение на высушенных на воздухе и просеянных образцах в соответствии с кыргызской классификацией размеров почвенных фракций	Кашинский, GOST 12536-79 2008	71
Объемная плотность мелкого грунта	г/см ³	Бур-цилиндр	Метод бура-цилиндра, сушка при 105 °C, повторяется 3 раза	GAFA 2009, Jacobs et al. 2018	213
Крупнозернистая почва, корневая масса	масса-%	Лопаточный образец	Сушка при 105 °C, просеивание отдельных крупных почвенных частиц и корней, без повторения	GAFA 2009, Jacobs et al. 2018	43

ОСНОВНЫЕ ФАКТЫ: Лабораторные методы

- Все лабораторные анализы были проведены в Кыргызстане:
 - Анализы ПОУ, значения pH и текстуры проводились в соответствии с кыргызскими стандартами ГОСТ;
 - Анализы объемной плотности мелкозернистой почвы, содержания крупнозернистой почвы, корневой массы проводились в соответствии со стандартами «Экспертной комиссии по лесному анализу» 2009 года.
-

3.4 Расчеты параметров

В приложении С приведены все формулы, используемые для расчета параметров мелкозернистого грунта и ОП_{мелкого грунта}.

3.5 Метод валидации – отдельные результаты статистического анализа

ПОУ_{запас} репрезентативных участков

Запасы углерода в репрезентативных участках разнятся, что указывает на то, что различные комбинации трех исходных параметров почвенного покрова, высоты над уровнем моря и осадков приводят к переменным величинам запасов (рис. 11 и табл. 5). Самые низкие запасы наблюдались на пастбищах и пахотных землях на низких высотах. Самые высокие запасы наблюдались на пастбищах и участках, покрытые деревьями на более высокой высоте над уровнем моря.

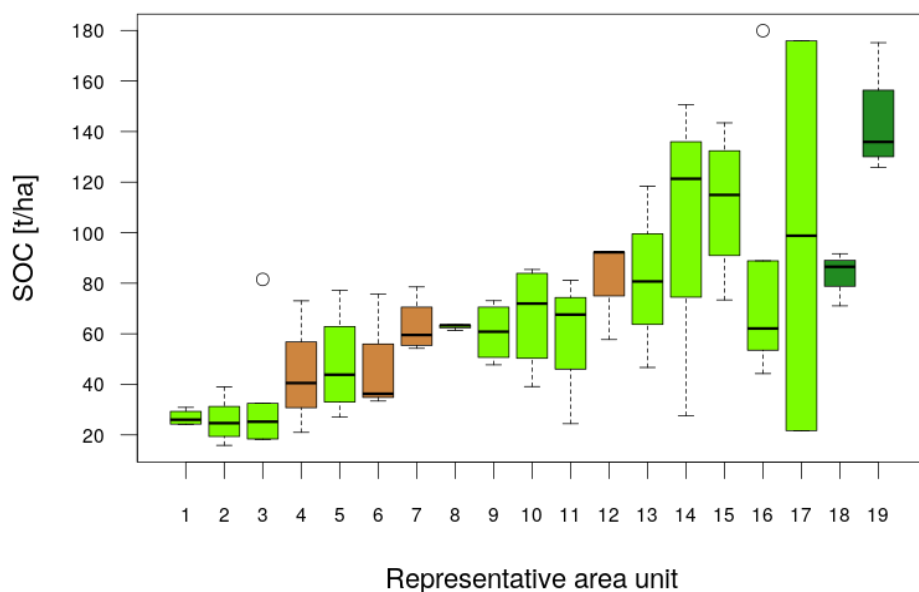


Рисунок 11: Запасы органического углерода на репрезентативных участках (ср. условные обозначения в таблице 5), коричневый: “пахотные земли”, светло-зеленый: “пастбища”, темно-зеленый: “покрытые деревьями участки”

Таблица 5: Распределение параметров на репрезентативных участках (n = количество наблюдений, $\bar{x}$ = среднее значение, s = стандартное отклонение)

№	Класс почвенного покрова	Класс высоты [м]	Класс осадков [мм/г]	n	ПОУ [%]		ПОУ _{запас} [т/га]		ОП _{мелкого грунта} [г/см ³]		Значение pH		Глина [%]	
					$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
1	Пастбище	1,000-1,500	300-600	4	0.78	0.55	26.77	3.18	1.17	0.09	8.34	0.09	10.18	1.11
2	Пастбище	1,500-2,000	< 300	5	0.80	0.34	26.02	9.29	1.26	0.10	8.43	0.26	8.34	3.18
3	Пастбище	1,500-2,000	300-600	5	1.20	0.86	35.17	26.56	1.25	0.08	8.30	0.47	10.50	5.23
4	Пахотная земля	1,000-1,500	300-600	3	1.67	1.17	44.85	26.29	1.27	0.16	8.22	0.17	17.29	2.26
5	Пастбище	2,000-2,500	< 300	4	1.72	0.34	47.94	21.37	1.15	0.05	8.48	0.36	11.38	6.11
6	Пахотная земля	< 1,000	300-600	3	1.75	1.54	48.43	23.60	1.30	0.18	8.11	0.08	18.12	7.31
7	Пахотная земля	2,000-2,500	300-600	4	2.06	0.80	62.96	10.96	1.17	0.19	7.76	0.48	15.78	0.68
8	Пастбище	2,500-3,000	300-600	3	2.19	0.27	62.74	1.20	1.08	0.09	8.20	0.16	18.16	4.30
9	Пастбище	3,500-4,000	< 300	4	2.50	0.44	60.61	11.91	0.91	0.08	8.31	0.17	18.17	2.71
10	Пастбище	2,500-3,000	< 300	4	2.83	1.39	67.10	21.48	0.96	0.24	8.10	0.40	17.73	4.47
11	Пастбище	3,500-4,000	300-600	3	2.83	1.12	57.71	29.60	0.92	0.25	7.16	1.29	16.28	1.01
12	Пахотная земля	1,500-2,000	300-600	3	3.52	0.88	80.80	19.99	1.32	0.01	8.21	0.08	17.43	3.04
13	Пастбище	3,000-3,500	< 300	3	3.54	2.08	81.92	35.87	0.89	0.12	8.29	0.07	21.82	2.74
14	Пастбище	2,000-2,500	300-600	3	4.05	2.59	99.85	64.25	0.95	0.04	7.63	0.58	13.82	1.07
15	Пастбище	3,000-3,500	300-600	4	4.09	1.38	111.67	29.32	0.94	0.09	8.16	0.22	20.79	2.77
16	Пастбище	3,000-3,500	>600	5	4.16	3.31	85.72	55.22	0.94	0.18	5.79	0.43	19.42	6.93
17	Пастбище	3,500-4,000	> 600	2	5.28	5.41	98.79	109.05	0.89	0.22	6.36	0.04	13.75	5.13
18	Площади покрытые лесом	2,500-3,000	300-600	3	5.52	0.44	83.08	10.73	0.59	0.09	5.76	0.70	17.90	1.91
19	Участки покрытые деревьями	2,000-2,500	300-600	4	7.96	2.41	143.21	21.87	0.66	0.13	6.52	0.87	12.27	6.09

ПОУ_{запас} классов почвенного покрова, высоты над уровнем моря и осадков

Наблюдается явное отличие ПОУ_{запас} участков, покрытых деревьями от пахотных и пастбищных участков (рис. 12), а разница между пахотными и пастбищными участками менее четкая (рис. 12).

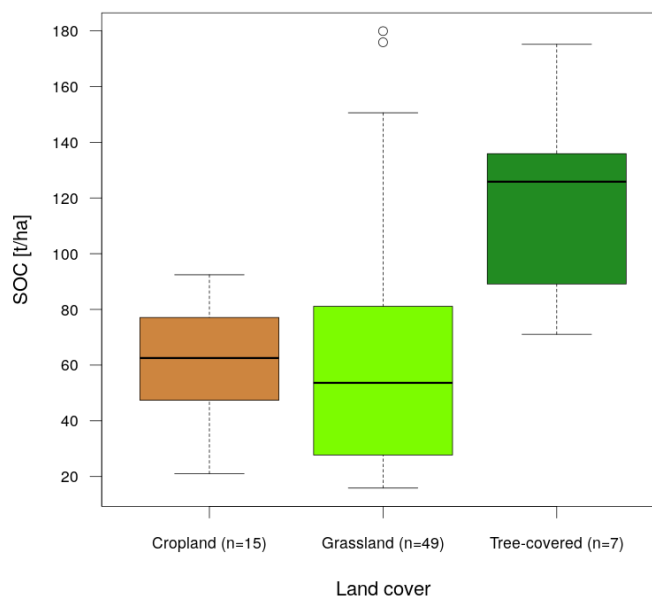


Рисунок 12: Взаимосвязь между классом почвенного покрова и запасами органического углерода в почве

Показатели ПОУ_{запас} одинаковые и относительно низкие до достижения высоты 2000 м над уровнем моря, затем они увеличиваются на участках в следующих четырех классах высоты, с небольшим признаком спада в верхней полосе (рис. 13).

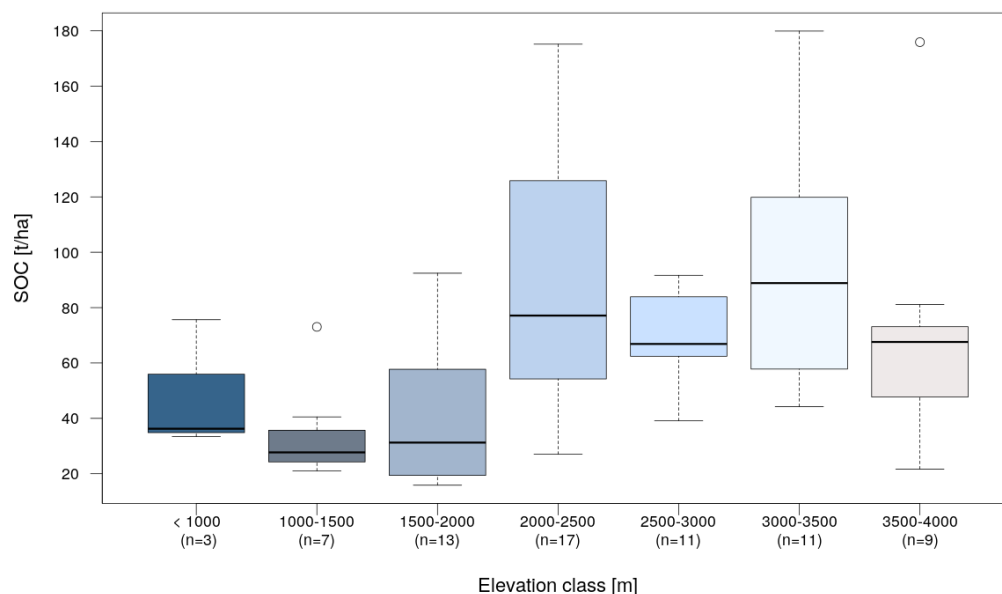


Рисунок 13: Взаимосвязь между классом высоты над уровнем моря и запасами органического углерода в почве

Наблюдается тенденция к повышению значений $\text{ПОУ}_{\text{запас}}$ с увеличением количества осадков (рис. 14). При увеличении расширения исходных данных (до 1 км) и количества классов можно прийти к более конкретным результатам. Кроме того, только семь наблюдений были включены для класса осадков >600 мм, что затрудняет сравнение. Также, диапазон осадков 300-600 мм является единственным применимым ко всем трем классам почвенно-растительного покрова. Показатели большего и меньшего количества осадков характерны исключительно для пастбищных угодий. Предположительно это искажает интерпретацию влияния осадков на $\text{ПОУ}_{\text{запас}}$.

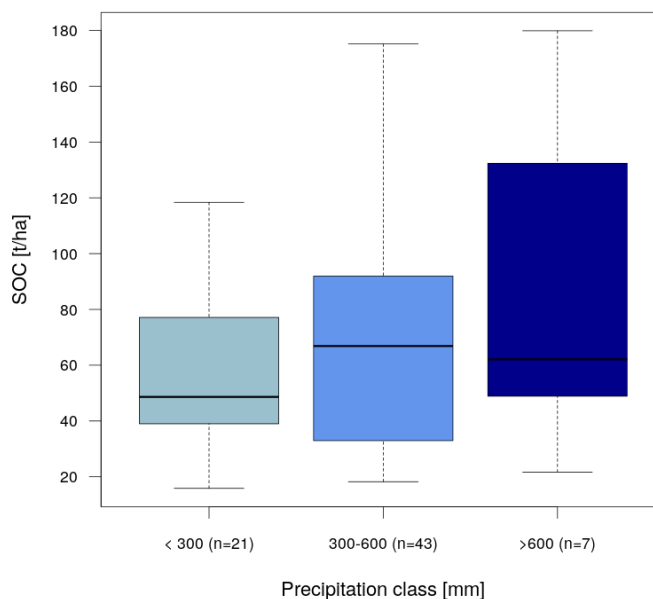


Рисунок 14: Взаимосвязь между классом осадков и запасом органического углерода в почве

В целом, результаты показывают, что все три параметра влияют на изменчивость показателя $\text{ПОУ}_{\text{запас}}$ в Кыргызской Республике.

При проведении анализа других лабораторных показателей, содержание глины показало очень тесную положительную корреляцию с содержанием ПОУ (приложение D, рис. 20). Не менее сильное влияние глины на распределение содержания ПОУ описано в литературе (см. подраздел 2.3). Однако в масштабах всей страны этот фактор не может учитываться из-за отсутствия пространственных цифровых данных.

Учет ОП_{мелкого грунта} содержания крупнозернистых частиц почвы и корневой массы

При рассмотрении взаимосвязи между ОП_{мелкого грунта} и ПОУ необходимо проводить различие между содержанием ПОУ и ПОУ_{запас} в процентах, поскольку для расчета ПОУ_{запас} используется ОП_{мелкого грунта}. ОП_{мелкого грунта} сильно коррелирует с процентным содержанием ПОУ (рис. 15). В основном, это связано с низкой плотностью гумуса.

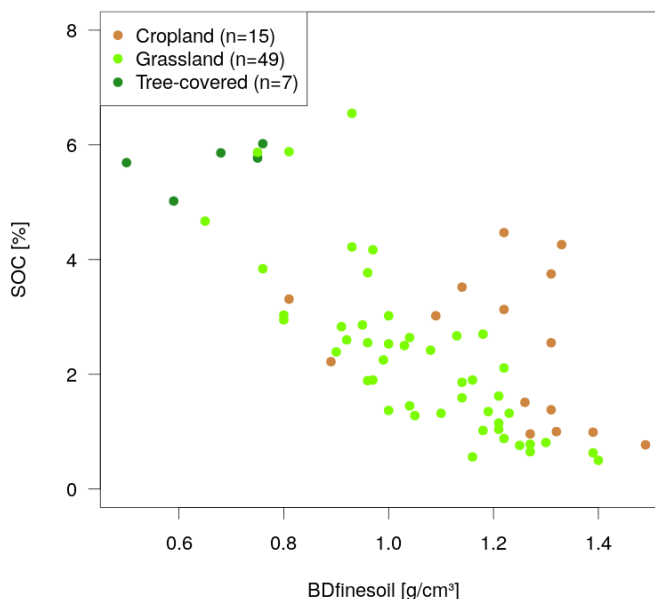


Рисунок 15: Соотношение содержания органического углерода в почве [%] и объемной плотности мелкозема [г/см³]

Однако при рассмотрении ПОУ_{запас} в тоннах на гектар, более низкая ОП_{мелкого грунта} также снижает запасы. Некоторые классы почвенного покрова демонстрируют более высокие диапазоны ПОУ_{запас} по сравнению с процентным содержанием ПОУ, причем особенно поражают пастбища и покрытые деревьями участки (рис. 16 и 17). На пастбищных участках это обычно происходит из-за более высокой доли крупнозернистой почвы и сильно изменяющейся ОП_{мелкого грунта}. На покрытых деревьями участках наблюдается самый высокий процент содержания ПОУ от 5,52% до 7,96%. Тем не менее, покрытые деревьями участки имеют более низкую ОП_{мелкого грунта} и иногда более высокую корневую массу. Учитывая это, No. 18 имеет более низкий ПОУ_{запас}, чем, например, пастбища на высоте от 3500 м до 4000 м и 3,000 м до 3,500 м (No. 16 и 17).

Игнорирование ОП_{мелкого грунта}, массы корней и содержания крупнозернистой почвы приводит, таким образом, к значительной переоценке ПОУ_{запас}. Эти результаты совпадают с результатами других исследований (Rytter 2012; Throop et al. 2012; Mehler et al. 2014; Poeplau et al. 2017)

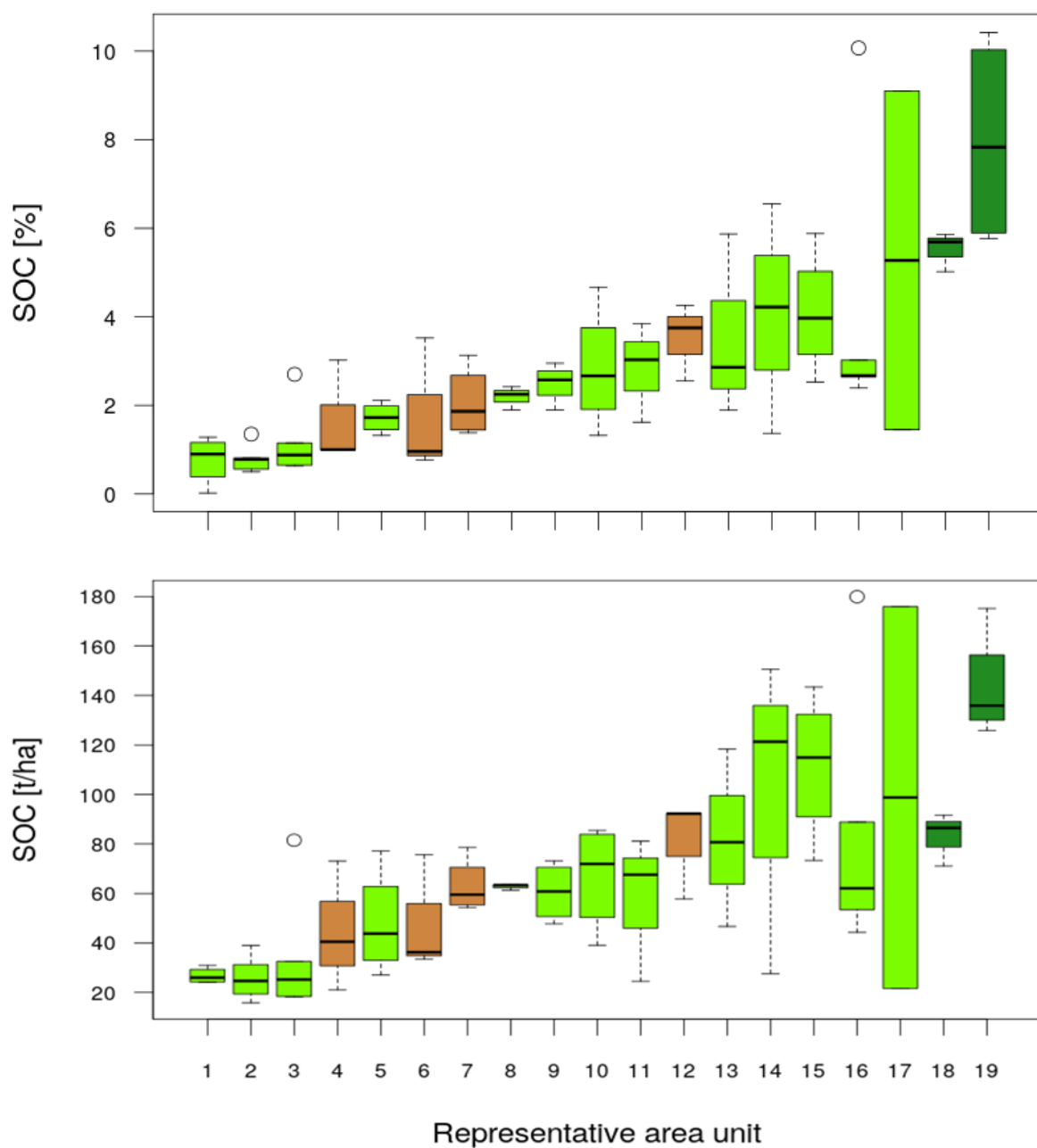


Рисунок 16: Сравнение содержания органического углерода в % (верхний график) и запасов органического углерода в т/га (нижний график) на репрезентативных участках (см. условные обозначения в таблице 5) в процентном соотношении, коричневый: “пахотные земли”, светло-зеленый: “пастбища”, темно-зеленый: “покрытые деревьями участки”

Точки отбора проб и мелкомасштабная изменчивость

Проведение репрезентативной выборки территорий было возможным вследствие того, что все участки были расположены на равнинах и разнородность растительного покрова пахотных земель оказалась весьма небольшой. С другой стороны, пастбищные участки зачастую отличались весьма неоднородным растительным покровом и типом рельефа, так что отбор проб на северных и южных открытых склонах подтверждает необходимость использования данного подхода (приложение Е, рис. 22), который также описан в представленной литературе (см. подраздел 2.3). Репрезентативная выборка покрытых деревьями участков была сложной задачей из-за большого количества просеков и неравномерного расположения высоких гор. Проведение многократного отбора проб при различных экспозициях было невозможным поскольку леса находились на далеком расстоянии, а склоны гор были очень крутыми. Кроме того, на южных склонах зачастую отсутствовала какая-либо растительность. В пределах класса, покрытых деревьями участков, были отобраны пробы только в еловых лесах. В Кыргызстане также преобладают ореховые леса, которые лишь частично дифференцируются как хвойные и лиственные леса в подклассах КБОООН. Однако они не могли быть отобраны в рамках проекта из-за ситуации с коронавирусной пандемией в 2020 году. ПОУ_{запас} лиственных и хвойных лесов могут существенно различаться. Таким образом, при проведении полевых исследований в будущем, необходимо сделать выборку различных лесных форм при помощи дополнительной информации.

Высокие стандартные отклонения и большие диапазоны для отдельных классов почвенного покрова свидетельствуют о высокой изменчивости содержания ПОУ на полях (приложение Е, рис. 23). Пахотные участки имеют очень малые стандартные отклонения из-за гомогенизации верхнего слоя почвы вследствие практики их использования и низкой изменчивости полей. На пастбищных участках наблюдаются очень разные стандартные отклонения, которые увеличиваются по мере повышения уровня содержания ПОУ. Изменчивость содержания ПОУ обусловлена неоднородностью пастбищных участков по растительному покрову, содержанию крупнозернистой почвы и рельефу. Склоны с низкой растительностью подвержены эрозии, поэтому там в верхнем слое почвы объем содержания ПОУ разнится. Наибольшую мелкомасштабную изменчивость можно наблюдать на покрытых деревьями участках из-за очень крутых склонов и холмистой рельефной поверхности.

Таким образом, влияние всех трех факторов (почвенно-растительного покрова, высоты над уровнем моря и количества осадков) на ПОУ_{запас} очень хорошо отражают неоднородность его содержания в Кыргызстане. В частности, была обнаружена сильная взаимосвязь между содержанием глины и ПОУ_{запас}. К сожалению, пространственные данные о содержании глины в почвах Кыргызстана отсутствуют.

Кроме того, в пределах пастбищных участков были обнаружены различия в показателях ПОУ_{запас} между северными и южными склонами. Репрезентативный отбор проб можно с легкостью провести для всех видов почвенного покрова, за исключением покрытых деревьями площадей.

Учет мелкомасштабной изменчивости оказался существенным, так как в ряде случаев были обнаружены высокие отклонения содержания ПОУ в пробах с одного и того же участка. Кроме того, учет ОП_{мелкого грунта}, содержания крупнозернистой почвы и корневой массы для расчета ПОУ_{запас} оказался необходимым для Кыргызстана, так как имеются большие различия между отобранными участками. Разработанная проектом методика доказала свою пригодность для определения типичных ПОУ_{запас} в Кыргызстане.

ОСНОВНЫЕ ФАКТЫ: Методы валидации – результаты статистического анализа

- Среди факторов, влияющих на репрезентативные единицы $ПОУ_{запасов}$, важны почвенно-растительный покров, высота над уровнем моря и количество осадков.
 - Данная процедура является очень подходящей для нахождения репрезентативной точки в пределах участка, а также для проведения мелкомасштабного отбора проб.
 - Отбор проб ОП_{мелкого грунта} почвы с содержанием крупнозернистых частиц и корневой массы хорошо зарекомендовал себя и подтвердил необходимость его применения для определения $ПОУ_{запас}$ в почвах Кыргызстана.
 - Целесообразно проведение дальнейшего отбора проб на покрытых лиственными деревьями участках, поскольку это не было возможным в рамках проекта из-за ситуации с пандемией коронавируса в 2020 году.
-

3.6 Использование базовых значений для представления отчета об изменениях запасов органического углерода в почве

Для регистрации изменений в $\text{ПОУ}_{\text{запас}}$ КБОООН предлагает использовать модифицированный подход в соответствии с уровнем 1 МГЭИК (методология определения национальных кадастров парниковых газов) (IPCC 2006, табл. 2.3). Различаются три типа факторов изменения (IPCC 2006; UNCCD 2018b):

- Фактор землепользования (ФЗП): изменения в $\text{ПОУ}_{\text{запас}}$, связанные с землепользованием
- Фактор управления (ФУ): изменения в $\text{ПОУ}_{\text{запас}}$ в результате использования основных методов управления
- Фактор производства (ФП): изменения в $\text{ПОУ}_{\text{запас}}$ в результате различных поступлений углерода в почву

Данных с достаточно высоким пространственным разрешением по факторам управления и производства не имеется. По этой причине, в КБОООН используется только фактор землепользования (ФЗП), который может быть определен с помощью данных о почвенном покрове (UNCCD 2018b). Фактор землепользования равен 1, если не было никаких изменений в землепользовании, < 1 если запасы $\text{ПОУ}_{\text{запас}}$ уменьшились из-за неблагоприятных изменений в землепользовании и > 1 , если землепользование улучшилось (UNCCD 2018b). В таблице 6 приведены примеры значений коэффициентов землепользования в зависимости от различных климатических условий. Факторы изменения основаны, среди других факторов, на долгосрочных полевых испытаниях (UNCCD 2017). Однако управленческие меры не принимаются во внимание, а для некоторых климатических районов отсутствуют какие-либо значения (UNCCD 2017).

Таблица 6: Фактор изменения землепользования (ФЗП) (UNCCD 2018b)

Изменение класса почвенного покрова		Климат	Фактор землепользования по умолчанию
Болотистая местность	Другие классы	Все	0.04
Другие классы	Другая земля	Все	0.1
Другие классы	Искусственные поверхности	Все	0.32
Покрытые деревьями участки	Пахотная земля	Сухой умеренный/бореально-сухой	0.8
	Пахотная земля	Умеренно-влажный/бореально-влажный/бореальный	0.69
	Пахотная земля	Тропический сухой	0.58
	Пахотная земля	Тропический влажный/влажный	0.48
Пастбище	Пахотная земля	Сухой умеренный/бореально-сухой	0.8
	Пахотная земля	Умеренно-влажный/бореально-влажный/бореально-сырой	0.69
	Пахотная земля	Тропический сухой	0.58
	Пахотная земля	Тропический влажный/влажный	0.48
Другие земли, подкласс «Постоянный снег и лед»	Другие классы	Все применимо	0.7
Другие классы	Другие земли, подкласс «Постоянный снег и лед»	Все применимо	1
Водоемы	Другие классы	Все	1
Пастбище	Лес	Все	1
Лес	Пастбище	Все	1
Пахотная земля	Покрытые деревьями участки	Сухой умеренной/бореально-сухой	1.25
	Покрытые деревьями участки	Умеренно-влажный/бореально-влажный/бореально-сырой	1.45
	Покрытые деревьями участки	Тропический сухой	1.72
	Покрытые деревьями участки	Тропический влажный/сырой	2.08
Пахотная земля	Пастбище	Сухой умеренный/бореально-сухой	1.25
	Пастбище	Умеренно-влажный/бореально-влажный/бореально-сырой	1.45
	Пастбище	Тропический сухой	1.72
	Пастбище	Тропический влажный/сырой	2.08
Другие классы	Болотистая местность	Все	2
Другая земля	Другие классы	Все	2
Искусственные поверхности	Другие классы	Все	2

ОСНОВНЫЕ ФАКТЫ: *Использование базовых значений для подготовки отчета по изменениям ПОУ для КБООН*

- *КБООН предлагает предоставлять отчеты об изменениях в ПОУ на основе подхода МГЭИК уровня 1, который используется для определения кадастров парниковых газов.*
 - *Данный метод основан на факторе землепользования (ФЗП), который описывает изменения $ПОУ_{запас}$, связанные с изменениями землепользования.*
 - *ФЗП будет равняться 1, если не было никаких изменений в землепользовании < 1 , если $ПОУ_{запас}$ уменьшился из-за негативных изменений в землепользовании и > 1 , если он улучшился.*
 - *Различным изменениям в землепользовании соответствуют различные ФЗП (табл. 6).*
-

Глава 4. Институциональная основа для оценки, мониторинга и отчетности по запасам органического углерода в почве

4.1 Текущая институциональная среда и способы предоставления и обмена экологическими данными в Кыргызстане

В рамках КБООН Кыргызстан сформулировал цели в области НБДЗ и обязуется предоставлять отчеты о мерах, принятых для реализации этой концепции. Достоверные и качественные данные являются ключевыми факторами для достижения целей НБДЗ. Международный опыт показывает, что отсутствие таких данных осложняет принятие необходимых мер, а также планирование и мониторинг. В Кыргызстане, в первом отчете по НБДЗ, подготовленном национальной рабочей группой, был выявлен серьезный пробел данных о запасах углерода на национальном уровне, и были представлены рекомендации по разработке оценки и мониторинга НБДЗ, отмеченные в разделе 2. Проект CARB-ASIA основан на предыдущей работе Кыргызстана по оценке основных показателей НБДЗ и подготовке первой отчетности в КБООН. Основная задача проекта заключается в разработке методологии оценки запасов органического углерода с целью устранения существующего пробела и улучшения отчетности по НБДЗ. Тем не менее, сами по себе методологические разработки не гарантируют успеха в достижении целей НБДЗ. Данные, полученные с использованием предлагаемой методологии, должны быть институционализированы, или, другими словами, методология должна быть официально утверждена на национальном уровне. Кроме того, необходимо решить проблемы организационного характера.

Важно отметить, что управление экологической информацией связано не только со сбором и обработкой данных (т. е. с технической инфраструктурой и содержанием данных), но также включает в себя человеческие, институциональные и организационные аспекты, которые определяют, как данные и информация производятся и используются в процессе взаимодействия различных заинтересованных организаций между собой (Goldstein et al. 2018). С этой точки зрения управление информацией является многоаспектным, следовательно, для обеспечения реализации предлагаемой методологии необходимо учитывать различные уровни функциональности. С этой целью в рамках проекта CARB-ASIA был проведен анализ институциональной среды для оценки, мониторинга и отчетности по запасам органического углерода в почве, в частности, а также по другим показателям НБДЗ в целом, с акцентом на три основных и взаимосвязанных уровня информационной функциональности: уровень технической инфраструктуры, данных и их формата; организационный уровень и уровень человеческого потенциала.

В последние десятилетия по мере увеличения числа заключенных международных соглашений, значительно вырос спрос на экологическую информацию. После ратификации подобных соглашений, соответствующее министерство при Правительстве Кыргызской Республики должно отвечать за подготовку отчета о выполнении международных обязательств. Однако, институциональная основа для проведения оценки, мониторинга и отчетности по экологическим показателям все еще находится в процессе разработки, а потенциал государственных организаций в области охраны окружающей среды ограничен для проведения полноценной инвентаризации требуемых показателей НБДЗ (CAREC 2013). Хотя основное внимание в настоящем руководстве уделяется почвенным данным, институциональный анализ проводился в более широком понимании сбора и использования экологической информации и данных по земельным ресурсам в стране. Такой

подход позволил выявить ключевые проблемы и извлечь уроки из существующего национального опыта в области производства и использования данных. Таким образом, анализ нацелен на обеспечение основы для дальнейшего необходимого развития в направлении совершенствования управления данными и отчетности путем выявления основных проблем в предоставлении и использовании информации в Кыргызстане, а также разработки рекомендаций по повышению потенциала страны для выполнения обязательств по предоставлению отчетности в рамках системы НБДЗ.

4.1.1 Текущие разработки по мониторингу и отчетности НБДЗ

В следующей главе представлен обзор ситуации в Кыргызстане в отношении существующей практики предоставления информации о земельных ресурсах, необходимой для проведения оценки, мониторинга и отчетности по НБДЗ, таких как сбор, обмен и использование данных.

Уровень технической инфраструктуры, данных и их формата

После распада СССР, усиливающееся влияние со стороны международных сообществ (организаций, конвенций, программ, и др.) стало ключевым фактором для модернизации системы сбора экологических данных и информации в Кыргызстане. Тем не менее используемые способы сбора, обмена и представления данных в значительной степени зависят от процессов и организационных форм, унаследованных от советского прошлого.

Основная роль в предоставлении официальных данных отводится Национальному статистическому комитету (НСК). Сбор данных производится централизованно в соответствии со статистическими стандартами, принятыми НСК (т. е. статистическими формами для сбора данных). Районные отделы статистики несут непосредственную ответственность за сбор первичных данных. Статистические отделы на областном уровне обобщают районные данные в единую базу. Обработка данных осуществляется в областных и центральных вычислительных подразделениях НСК, где происходит верификация (подтверждение) и валидация (проверка достоверности) полученных данных. Верификация данных осуществляется путем сравнения с предыдущими периодами сбора данных. Наконец, головной офис НСК публикует официальные статистические данные на своем веб-сайте и издает их в печатном виде. НСК имеет довольно строгие правила в отношении качества данных. Именно поэтому каждая статистическая форма для сбора данных должна пройти через методологический совет, который утверждает ее необходимость и обоснованность, т. е. необходимость данной формы и гарантии качества сбора данных по данной форме. Прежде чем какая-либо статистическая форма поступит в методологический совет, ее должны утвердить соответствующие министерства и ведомства. Это необходимо для того, чтобы убедиться, что какая-либо другая организация не собирает эту же информацию, то есть это делается во избежание двойного подсчета. Для разработки такой формы требуется в среднем до трех-четырех лет.

До недавнего времени техническая инфраструктура для сбора и обмена данными была недостаточно развита. Большая часть информации (в частности, данные советского периода) до сих пор хранится на бумажных носителях, что негативно сказывается на возможности обмена информацией, а следовательно, и на удобстве ее использования. Поскольку данные главным образом хранятся в архивах и не всегда доступны на веб-сайтах государственных органов, обмен информацией между

государственными органами осуществляется, в основном, по официальным письменным запросам. Правительство признает необходимость модернизации процессов сбора и обмена информацией, в связи с чем, в настоящее время уделяется особое внимание национальному процессу цифровизации.

Таким образом, недавно была создана государственная межведомственная система обмена данными «Тундук». Всем государственным органам рекомендуется использовать эту систему для обмена информацией. Система также предполагает обмен информацией между государственными органами и гражданским обществом.

Также в последнее время был сделан большой шаг к созданию единой системы по управлению экологической информацией «Кереге». Для этого был разработан онлайн-портал с экологической базой данных, управляемого со стороны ГАООСЛХ при поддержке ПРООН. Был проведен анализ национальных данных, который позволил отобрать экологические показатели, необходимые для подготовки национальной отчетности по охране окружающей среды и показателям ЦУР, а также для климатической и национальной статистики. В последующем, предусматривается проведение следующего этапа разработки базы данных, который будет включать составление динамических таблиц с данными за последние 10 лет по каждому показателю и планируется их ежегодное обновление. Система будет содержать только официальные данные от НСК и других государственных органов и ведомств. Планируется также открыть доступ для более широкой общественности. В общей сложности система «Кереге» включает в себя 50 показателей, однако в ней отсутствуют показатели по почве или земельным ресурсам.

Тенденция, связанная с процессами цифровизации, охватывает многие сферы деятельности, в том числе создание баз данных по почвам и земельным ресурсам в режиме онлайн (так называемый геопортал). Переход к объединенным информационным системам сопровождается большим количеством вопросов, связанных в первую очередь с интеграцией различных видов информации, например, различные форматы данных и виды обмена данными. Это важно учитывать при возможной интеграции данных по НБДЗ в такие системы. Проблемы, которые могут возникнуть в этом случае, а также рекомендации по их решению будет представлены ниже.

Организационный уровень

С момента обретения независимости Правительство Кыргызстана предприняло множество важных законодательных инициатив, затрагивающих аграрный сектор: внесение изменений в Конституцию Кыргызской Республики в 1998 году, принятие Земельного кодекса в 1999 году, в том же году Правительство приняло ряд других законодательных актов, таких как Закон Кыргызской Республики «Об охране окружающей среды» (1999 год), Лесной кодекс (1999 год), Закон «О крестьянских (фермерских) хозяйствах» (1999 год), позднее закон «Об управлении землями сельскохозяйственного назначения» (2000 и 2001 годы), закон «О горных территориях КР» (2002 год), Водный кодекс (2004 год), были приняты закон «О кооперативах» (2004) и закон «О пастбищах» (2009) (Anarbaev 2018).

Однако организационная структура по мониторингу земли в Кыргызстане с момента его создания была в значительной степени фрагментирована. Функции мониторинга выполняют несколько различных министерств и ведомств. Основными органами исполнительной власти и ведомствами, ответственными за формирование и реализацию национальной политики, а также за координацию законодательства и контроль за землеустройством и охраной земель, традиционно являются Министерство сельского хозяйства, пищевой промышленности и мелиорации Кыргызской

Республики (МСХППиМ), Государственное учреждение «Кадастр», Кыргызский Государственный проектный институт землеустройства (Кыргызгипрозем), которые занимаются управлением земельными ресурсами сельскохозяйственного назначения, а также Государственное агентство охраны окружающей среды и лесного хозяйства при Правительстве Кыргызской Республики (ГАООСЛХ), которое является координирующим органом по управлению лесным хозяйством (рис. 17). До 2010 года существовала единая институциональная структура по управлению земельными ресурсами, которая включала в себя несколько учреждений, занимающихся земельными вопросами, такие как Кыргызгипрозем, Государственная служба по геодезии и картографии и другие. Однако эти учреждения были разобщены, а осенью 2019 года вновь объединены. Сейчас все земельные вопросы решаются опять «под одной крышей» – вновь созданным Государственным агентством по земельным ресурсам (ГАЗР).

Несмотря на эти институциональные изменения, МСХППиМ остается ключевым агентством по разработке национальной политики в области управления сельскохозяйственными землями и мониторинга земельных ресурсов. Функции по осуществлению и координации задач были переданы ГАЗР. ГАЗР был создан при Департаменте кадастра и регистрации прав на недвижимое имущество и состоит из Государственной службы по геодезии и картографии и Кыргызгипрозема. Департамент кадастра и регистрации прав на недвижимое имущество отвечает за регистрацию собственности и ведет земельный учет. Одной из главных задач является обеспечение прав собственности для землевладельцев. Земля и собственность в Кыргызстане не различимы; земля – это и есть собственность сама по себе. Вся собственность в стране кодифицирована и нанесена на карту; государство ведет учет и защищает права собственников на землю. Департамент кадастра отвечает за национальную инвентаризацию земель, которая была инициирована в 2014 году Государственным указом. Основная цель инвентаризации заключалась в получении информации о качестве и количестве земель (в том числе и сельскохозяйственных) с момента последней регистрации в 1994 году. Департамент кадастра собирает в первую очередь информацию об административных границах, а также о виде и состоянии земель. Однако почвенные наблюдения не включены в этот перечень. Согласно первому отчету о НБДЗ, данные национального земельного кадастра могут быть использованы для определения показателя почвенного покрова.

Кыргызгипрозем (в лице РПАС) отвечает за обследования почв и является ключевым агентством по сбору национальных данных о запасах углерода для оценки НБДЗ. В советские времена в Кыргызгипроземе имелись большие отделы, которые проводили обследования почв по всей стране, но, в основном, на пахотных землях, с акцентом на оценку продуктивности почв для обеспечения стабильных урожаев. При Кыргызгипроземе существовал отдел, который проводил геоботанические наблюдения, то есть мониторинг пастбищной растительности и продуктивности. В советское время он назывался геоботаническим отделом, который позже был переименован в отдел мониторинга пастбищ. Отдел мониторинга пастбищ продолжает проводить геоботанические наблюдения, но только в упрощенной форме: проводит выборочное обновление данных по определенной методике. Как было рекомендовано рабочей группой НБДЗ в первом отчете, этот отдел может предоставлять данные о продуктивности пастбищ, необходимые для расчета показателя продуктивности земель. При Кыргызгипроземе также существовал отдел по землеустройству, который занимался планированием урожая для колхозов. После распада Советского Союза и проведения аграрной реформы, землеустройство на общегосударственном уровне было упразднено, так как колхозы были разделены на большое количество мелких крестьянских хозяйств. Такие изменения привели к затруднению поддержания практики севооборота и противоэрозионных мер. Имеются фрагменты

записей о качестве почв для этих земель, но все еще есть потребность в проведении дополнительных обследований (т. е. на уровне фермерских хозяйств). Данные обследований на индивидуальных фермерских хозяйствах, агрегированные для оценки состояния почв на площадях большего размера, могут варьироваться из-за различных подходов к обработке земель, что означает отсутствие единого системного подхода к улучшению качества почв в стране, а, следовательно, и отсутствие почвенных геоинформационных данных.

Согласно Конституции Кыргызской Республики все леса находятся в государственной собственности, большая часть которых управляется ГАООСЛХ. В настоящее время система учета лесов развивается по двухуровневой системе, которые являются независимыми и дополняющими друг друга: Национальная инвентаризация лесов (НИЛ) (см. подраздел 2.2.1) и Инвентаризация лесопользования (ИЛП) (см. подраздел 2.2.2). Анализ углеродных запасов Кыргызстана был одной из главных частей основного отчета НИЛ. Однако оценка запасов углерода использовалась для расчета биомассы, а не ПОУ в почвах. Для расчета запасов углерода применялись руководящие принципы МГЭИК (IPCC, 2006). Текущий проект Всемирного банка по комплексному управлению лесными экосистемами оказывает поддержку Правительству Кыргызстана в укреплении институционального потенциала для устойчивого управления лесными экосистемами в стране, а также в повышении потенциала для создания информационной системы, которая будет использоваться в процессе планирования управления лесами в департаментах лесного хозяйства ГАООСЛХ, местных и региональных органах власти, местными пользователями и ассоциациями пользователей.

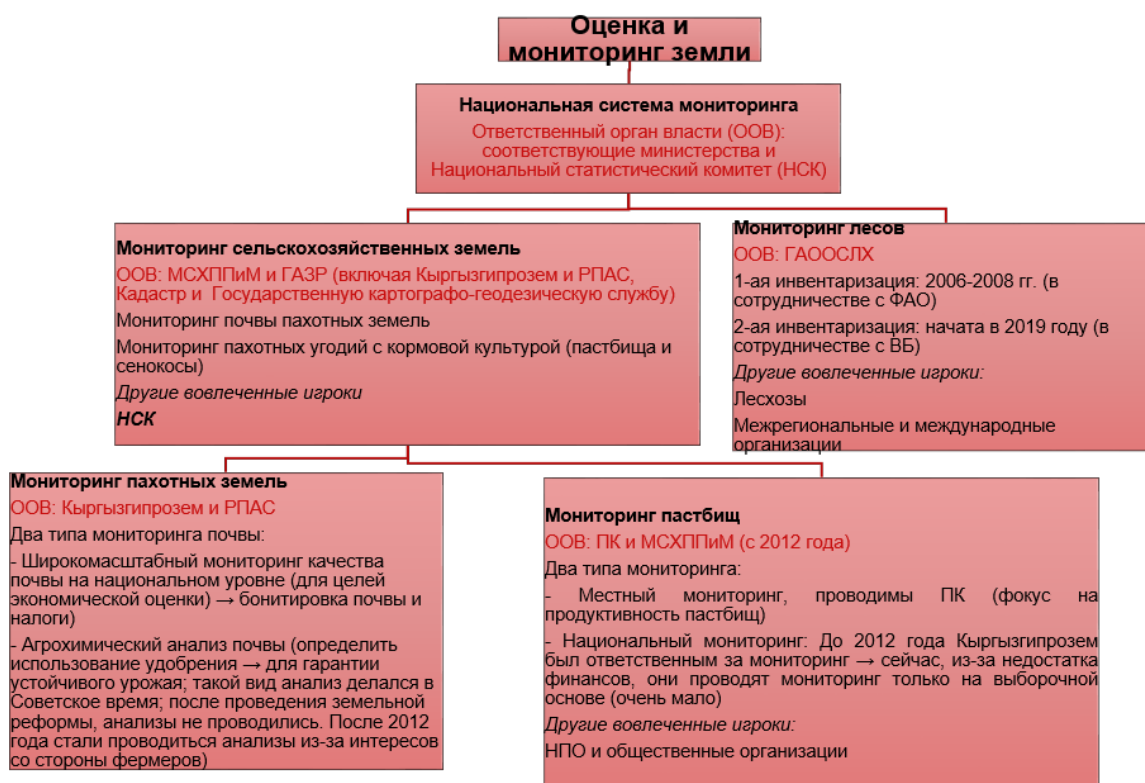


Рисунок 17: Управление экологическими данными и информацией в Кыргызстане (для пахотных земель, пастбищ и лесных угодий)

В последние годы интерес к данным ПОУ стали проявлять НПО и общественные организации Кыргызстана в том числе из-за растущего международного спроса на эту информацию (например, многосторонние соглашения, проекты развития). Университеты и научные организации, такие как Кыргызский национальный аграрный университет и Кыргызская ассоциация почвоведов, признают важность и актуальность оценки мониторинга ПОУ. Университеты проводят анализы почвы в собственных лабораториях, но, в основном, это делается в научных интересах. Зачастую учреждениям не хватает оборудования и финансовых средств. Как правило, данные, предоставляемые НПО или исследовательскими центрами, не охватывают всю страну и могут использоваться главным образом в исследовательских или образовательных целях. Хотя они и принимаются международным сообществом, но не могут быть признаны в качестве официальных данных.

Международные организации также активно содействуют совершенствованию процессов сбора экологической информации и средствам проведения мониторинга. В последние годы ПРООН и GIZ сосредоточили свое внимание на поддержке развития национальной системы мониторинга, отчетности и верификации в Кыргызстане. В этом контексте совместные усилия ПРООН и GIZ привели к проведению первоначальных мероприятий по поддержке подготовки первого отчета по НБДЗ. Кроме того, в рамках проекта «Мониторинг повестки дня 2030» GIZ инициировала создание автоматизированной системы сбора данных, чтобы избежать дублирования или консолидации данных. Это означает, что данные непосредственно хранятся на центральных серверах Национального статистического комитета НСК, что позволяет избежать бумажного заполнения и сбора их районными статистическими управлениями. Однако только 10 форм были автоматизированы, и эти формы для сбора статистических данных не включают данные о почве.

Для того чтобы любые данные могли быть официально использованы, Национальный статистический комитет должен утвердить методологию сбора и обработки этих данных. Именно поэтому НСК играет центральную роль в подготовке национальных отчетов. НСК представляет все необходимые данные для составления важных официальных отчетов, и поэтому несет ответственность за данные, упомянутые в них. НСК также является главной организацией, отвечающей за мониторинг ЦУР: НСК координирует сбор данных по показателям ЦУР, предоставляемые соответствующими государственными органами. Три показателя, используемые для оценки НБДЗ, также рекомендуются в качестве субиндикаторов для расчета показателя ЦУР 15.3. В данном случае исполняющим органом является МСХППиМ.

Обзор существующей организационной структуры показывает, что нет централизованной системы сбора данных, которая могла бы удовлетворить потребности в информации для оценки, мониторинга и отчетности НБДЗ.

Уровень человеческого потенциала

Растущий спрос на экологическую информацию и необходимость разработки систем по управлению информацией на государственном уровне ведут к активизации деятельности по наращиванию потенциала. Тренинги организуются на базе государственных департаментов и ведомств и зачастую сопровождаются международными экспертами с целью повышения потенциала работы местного персонала с экологическими данными (в цифровом формате). В настоящее время одним из основных

катализаторов организации таких тренингов является создание процессов отчетности по ЦУР. Участие в международных тренингах и проектах способствует профессиональному развитию национальных кадров.

4.1.2 Основные трудности и проблемы, а также связанные с ними потребности в наращивании институционального потенциала

Несмотря на вышеупомянутые процессы развития в области сбора и оцифровки данных, имеется ряд ограничений в способности страны генерировать и использовать достоверные данные (Gotgelf, *in preparation*). В этой главе рассматриваются основные препятствия, связанные с недостатком человеческого и институционального потенциала для генерирования и использования качественных данных в Кыргызстане. Эти препятствия должны быть приняты во внимание и преодолены в преддверии подготовки второго отчета по НБДЗ в 2022 году.

Уровень технической инфраструктуры, данных и их формата

На первом этапе производства данных, необходимо в начале определить, какие данные необходимы, как их собирать и обрабатывать. В Кыргызстане экономические вопросы зачастую в приоритете над экологическими проблемами. Кроме того, ограниченные возможности государственных органов по сбору необходимых данных, которые являются чрезвычайно ресурсоемкими, приводят к нехватке экологической информации. Сбор земельных данных традиционно проводится вручную на местах, что является сложной задачей с точки зрения охвата всей страны. В некоторых случаях, как при инвентаризации лесов или мониторинге пастбищ, члены лесных или пастбищных сообществ сами ответственны за сбор данных. Следовательно, на данном этапе важно обеспечить обучение персонала для получения точных данных. К тому же, в стране существует значительный пробел в плане верификации качества данных, в особенности экологических: зачастую они скудные, а имеющиеся данные не совсем точные.

Собранные вручную данные обычно хранятся в бумажном виде, что затрудняет обмен информацией и снижает удобство их использования. На фоне нынешнего перехода к цифровизации, переход на онлайн-системы передачи данных требует преобразования "бумажных" данных в онлайн-формат, что связано с высокими затратами, поскольку все производители данных вынуждены оцифровывать свои данные. Кроме того, данные в бумажном формате обычно плохо структурированы, и поиск данных в архивах занимает слишком много времени. Если базы данных не являются автоматическими (а это встречается достаточно часто), то должен быть кто-то, кто отправлял бы данные при их запросе, что с точки зрения временных затрат сложно и дорого. Несмотря на оцифровку данных, в большинстве случаев, наблюдается фрагментированное (раздельное) хранение данных, каждое учреждение хранит свои данные в своих информационных базах. Эта проблема особенно актуальна в регионах, где многие местные учреждения зачастую не подключены к интернету или не имеют стабильной связи. Данные хранятся на USB-носителях, но не централизованно; и в случае текучки кадров (что наблюдается на местах), много информации и знаний теряется. Хранение данных сотрудниками на частных компьютерах также плохо для институциональной памяти.

Техническая инфраструктура для сбора и хранения земельных и экологических данных все еще находится на стадии разработки. Большая часть статистической информации вводится вручную в

онлайн-базу данных, при этом, используется старое советское программное обеспечение. Несмотря на то, что в стране наметились тенденции к созданию интегрированных информационных онлайн систем, многие вопросы все еще остаются не решенными.

Во-первых, такие системы очень дорогие, как с точки зрения затрат на установку, так и на техническое обслуживание. Даже при наличии финансовых средств, если системы уже созданы, ее обслуживание требует дополнительной кадровой и финансовой поддержки, что зачастую приводит к дополнительной ответственности и рабочей нагрузке для существующего персонала организации из-за отсутствия финансовых средств для найма ИТ-специалистов. Это в свою очередь приводит к техническим проблемам, возникающие при использовании таких информационных систем, которые не всегда могут быть быстро решены из-за отсутствия ИТ-навыков и знаний у штатного персонала.

Во-вторых, стремительное развитие в направлении цифровизации стимулирует государственные органы на быстрое реагирование. Каждое государственное учреждение пытается перейти на новый цифровой формат, чтобы быть подключенными к онлайн-системам. Они стараются достичь этой цели как можно скорее согласно имеющимся возможностям, следовательно, находятся в стрессовой ситуации. Это приводит к проблеме объединения всех систем, поскольку отсутствуют общие стандарты по формату данных и их хранения. Также отсутствует сотрудничество по этим вопросам. Ожидается что каждый межведомственный информационный обмен в режиме онлайн должен будет осуществляться через межведомственную систему обмена данными "Тундук", но вопрос о том, как подключиться к этой системе, остается для многих государственных органов открытым. Наконец, подключение онлайн-баз данных, когда данные из различных онлайн-источников должны автоматически поступать в одну систему, также ставит вопрос о безопасности и доступности данных: Статистический комитет уже много лет публикует свои данные в интернете, однако "технически" это не соотносится с планируемой интегрированной системой экологической информации.

Описанные проблемы напрямую связаны с другим краеугольным камнем управления данными в Кыргызстане – со стандартизацией. Как было указано выше, не существует общих правил, касающихся форматов данных и их хранения для консолидации информации из различных источников. Это приводит к трудностям технического и статистического характера и имеет последствия для информационной безопасности и качества, обмена данными, удобства их использования и доступности. Что касается сбора данных, то существуют определенные методологии и формы сбора статистических данных, однако эти правила остаются на бумаге или же им трудно следовать. В Кыргызстане на оптимизацию каждой формы (для сбора и обработки данных) традиционно уходит два-три года, что в принципе равнозначно процессу разработки нового стандарта. При подготовке первого национального отчёта по нейтральному балансу деградации земель был выявлен большой методологический пробел в обеспечении достоверности данных для показателя почвенного покрова, а именно разница в категориях землепользования между национальными и международными системами. В Кыргызстане, согласно закону о земельном фонде, выделяется семь категорий землепользования, а в международной системе землепользования определены шесть категорий. НСК пытался решить эту проблему путем сопоставления этих двух систем, приведя национальные данные в соответствие с показателями международной системы землепользования. Таким образом, для соблюдения одного из основных статистических законов необходима новая система категорий землепользования, сопоставимая с международной, иначе анализ становится затруднительным. Аналогичным образом, с точки зрения учета запасов углерода, многие организации собирают данные об органическом углероде. Однако эти инициативы носят

скорее консультативный характер. Методология сбора, обработки данных и собранные данные должны утверждаться со стороны НСК. Важно также, что такая методология не только облегчит проведение отдельных наблюдений, но и позволит продолжить наблюдения в будущем. На этом фоне признание методологии разработанной проектом CARB-ASIA на национальном уровне стал бы решающим шагом на пути к стандартизации учета органического углерода в почвах.

Вышеупомянутые препятствия имеют серьезные последствия в отношении обеспечения потребности в земельных данных и их использования. Недостаток данных о показателях землепользования и качестве почв, а также различия в форматах данных и информационной инфраструктуры затрудняют обмен данными и их использование как для принятия решений, так и для подготовки национальных сообщений. В первом случае это, в основном, приводит к отсутствию научно-обоснованной практики землепользования и землеустройства. В последнем случае это приводит к неустойчивой практике подготовки и предоставления отчетности. Данные представляются в разных форматах за разные годы, и формы отчетности часто меняются, что затрудняет поиск соответствующих данных для дальнейшей коммуникации. Например, в ходе проведения национальной инвентаризации лесов эксперты получили много информации о лесах, но они испытывают затруднения в управлении этими данными (например, в каких ситуациях какую информацию использовать). Доступ к этой информации и ее использование, например, для отчетности, является большой проблемой.

Организационный уровень

В дополнении к проблемам относительно функциональности данных, важно учитывать трудности в организации взаимодействия заинтересованных сторон по обмену данными и информацией. Получение качественных и достоверных данных обычно является непростой задачей, информация предоставляется на основе письменного запроса, что неудобно для пользователей. Основная проблема связана со слабой координацией между государственными органами и внутри ведомств. Хотя обмен данными с переходом к процессам цифровизации упрощается, но проблема сохраняется из-за слабой мотивации для обмена данными. Многое зависит от неформальных внутренних процедур и взаимодействия на личностном уровне. Естественно, что специалисты и организации не готовы или не заинтересованы делиться информацией, потому что данная информация и знания – это их капитал. Люди не хотят делиться информацией, потому что получатель может использовать данные в собственных целях, что порождает конкуренцию и отказ от сотрудничества между вовлеченными сторонами. Таким образом, некоторые официальные поставщики информации пытаются воспрепятствовать другим источникам в предоставлении более дезагрегированной и точной информации (хотя спрос на неё растет и некоторые организации не имеют достаточных мощностей из-за старой инфраструктуры), поскольку они боятся потерять свою нишу информационного монополиста.

Еще одним важным аспектом является отсутствие контроля над вопросами реализации программ управления земельной информацией: просто предложить идею или механизм решения проблемы недостаточно, необходимо отслеживать прогресс и двигаться к результату. Что касается международной отчетности, то она зачастую рассматривается как единовременное мероприятие. Поскольку государственные органы не располагают достаточным техническим и кадровым потенциалом, то разработка отчетов часто поручается внешним национальным или международным экспертам. Таким образом, группа экспертов, созданная для разработки первого отчета по НБДЗ,

прекратила свое существование сразу же после завершения разработки этого отчета. Это неустойчиво с точки зрения внедрения НБДЗ. В настоящее время, в преддверии подготовки второго отчета по НБДЗ, отсутствует координация усилий по внедрению НБДЗ на национальном уровне, по-прежнему существуют методологические пробелы, а, следовательно, нет достоверных и точных данных о качестве земель для составления официального отчета и разработки земельной политики.

Уровень человеческого потенциала

В заключение, необходимо отметить, что человеческий потенциал играет важную роль в предотвращении или стимулировании определенных процессов. В области почвоведения существует острая нехватка специалистов, особенно в таких государственных органах, как Кыргызгипрозем, так как такая работа низкооплачиваемая и малопривлекательна для молодежи. Таким образом, разработка новой методологии оценки запасов углерода собственными силами государственных организаций является сложной задачей; анализ почв в Кыргызстане сильно ориентирован на производство данных, и поэтому нуждается в большей научной поддержке, особенно в разработке новых методологий. Почвоведы Кыргызгипрозема работают в традиционном режиме и не обладают достаточным потенциалом и финансовой поддержкой для разработки новых методик. Аналогичные причины объясняют наличие пробелов в мониторинге пастбищ. В настоящее время государство финансирует только оценку и мониторинг пахотных земель. Однако в Кыргызстане пастбищных земель больше, чем пахотных земель, и они наиболее уязвимы к деградации, что требует больших финансовых ресурсов для проведения мониторинга. Департамент пастбищ МСХППиМ уделяет основное внимание работе с пастбищными комитетами и не имеет достаточного потенциала для проведения мониторинга в связи с недостатком подготовленных специалистов.

Недостаток технических навыков значительно усугубляет эту проблему. Например, большинству организаций не хватает ИТ-навыков, таких как обработка данных в централизованных базах данных с помощью современного программного обеспечения, такого как SPSS или Excel, или навыков программирования для создания и обслуживания этого программного обеспечения. Специалисты привыкли работать с бумажными носителями информации. Аналогичным образом, пространственные данные в этой области редко используются, так как нет навыков и общих стандартов.

Большая часть деградации земель происходит из-за недостатка знаний. В случае с использованием пахотных земель, у фермеров недостаточно знаний о роли качества почвы для выращивания культур, что приводит к неконтролируемому и неизбирательному использованию удобрений. Зачастую, фермеры принимают решения ориентируясь на получение краткосрочной прибыли. То же самое происходит и в случае управления пастбищами. Пастбищная реформа 2009 года была направлена на улучшение условий пастбищ. Однако большинство реализованных проектов было ориентировано на улучшение инфраструктуры и приобретение нового оборудования, а не на улучшение условий пастбищ. Также, на более высоком правительственном уровне наблюдается недостаточная осведомленность в необходимости срочного решения проблем деградации земель. Если эта проблема не будет решаться сегодня, то бездействие будет иметь серьезные экономические последствия в будущем.

Выявленные выше препятствия и пробелы приводят к снижению потенциала страны по генерированию достоверных данных как для выполнения международных обязательств по

представлению отчетности по НБДЗ, так и для принятия обоснованных решений в управлении землепользованием. В Кыргызстане информация о земле в частности и экологическая информация в целом генерируется, в основном, государственными министерствами или ведомствами, которые делают упор на двусторонние подходы к обмену информацией. В частности, это приводит к сильной зависимости от функциональных аспектов информационного обеспечения, таких как разработка статистических форм сбора данных и функционирование информационных онлайн систем. По нашему мнению, главное внимание уделяется стороне обеспечения данными и интересам производителей данных. Это означает, что генерирование информации зачастую ограничивается простым сбором данных, в то время как специальных знаний в области анализа недостаточно, чтобы сделать ее более доступной и полезной. Что касается удовлетворения потребности в информации со стороны пользователей, то основное внимание уделяется государственным министерствам и ведомствам как основным и официальным производителям информации. Потребности других пользователей информации (например, фермеров, компаний, университетов и НПО) зачастую не учитываются. Кроме того, потребность в статистических данных по экологическим показателям и изменению климата является весьма новым явлением и такую информацию сложно генерировать и предоставлять. Например, в таких вопросах как запасы органического углерода в почвах, где динамика данных играет важную роль. Однако в Кыргызстане собранная статистика не позволяет отслеживать изменения, так как сбор данных имеет другую цель, а именно знать статическое количество интересующего объекта (в чистом виде).

ОСНОВНЫЕ ФАКТЫ: Оценка имеющегося потенциала

- *Концентрация внимания стороне предложения информации является не эффективной стратегией для развития достоверной и устойчивой отчетности в Кыргызстане. Сюда относится сильная зависимость от функциональных аспектов, то есть акцент делается на техническую инфраструктуру, а не на подходящий формат предоставления информации и ориентирование на ее потенциальное использование. Кроме того, отсутствие стандартов, которые могли бы сопровождать процесс цифровизации, приводит к фрагментации информационных систем с наборами данных, которые не являются взаимозаменяемыми и не могут быть интегрированы друг с другом.*
 - *Мало внимания уделяется будущему использованию данных и спросу на них. Институциональная фрагментация и слабое сотрудничество между правительственными и неправительственными организациями также препятствуют эффективному обмену информацией.*
-

4.2 Предложения по официальному признанию разработанной методологии и повышению национального потенциала для выполнения обязательств по отчетности НБДЗ

4.2.1 Важность официального признания новой методологии

Для реализации на практике работ по НБДЗ, необходимо (1) обеспечить стандартизированный подход к установлению субиндикаторов и (2) содействовать наращиванию потенциала для проведения оценки и мониторинга, и составлению отчетности на национальном уровне (IAEG-SDGs 2016). Институционализация предлагаемой методологии поможет решить первую задачу. Признание разработанной методологии для создания исходных параметров показателя ПОУ является необходимым и важным шагом на пути к достижению НБДЗ в Кыргызстане. Высокое качество и достоверность данных позволят ставить реалистичные цели, которые, в свою очередь, обеспечат четкое направление действий. НБДЗ даст возможность получению многочисленных преимуществ по решению вопросов касательно национальных приоритетов развития, таких как продовольственная безопасность, снижение уровня бедности и меры по изменению климата. Наконец, НБДЗ служит "линзой", которая помогает сосредоточиться на многочисленных услугах, предоставляемых землей, создавая согласованность между стратегиями устойчивого развития (UNCCD 2017).

Предлагаемая методология является научно обоснованной, и адаптирована к международным стандартам и стандартам НБДЗ. Официальное признание данных, полученных с помощью предлагаемой методологии, облегчит проведение мониторинга земель и отчетности для КБООН, а также предоставит возможность для проведения скоординированного мониторинга и предоставления отчета другим международным конвенциям и инициативам, таким как РКИК ООН, Конвенция о биологическом разнообразии (КБР), ЦУР, поскольку углерод является универсальным индикатором для международной отчетности. Таким образом, принятие и внедрение данной методологии приведет к выполнению страной международных обязательств.

Кроме того, реализация предложенной методологии позволит производить расчеты данных в первую очередь на самом детальном уровне – на уровне 3², обеспечивая тем самым более высокое качество данных. В соответствии с многоуровневым подходом, рекомендованным для расчета показателей, уровень 1 соответствует методу по умолчанию и опирается на геопространственную информацию и моделирование, в то время как уровень 3 является наиболее детальным методом, основанным на наземных измерениях. Государство может извлечь выгоду из таких точных данных, полученных в рамках оценки НБДЗ, поскольку они могут быть использованы для различных целей. Таким образом, использование предложенной методологии имеет важное значение для определения динамики содержания органического углерода в почвах Кыргызстана, так как оценки качества почв не проводились уже давно (последние оценки были сделаны около 40-50 лет назад). Эти данные можно было бы также использовать для долгосрочного мониторинга почв. Более того, если данные по органическому углероду почвы будут доступны, то они могут быть использованы для обучения студентов и будущих специалистов, чтобы помочь накопить знания для борьбы с деградацией почв.

Эти данные также необходимы для принятия обоснованных решений по землепользованию и планированию сельскохозяйственных мероприятий на региональном или национальном уровнях.

² Трехуровневый процесс сбора данных по показателям НБДЗ (см. подраздел 2.1.2)

Кроме того, они позволяют измерять природный капитал (величину изменения показателей) и экосистемные услуги, предоставляя тем самым возможность количественно оценивать и регулировать балансы преимуществ и недостатков между экосистемными услугами (UNCCD 2017). Данные ПОУ также могут быть использованы для экономической оценки земель в частном секторе, например, продемонстрировать, что участки с высокими значениями ПОУ являются более продуктивными.

В связи с тем, что сбор данных обычно обходится дорого, данная методология предлагает более эффективный подход: оценка запасов углерода должна проводиться только один раз для установления базового/исходного уровня, по которому будут сравниваться изменения (мониторинг). Это гораздо дешевле и эффективнее, чем создание постоянных участков для оценки почвы и проведение их мониторинга с целью изучения аналогии взаимосвязей, чтобы оценить изменения ПОУ путем регистрации землепользования и интенсивности её использования; тогда не нужно будет брать так много проб ПОУ по стране. Кроме того, для определения общенациональных значений запасов углерода отпадет необходимость физически охватывать всю страну с точки зрения отбора проб почвы; вместо этого можно провести анализ репрезентативных участков.

Предлагаемая методология оценки запасов углерода в почве ориентирована на сбор данных для национальной отчетности и разработку национальной и/или региональной политики в области предотвращения и снижения деградации земель. Однако существует также потребность в данных о состоянии почв и их деградации, которые могут быть непосредственно использованы землепользователями для принятия соответствующих мер по их восстановлению.

ОСНОВНЫЕ ФАКТЫ: Важность официального оформления новой методологии

- Предлагаемый подход к учету ПОУ_{запас} представляет собой научно-обоснованную методологию, адаптированную к международным стандартам. Принятие и внедрение этой методологии позволит стране выполнить международные обязательства по отчетности НБДЗ.
 - Предлагаемая методология включает в себя экономически эффективный подход для получения точных данных об оценке запасов органического углерода в почвах.
 - Достоверные данные имеют важное значение для принятия обоснованных решений на региональном или национальном уровне и могут также использоваться для:
 - определения динамики содержания органического углерода в почвах Кыргызстана;
 - измерения природного капитала и экосистемных услуг, тем самым, предоставляя возможность количественно оценивать и управлять балансом между преимуществами и недостатками экосистемных услуг;
 - проведения экономической оценки земельных участков в частном секторе.
-

4.2.2 Рекомендации по развитию потенциала

В этой главе рассматривается еще один важный аспект практической реализации НБДЗ – наращивание потенциала в области оценки, мониторинга и отчетности на национальном уровне. Предложения по повышению национального потенциала будут также различаться в зависимости от различных уровней управления экологическими данными и информацией.

Уровень технической инфраструктуры, данных и их формата

При проведении анализа текущего потенциала национальной системы управления экологической информацией было выявлено ряд проблем на уровне управления данными. Главным образом наблюдается сильная зависимость от таких функциональных аспектов, как техническая инфраструктура. Меньше внимания уделяется определению подходящего формата предоставления информации и ориентации на ее потенциальное использование. Кроме того, отсутствие стандартов, которые могли бы сопровождать процесс цифровизации, приводит к фрагментации информационных систем с наборами данных, которые не являются взаимозаменяемыми и не могут быть интегрированы друг с другом. Таким образом, проблема стандартизации является центральной практически на всех этапах генерирования информации, таких как сбор, обработка, распространение и использование данных.

Во-первых, строгое соблюдение стандартов сбора и анализа информации обеспечит получение точных данных и их дальнейшее эффективное использование. Как продемонстрировано в контексте выполнения настоящей работы, анализ почв включает в себя большое количество стандартных процедур, которым необходимо следовать с высокой точностью, шаг за шагом, чтобы иметь надежные данные, которые можно сравнить с другими данными, будь то в других странах или же в рамках одного набора данных. Предлагаемая методология учитывает современные требования к сбору данных ПОУ, а также специфический ландшафт Кыргызстана и возникающие в результате этого доминирующие факторы, влияющие на ПОУ. Кроме того, был рассмотрен существующий национальный потенциал (например, соблюдение кыргызских стандартов при проведении анализа проб почвы), с тем чтобы эта методология могла применяться без внешней поддержки. Что касается других показателей, имеющих отношение к НБДЗ (почвенно-растительный покров и продуктивность земель): при выборе между несколькими различными подходами, существующими для расчета каждого показателя, рекомендуется, где это возможно, проводить процесс гармонизации, ведущий к стандартизации (UNCCD 2017). Таким образом, официальное признание предлагаемой методологии оценки ПОУ_{запас} и согласие о методах расчета других показателей НБДЗ является важным шагом с точки зрения соблюдения стандартов в процессе отчетности по НБДЗ.

Во-вторых, крайне важно установить технические стандарты и соответствующие концептуальные рамки для внедрения системы мониторинга НБДЗ, основанные на сети национальных и/или региональных систем (UNCCD 2017). Общие технические стандарты, в частности стандарты хранения и формата данных (например, дезагрегирование, открытый доступ, геопространственная интеграция), должны позволять (автоматически) соединять различные онлайн базы данных для более эффективного обмена информацией (Keijzer and Klingebiel 2017). Выше отмеченные моменты важны и необходимы для учета при интеграции данных ПОУ и установленного базового уровня для введения информации по ПОУ в существующие совместно используемые цифровые системы обмена

информацией. В Кыргызстане, согласно планам вновь созданного Государственного агентства по земельным ресурсам, будет создана цифровая база данных, где будут храниться все ГИС-данные о земле. Данная база является подходящим местом для хранения обработанных данных ПОУ, а также основным источником информации о почвенном покрове и продуктивности в цифровом виде. Кроме того, исходные и обработанные данные ПОУ могут храниться в Кыргызгипрозе, как основном учреждении, ответственном за проведение наблюдений за земельными ресурсами и состоянием почв, и должны интегрироваться в планируемую цифровую базу данных по почве. Однако в таком случае обработанные данные должны быть легко доступны для использования другими государственными ведомствами и агентствами. В любом случае необходимо достичь согласия относительно общего формата данных для повышения удобства их использования. Для данных ПОУ важно, чтобы одни и те же данные собирались и хранились согласно общему стандарту для каждого образца. Данные должны храниться в одном и том же формате (таблицы, обозначения и т. д.) и в тех же единицах измерения (например, т/га). Это особенно важно для моделирования поскольку рекомендуется использовать стандартное программное обеспечение, такое как R³ и ArcGIS. Геопривязка для этих целей очень важна. Эксперты в этой области предполагают, что хранение данных в централизованных цифровых базах данных может улучшить доступность данных, например, путем предоставления различных уровней доступа для государственных органов, землепользователей, университетов и НПО. Централизованное хранение данных также улучшит обмен информацией и приведет к более эффективному и оперативному принятию решений по вопросам землепользования и планирования. Более того, при автоматизации систем отпадет зависимость от одного технического администратора для управления данными в режиме онлайн. Обновление данных может происходить быстрее, что позволит проведение более эффективного анализа данных и их использования. При достижении соглашения об общем формате данных все еще могут быть потенциальные проблемы в отношении вопросов координации, что требует времени, финансирования и принятия политического решения. Вопрос о самом формате может быть сложным в зависимости от наличия цифровых данных, необходимых для проведения оценки и мониторинга почвенного покрова и продуктивности земель, а также необходимого человеческого потенциала и навыков для обработки геоинформационных данных.

Наконец, на более общем уровне в целях совершенствования национальной отчетности следует использовать стандартизированный процесс для поддержки упреждающей части административной статистики, который позволит также и другим производителям данных, а не только официальным статистическим органам, предоставлять данные для официальной национальной отчетности (Keijzer and Klingebiel 2017). Это означает, что государственные органы и агентства, собирающие данные для собственного использования, должны публиковать их, в то время как НСК может использовать эти данные для официальной статистики. Это позволит избежать двойной работы, которую в настоящее время выполняют агентства и министерства, заполняя формы, полученные от НСК для сбора данных. Кроме того, следует разработать подходы для проверки и подтверждения информации, получаемой от негосударственных субъектов, таких как национальные университеты или НПО, для дальнейшего ее использования в качестве официальных данных.

³R Development Core Team, 2018. R: a language and environment for statistical computing. Wien: R Foundation for Statistical Computing.

Стандартизация различных аспектов управления данными является ключом к достижению их совместимости, что является важным показателем хорошего качества данных и связана с возможностью их повторного использования и обработки в различных приложениях, тем самым позволяя различным информационным системам работать вместе (JUDS (Joined-Up Data Standards project) 2016). Совместимость данных должна быть связана как со сбором, так и с использованием данных, и должна отражаться в практике организации работы и планах управления данными, охватывающих все звенья цепочки генерирования и использования информации. На уровне технической инфраструктуры требуется, чтобы данные собирались и хранились в цифровом виде и были доступны через стандартизированные форматы в централизованных онлайн системах. На уровне данных, необходимо соблюдать стандартизированные процедуры сбора и обработки данных. На организационном уровне, речь идет об эффективном распределении ответственности за сбор, обработку, анализ и распространение данных как внутри организаций, так и между ними (Morales and Orrell 2018). В Кыргызстане такая стандартизация сбора и обработки данных ПОУ может стать важным шагом для достижения задач в этом направлении.

Кроме того, в вопросах информационного обеспечения, мало внимания уделяется будущему использованию данных. В этой связи рекомендуется развивать потенциал предоставления данных, ориентированных на спрос, уделяя особое внимание пользователям данных и будущему удобству использования данных (Keijzer and Klingebiel 2017). При оценке НБДЗ генерирование данных должно руководствоваться не только соблюдением международных обязательств по представлению отчетности (например, НБДЗ или отчетности по изменению климата), но и предоставлением полной картины о ситуации в отношении качества земель, которая должна быть доступна национальным и региональным государственным органам. Данные, полученные в результате оценки НБДЗ и ее будущего мониторинга, служат доказательством необходимости разработки политики в области снижения деградации земель. КБОООН рекомендует рассматривать оценку НБДЗ и будущий мониторинг в качестве средства обучения, поскольку это открывает возможности для наращивания потенциала, предоставляет основу для оценки принятых решений и проведенных мероприятий, и планирования управления земельными ресурсами в будущем. Также это дает возможность получения знаний для информирования об адаптивном управлении. Верификация результатов мониторинга также должна быть компонентом процесса обучения, который послужит основой для адаптации действий по достижению целей НБДЗ (UNCCD 2017). Эксперты в Кыргызстане видят потенциал в использовании информации, генерируемой Министерством сельского хозяйства, для оценки земельных ресурсов, планирования структуры посевов, прогнозирования производства и обеспечения продовольственной безопасности. Надлежащее хранение и интеграция данных НБДЗ в существующие и будущие общие онлайн системы должны способствовать их использованию лицами, принимающими решения на национальном и/или региональном уровнях для достижения выше отмеченных целей. Таким образом, должна быть также обеспечена возможность использования этих данных для подготовки отчетов согласно требованиям международных конвенций.

Достижение желаемых изменений в отношении совместимости и повышения удобства использования данных во многом зависит от координации работ. При слабой координации работы, информационные системы и платформы данных зачастую не имеют общих целей и не обладают потенциалом для обеспечения синергии и согласованности. В результате слабой координации происходит фрагментирование информационных систем с наборами данных, которые не являются взаимозаменяемыми и не могут быть интегрированы друг с другом. Это общая проблема, которая

непосредственно препятствует эффективному генерированию и обработке данных, необходимых для достижения и мониторинга НБДЗ (это касается и других показателей, таких как индикаторы ЦУР). Решение этой проблемы требует скоординированного подхода и набора общих руководящих принципов для всех государственных органов, которые с самого начала должны учитывать совместимость данных (например, при покупке программного обеспечения). Это требует обеспечения того, чтобы управление данными и принципы управления стали неотъемлемыми компонентами организационных стратегий (Morales and Orrell 2018). Для достижения этой цели Правительству необходимо разработать скоординированный подход и набор общих руководящих принципов (методических указаний) для всех государственных органов.

Таблица 7: Рекомендации для возможных изменений – уровень технической инфраструктуры, данных и их формата

Имеющийся потенциал	Повышение потенциала
<i>Уровень технической инфраструктуры, данных и формата</i>	
• большая зависимость от функциональных аспектов информационного обеспечения, то есть от разработки и эксплуатации информационной системы	• фокусирование на подходящий формат разработки данных (т. е. единый формат сбора и хранения данных, разработка различных уровней доступа, геопространственная интеграция)
• фокусирование на вопросах обеспечения информации	• сосредоточение внимания на потенциальных пользователях данных и их воздействии (например, данные, полученные в результате оценки НБДЗ и ее будущего мониторинга дают фактические данные для разработки политики в области снижения деградации земель, а также могут быть использованы для планирования структуры сельскохозяйственных культур, прогнозирования производства и обеспечения продовольственной безопасности на национальном и региональном уровнях)
• мало внимания уделяется будущей применимости данных	
• низкий уровень совместимости данных из-за устаревших стандартов сбора и хранения информации	• улучшение совместимости данных по всей цепочке производства и передаче информации путем установления общих технических стандартов для повышения возможности более эффективного повторного использования и обработки одних и тех же данных в различных приложениях, что позволит различным информационным системам работать вместе

• низкий уровень достоверности и качества данных (высокий уровень неопределенности) и слабые процессы верификации	• разработка процесса верификации с участием соответствующих заинтересованных сторон, обладающих различными компетенциями. Кроме того, рассмотрение мониторинга НБДЗ как инструмента обучения (например, результаты мониторинга могут служить основой для адаптации действий по достижению цели НБДЗ)
---	---

Организационный уровень

Установление целевого показателя НБДЗ не является отдельно взятым процессом, а предоставление возможности для оптимизирования и координирования различных вопросов между различными отраслевыми министерствами и секторами, участвующими в управлении земельными ресурсами. В качестве странового процесса, успешное установление и осуществление целевых показателей НБДЗ зависит от того, насколько высок уровень политической приверженности и участие широкого круга секторов и заинтересованных сторон (UNCCD 2017). Однако нынешняя институциональная среда в Кыргызстане разрознена и координация между государственными органами и ведомствами слабая. Следовательно, предлагается сосредоточить внимание на двух основных аспектах для решения выявленных проблем, проводя различие между двумя организационными уровнями – «политическим» и «техническим» – и различными аспектами структуры НБДЗ – оценки, мониторинга и отчетности.

Во-первых, крайне важно создать постоянную Национальную рабочую группу по НБДЗ в целях содействия межведомственному и межсекторальному сотрудничеству. Поскольку группа экспертов, созданная для разработки первого отчета по НБДЗ была распущена после завершения работы над отчетом, то создание новой рабочей группы на постоянной основе стало бы решающим шагом на пути к созданию координационного механизма для оценки, мониторинга и комплексного планирования землепользования и управления в различных масштабах и секторах. Это также обеспечит вклад заинтересованных сторон в процесс принятия национальных и международных решений и представления отчетности (UNCCD 2017). В эту группу должны войти представители всех ответственных министерств, ведомств и организаций, занимающихся земельными вопросами, включая Кыргызскую Академию наук. Эта межведомственная группа может быть создана по инициативе Министерства сельского хозяйства, которое является координационным центром (фокал поинт) КБООН: однако для получения более высокого статуса и, следовательно, обеспечения интеграции вопросов деградации земель в политическую повестку дня, национальные эксперты предлагают сформировать ее непосредственно при Правительстве Кыргызской Республики. Это может показаться сложной задачей, но ожидается, что она будет более эффективной, чем создание рабочей группы в рамках одного конкретного министерства, что ограничит ее полномочия. Создание такой группы непосредственно при Правительстве может стать переломным моментом в борьбе с деградацией земель и позволит сосредоточиться на наращивании потенциала в министерствах и секторах, а также на финансировании необходимых мер для достижения НБДЗ.

Рабочая группа объединит заинтересованные стороны и послужит платформой для обмена информацией между представителями всех заинтересованных сторон, непосредственно связанных с процессами управления земель и способных внести свой вклад в достижение целей НБДЗ. Для этого

необходимо активизировать процесс вовлечения заинтересованных сторон (UNCCD 2017). В настоящее время в Кыргызстане существует множество платформ для обмена информацией, но большинство из них не институционализированны и носят скорее неформальный характер. Остается открытым вопрос о том, как официально инициировать такие платформы, чтобы различные заинтересованные стороны могли непосредственно участвовать в разработке политики и процессов, связанных с НБДЗ. Созданная при Правительстве рабочая группа по НБДЗ могла бы поддерживать и укреплять существующие сети, которые не связаны с государственными и официальными системами управления. Такая работа подразумевает подключение существующих платформ на местном и/или региональном уровнях и их увязку с более обширными системами управления на национальном уровне. Более того, участие заинтересованных сторон необходимо для достижения эффективности инициатив по НБДЗ. Правительству Кыргызстана (при поддержке предложенной рабочей группы экспертов) необходимо разработать просветительские программы для вовлечения заинтересованных сторон в совместное генерирование знаний и взаимное обучение как на национальном, так и на местном уровнях. Это может быть достигнуто путем создания или использования многосторонних платформ на каждом соответствующем уровне с установлением связей между различными уровнями, как это рекомендовано UNCCD (2017). Такие многосторонние платформы важны для определения направления мероприятий по НБДЗ при помощи использования знаний и вовлечения местных заинтересованных сторон. Кроме того, важно подтвердить достоверность результатов мониторинга НБДЗ, которые должны быть проанализированы с использованием национальных и местных наборов данных и экспертных заключений для подтверждения точности данных мониторинга и последующей оценки состояния НБДЗ. Необходима разработка руководств по проведению мониторинга и верификации на национальном уровне. Для этого необходимо использование многосторонней платформы с участием заинтересованных сторон, связанной с сопоставимыми платформами на местном уровне (более подробная информация представлена в официальном отчете КБОООН о научно-политическом взаимодействии (UNCCD 2017)).

Учитывая разнообразие функций по вопросам землепользования, широкий круг заинтересованных сторон и секторов должен быть активно вовлечен в процесс достижения целей НБДЗ в Кыргызстане (UNCCD 2016):

- Государственные органы: в дополнение к тем учреждениям, которые непосредственно отвечают за разработку и осуществление земельной политики и планов на национальном и субнациональном уровнях (например, МСХППиМ и ГАЗР), также ключевые отраслевые министерства окружающей среды/лесного хозяйства, водоснабжения, горнодобывающей промышленности, энергетики, торговли, экономического развития и статистики могут стать ключевыми партнерами для осуществления программы действий по НБДЗ.
- Землепользователи: заинтересованные стороны, которые принимают непосредственные решения по вопросам управления земельными ресурсами в зависимости от их прав собственности на землю. Эта разнообразная группа включает мелких и крупных фермеров, сообщества пастбищепользователей и лесопользователей и частные компании.
- Частные поставщики услуг: те организации, которые поддерживают землепользователей и косвенно участвуют в управлении земельными ресурсами. Эта разнообразная группа включает в себя банки; поставщиков семян, удобрений и оборудования; поставщиков энергетических и коммуникационных услуг; торговцев, производителей и торговые палаты.

- Организации гражданского общества (НПО): те, кто связывает разные группы заинтересованных лиц по земельным вопросам, работая с местными землепользователями, их ассоциациями и государственными учреждениями, такими как САМР Алатоо, Агентство общинного развития и инвестиций Кыргызской Республики (АРИС) и другие.
- Партнеры по развитию: многосторонние и двусторонние донорские организации, которые оказывают финансовую и техническую поддержку партнерам, участвующим в управлении земельными ресурсами.
- Национальные научно-исследовательские институты: организации предоставляющие научные консультации по вопросам практики и политики землепользования, например, Кыргызский национальный аграрный университет, Кыргызская ассоциация почвоведов, Кыргызская Академия наук.
- НСК и его региональные подразделения (например, РУАР) играют решающую роль в управлении информацией о земле, верификации общих аспектов и статистики, а также формировании общих данных по экосистеме.

Таким образом, создание координационных механизмов в виде единого координационного органа непосредственно при Правительстве Кыргызской Республики, а также вовлечение многосторонних платформ на местном, региональном и национальном уровнях будет способствовать интеграции планирования и реализации НБДЗ в существующие процессы землеустройства, а также совершенствованию процесса отчетности НБДЗ, в котором Министерство сельского хозяйства будет играть ведущую роль в качестве координационного центра КБОООН и НБДЗ.

Во-вторых, для оценки и мониторинга НБДЗ в стране важен еще один аспект более «технического» характера. Со времени проведения аграрной реформы и до внедрения недавних институциональных изменений, оценка и мониторинг земель представлялись сложными и фрагментарными задачами, и было невозможно точно оценить изменения, своевременно оценить динамику, разработать мероприятия по предотвращению деградации и восстановлению земель, обеспечить контроль за эффективностью принимаемых мер. В настоящее время, наряду с недавним созданием нового Государственного агентства по земельным ресурсам (ГАЗР), возрождается идея консолидации земель для повышения экономической эффективности использования земель. Процесс создания нового агентства направлен на сосредоточение усилий и программ, направленных на улучшение управления земельными ресурсами и мониторинга. Это также подразумевает признание необходимости организации централизованной системы для более эффективного управления и оценки данных о землепользовании и развитии сельского хозяйства на национальном уровне.

Согласно рабочему плану ГАЗР, одним из приоритетных направлений является создание полнофункциональной инфраструктуры земельных данных, другими словами, все пространственные земельные данные будут храниться в одном геопортале, объединяя таким образом данные других государственных органов, владеющих земельными данными. С институциональной точки зрения, это облегчит достижение вышеупомянутой цели. На основе этих разработок рекомендуется создать централизованную информационную систему по вопросам мониторинга и оценки земель и достижений целей НБДЗ (The Global Mechanism of the UNCCD 2016). Эта информационная система должна быть интегрирована в планируемый геопортал и, таким образом, институционализирована в рамках постоянного органа, что также будет способствовать межведомственному сотрудничеству посредством обмена земельными данными.

Для реализации этой задачи, важно учесть рекомендации, изложенные в предыдущей главе. Например, важно согласовать стандарт хранения форматов данных, иначе могут возникнуть проблемы консолидации и обмена данными между различными ведомствами. Информация, генерируемая этой системой, должна быть доступна всем органам власти, которые оказывают влияние на землепользование. Таким образом, ГАЗР является ключевым действующим партнером, которое должно оказывать поддержку МСХППИМ в сборе информации для составления отчета по НБДЗ и в содействии межведомственной координации по этому вопросу. Для этого обработанные данные ПОУ также должны храниться в этой системе. Пространственные данные (геоданные), необходимые для оценки почвенного покрова могут быть получены из набора данных⁴ Европейского космического агентства и Инициативы по изменению климата, а данные о продуктивности земель могут быть получены из набора данных⁵ Объединенного исследовательского центра о динамике продуктивности земель. Эти данные также должны храниться в геоportале и регулярно обновляться. Более централизованное хранение всех данных в одном месте, необходимое для оценки и мониторинга НБДЗ – это эффективный способ организации информации. Для проведения обработки этих данных и произведения необходимых расчетов оценки изменений запасов углерода на основе данных о землепользовании необходим подготовленный персонал. При необходимости, следует провести обучение сотрудников (например, КБОООН может оказать поддержку в наращивании потенциала).

Для оценки запасов углерода, учет данных по ПОУ можно интегрировать в текущие почвенные наблюдения, проводимые Кыргызгипроземом, который с 2019 года является подразделением ГАЗР. В первую очередь необходимо будет генерировать данные по ПОУ для пахотных земель, но могут возникнуть ограничения в финансах и кадрах, поскольку Республиканская почвенная агрохимическая станция (РПАС) является единственной государственной организацией, проводящей анализ почвы. В этом случае другие организации (например, Кыргызский национальный аграрный университет) могут содействовать в проведении оценки ПОУ.

В настоящее время мониторинг почв на лесных и пастбищных территориях не проводится. Оценка запасов ПОУ в лесных зонах можно интегрировать в инвентаризацию лесопользования (ИЛП). Для покрытия дополнительных расходов, связанных со сбором данных и лабораторных анализов, эти расходы необходимо включить в бюджет инвентаризации лесов. Опрошенные нами эксперты считают, что ИЛП может извлечь выгоду из интеграции анализа почв, поскольку данные ПОУ также могут быть использованы для оценки потенциала секвестрации углерода в почве в контексте смягчения последствий изменения климата, и использоваться для отчетности по вопросам изменения климата. Кроме того, данные о почве также важны для планирования лесонасаждений. В качестве альтернативы, сбор данных ПОУ в лесных зонах можно поручить другим компетентным агентствам. Одной из главных задач, которую предстоит решить, является организация мониторинга пастбищ, который должен быть инициирован ГАЗР. Важной движущей силой для проведения такой работы будет признание значительной деградации пастбищ и официальная поддержка со стороны правительства. Оценка и мониторинг ПОУ на пастбищах может проводить Кыргызгипрозем, так как

⁴ <http://maps.elie.ucl.ac.be/CCI/viewer/>

⁵ <https://wad.jrc.ec.europa.eu/>

он уже участвует в оценке и мониторинге пастбищ, проводя геоботанические исследования, и может совмещать два вида деятельности. Кроме того, в стране осуществляются проекты по оценке пастбищ, и оценку ПОУ можно включить в сбор данных в рамках этих проектов. Например, проект ФАО разрабатывает глобальную методологию оценки пастбищных угодий, но в будущем эта методология должна быть стандартизирована в Кыргызстане.

Таблица 8: Предложения по структуре НБДЗ в Кыргызстане

Возможная организационная структура НБДЗ					
		Оценка и мониторинг		Отчетность	Реализация (достижение НБДЗ)
“ Политический ” организационный уровень		Создание постоянной рабочей группы по НБДЗ при Правительстве КР (по инициативе Министерства сельского хозяйства) - Для содействия Межведомственной и межсекторальной координации (МСХППиМ, ГАЗР (вкл. Кыргызгипрозем и Кадастр), ГАООСЛХ, НСК, Минфин, Академия наук, КНАУ, НПО и общественные организации) - Для активизации процесса участия заинтересованных сторон путем создания многосторонней платформы с целью обмена информацией: - поддерживать и укреплять существующие связи путем организации регулярных встреч; - вовлекать заинтересованных сторон в совместное генерирование знаний и обмен опытом; - использовать знания и активность заинтересованных сторон для разработки мер по достижению НБДЗ; - проверить достоверность результатов мониторинга НБДЗ с практической точки зрения.			
	Показатель ПОУ	<u>Кыргызгипрозем (РПАС)</u> сбор и обработка данных по почве (ПОУ_{запас})	Онлайн база данных почв Создание централизованной информационной системы (например, геоportal в рамках ГАЗР) База данных НСК Информационная система управления лесным хозяйством	<u>МСХППиМ</u> Ответственность за выполнение обязательств по представлению отчетов в качестве координационного центра по КБООН и НБДЗ (при поддержке ГАЗР по разработке данных)	<u>МСХППиМ / ГАООСЛХ</u> - обеспечение принятия обоснованных решений по вопросам землеустройства и сельскохозяйственного развития на национальном и региональном уровнях - решение приоритетных задач национального развития, таких как продовольственная безопасность, сокращение бедности и меры по борьбе с изменением климата
	Показатель почвенно-растительного покрова	<u>Кадастр/НСК/ГАООСЛХ</u> сбор и обработка данных о землепользовании (на основе данных национального земельного кадастра и НИЛ)			
	Показатель продуктивности земли	<u>Пахотные земли - НСК</u> - сбор и обработка данных об урожайности по стране <u>Пастбища - Кыргызгипрозем</u> - сбор и обработка данных геоботанических обследований <u>Лес – ГАООСЛХ</u> - сбор и обработка данных на основе инвентаризации лесопользования (ИЛП)			
„Технический ” организационный уровень		НПО, университеты и научно-исследовательские институты, международные организации и т.д. Содействие и поддержка процессов для достижения целей НБДЗ, используя свои знания и ресурсный потенциал			

Необходимо решить несколько открытых вопросов касательно предлагаемых обязанностей и задач. Во-первых, если данные о земле, в основном, необходимы в формате с географической привязкой, то как Национальный статистический комитет может их верифицировать? НСК обычно отвечает за национальные данные, используемые при подготовке международных отчетов, и опирается на

предыдущие отчеты, которые доступны в аналоговом формате. Это возвращает нас к вопросу о необходимой стандартизации процессов сбора и обработки земельных и экологических данных, особенно, касательно их формата. Во-вторых, это указывает на серьезную проблему в национальных системах экологической и земельной информации, а именно, на отсутствие валидации данных. Наконец, остается открытым вопрос о том, каким образом НСК может быть вовлечен и какую роль он должен играть в процессах оценки, мониторинга и отчетности НБДЗ.

И последний, но тем не менее важный вопрос, это создание официальной многосторонней платформы и её финансирование. Предполагается, что потенциальные расходы, связанные с деятельностью по оценке, мониторингу и отчетности по НБДЗ, будут, в основном, связаны с осуществлением оценки и мониторинга ПОУ, а также с вопросами координации. Успешное осуществление инициатив по НБДЗ будет зависеть от эффективной мобилизации ресурсов из всех возможных источников, начиная с национальных бюджетов для сбора данных и отчетности, внешних доноров и инновационных источников финансирования. Эффективное использование финансовых и людских ресурсов может быть усилено путем обеспечения сплоченных действий между земельной политикой, международными обязательствами и инвестициями как на глобальном, так и на национальном уровнях (UNCCD 2017).

Таблица 9: Рекомендации для возможных изменений – организационный уровень

Имеющийся потенциал	Повышение потенциала
<i>Организационный уровень</i>	
• институциональная фрагментация и слабое сотрудничество между органами власти, неправительственными организациями, а также между подразделениями внутри организаций • отсутствие правил и положений по обмену данными и информацией	• укрепление сотрудничества между различными отраслевыми министерствами и секторами, участвующими в управлении земельными ресурсами (например, путем создания постоянной рабочей группы по НБДЗ при Правительстве Кыргызстана, включая представителей гражданского общества) • использование подхода широкого участия различных сторон посредством организации многосторонней платформы (например, путем организации регулярных встреч широкого круга заинтересованных сторон и секторов, участвующих в процессе НБДЗ) • создание централизованной информационной системы мониторинга и оценки деградации земель (например, геопортал в рамках ГАЗР) и разработка информационной политики

Уровень человеческого потенциала

В дополнение к наращиванию институционального потенциала важную роль в содействии поддержке процесса НБДЗ играют повышение осведомленности и коммуникация (Arapov 2020). НБДЗ призван повышать осведомленность и информированность о межсекторальных и многочисленных преимуществах мер по НБДЗ, что обеспечит понимание инновационных возможностей, которые предоставляет НБДЗ, со стороны ключевых лиц, принимающие решения. Для обеспечения устойчивой и долгосрочной осведомленности, информация об экосистемных услугах, почвах и вопросах, имеющих важное экологическое значение, должна быть широко интегрирована в образование, начиная со школы.

Наращивание потенциала в вопросах оценки, мониторинга и отчетности по НБДЗ является сложной задачей в Кыргызстане. Международные организации, помогающие в проведении тренингов по наращиванию потенциала и предоставляющие международный опыт, играют значительную роль в развитии кадрового потенциала государственных министерств и ведомств. Национальные образовательные учреждения и университеты также могут способствовать укреплению человеческого потенциала путем подготовки и переподготовки специалистов в области экологического менеджмента, почвоведения и информатики. Вовлечение заинтересованных сторон будет способствовать обмену извлеченными уроками и тем самым способствовать наращиванию потенциала. Особое внимание следует уделять повышению потенциала в соответствующих министерствах и секторах. В этой связи важное значение будет иметь межсекторальная координация, а также вертикальная координация от национального уровня до областных и местных органов власти и управления (UNCCD 2017).

Кыргызские эксперты считают, что разработка механизма для содействия устойчивому развитию сельского хозяйства в стране имеет важное значение для создания информационной основы и внедрения НБДЗ. Такой механизм должен включать программу, направленную на повышение осведомленности о важности качества земель и почв для ведения сельского хозяйства, включая развитие инфраструктуры и усовершенствование лабораторий для проведения анализа почв. Общество также выиграет от этого, поскольку менее деградированные земли и плодородная почва означают лучшее производство продукции и продуктов питания, а для большинства населения Кыргызстана – гарантию занятости.

ОСНОВНЫЕ ФАКТЫ: Рекомендации по повышению потенциала

- Для повышения потенциала в области мониторинга и отчетности на национальном уровне следует учесть следующее:
 - Мы рекомендуем сосредоточить внимание на правильном формате генерирования информации, таком как дезагрегирование, открытый доступ, геопространственная интеграция, а также учитывать потребности пользователей данных и их воздействие.
 - Необходимо улучшить сопоставимость данных по всей цепочке производства и передачи информации для потенциального повторного использования и обработки данных в различных приложениях, что позволит различным информационным системам работать вместе;
 - Следует поддерживать упреждающую часть административной статистики, которая позволит другим производителям данных, например, университетам, НПО и землепользователям, а не только официальным отраслевым и статистическим органам, предоставлять официальные данные;
 - Координация является ключевым фактором к достижению совместимости данных. Следовательно, важно укреплять сотрудничество между различными отраслевыми министерствами и секторами, участвующими в управлении земельными ресурсами, путем четкого определения правил и процедур обмена информацией и ее использования;
 - Учитывая разнообразие функций по вопросам землепользования, в установлении и реализации целевых показателей, в НБДЗ должен активно участвовать широкий круг заинтересованных сторон и секторов. Это может быть достигнуто путем создания постоянной рабочей группы по НБДЗ и привлечения представителей гражданского общества;
 - Рассмотрение оценки и мониторинга НБДЗ в качестве средства обучения имеет важное значение, поскольку оно обеспечивает возможности для наращивания потенциала и основу для проверки гипотез, лежащих в основе уравнивающих решений и осуществляемых мероприятий. Сотрудничество между немецкими и кыргызскими партнерами в рамках проекта CARB-ASIA является важным шагом в этом процессе.
-

Глава 5. Выводы и перспективы

5.1 Извлеченные уроки и результаты проекта

- Процесс отчетности по НБДЗ в Кыргызстане находится на стадии разработки и еще недостаточно хорошо налажен. Опыт разработки первого национального отчета показывает, что Кыргызстан имеет ряд ограничений в выполнении требований международной отчетности по НБДЗ. К ним относятся нечеткое распределение обязанностей и слабая межведомственная координация по вопросам деградации земель, а также отсутствие надежных и высококачественных национальных данных о ПОУ_{запас} которые можно было бы использовать как для отчетности, так и для принятия обоснованных решений в области землепользования.
- В рамках проекта CARB-ASIA была разработана и апробирована методология оценки и учета национальных запасов органического углерода в почве (ПОУ_{запас}), пригодная для составления отчетности по НБДЗ. Все национальные и глобальные данные, имеющиеся по Кыргызстану, были пересмотрены и проверены на предмет их качества и достоверности для оценки ПОУ_{запас}. Конкретный план обследования и выборочный подход позволили учесть мелкомасштабный уровень неоднородности ПОУ. Методология основана на следующих аспектах:
 - В отношении ПОУ_{запас} были определены репрезентативные участки, которые на основе имеющихся данных, показывают корреляцию ПОУ_{запас} с основным почвенным покровом, высотой и климатом;
 - Репрезентативные участки были исследованы и отобраны в ходе двух полевых кампаний. Для обеспечения статистической значимости, на всех отобранных участках, где это возможно, выборка проводилась по три раза. В общей сложности, были взяты пробы на 19 участках в 69 отобранных территориях. Охват отобранных участков для определения ПОУ Кыргызстана составил более 80%.
- Результаты показали, что данный метод применим для прогнозирования ПОУ_{запас}, который необходим для предоставления отчета по НБДЗ. Рассмотрение следующих аспектов оказалось особенно необходимыми для достоверного учета ПОУ_{запас} в почвах Кыргызстана: маломасштабная изменчивость содержания органического углерода в точках отбора проб, интенсивность отбора проб, анализ объемной плотности мелко- и крупнозернистой почвы, а также корневой массы. Почвенно-растительный покров, количество осадков и высота над уровнем моря являются одними из основных факторов, влияющих на ПОУ_{запас} в Кыргызстане. Обследования лесных районов, особенно лиственных лесов, по-прежнему недостаточно представлены в нынешнем объеме выборки и должны проводиться в ходе будущих обследований.
- Кыргызстан опирается на традиционный подход предоставления данных, который в большей степени ориентирован на генерирование данных и включает двусторонние подходы обмена информацией. Необходим новый многоаспектный подход для того, чтобы инициировать более эффективное предоставление данных и их использование для принятия обоснованных

решений в области разработки политики и землепользования, а также для подготовки национальной отчетности. Такой подход должен основываться на разработке подходящих форматов для генерирования информации, которые необходимо принимать на национальном уровне и которые должны отвечать международным требованиям, а также учитывать его потенциальные последствия. Важную роль также должно сыграть расширение сотрудничества между широким кругом заинтересованных сторон и секторов, которые активно участвуют в постановке и реализации целей НБДЗ. В преддверии составления отчета в будущем, например, для подготовки второго отчета по НБДЗ в 2022 году, а также национальной отчетности по показателям ЦУР, следует запланировать обеспечение дополнительного потенциала.

- Управление информацией связано не только с генерированием и обработкой данных (инфраструктурой и содержанием данных), но также включает в себя человеческие, институциональные и организационные аспекты. Управление данными и информацией о земле является многоаспектным, и поэтому рекомендуется учитывать различные факторы функциональности данных. Скоординированный подход и набор общих руководящих принципов для всех органов, участвующих в генерировании информации, начиная со сбора данных и заканчивая их использованием для отчетности и/или принятия решений, необходимы вдоль всей цепочки генерирования информации. Это позволит с самого начала интегрировать принцип совместимости земельных и экологических данных.
- Следующим шагом в реализации предлагаемой методологии является ее официальное признание на национальном уровне. Министерство сельского хозяйства, пищевой промышленности и мелиорации Кыргызской Республики в качестве национального координационного центра по мониторингу и отчетности КБООН и НБДЗ должно возглавить процесс утверждения методологии. Например, методология может быть утверждена отделом технической методологии Государственного агентства по земельным ресурсам, который играет ключевую роль в процессах внедрения НБДЗ. Этот шаг необходим для выполнения международных требований к отчетности, а также для получения надежных данных для принятия обоснованных решений на региональном и национальном уровнях.

5.2 Ограничения данного исследования

- Текущая ситуация с COVID-19 может привести к изменению приоритетов в стране и экологические вопросы, как деградация земель, могут отойти на второй план, что было бы нежелательно, поскольку вопрос продовольственной безопасности в период данного кризиса стоит особенно остро.
- Наличие пространственных цифровых данных высокого разрешения, имеющих отношение к оценке ПОУ_{запас}, таких как почвенно-растительный покров, является серьезным ограничением данного исследования.

5.3 Применимость результатов проекта

- В настоящее время все страны Центральной Азии сталкиваются с аналогичными проблемами в отношении сбора, организации, хранения и обмена данными по вопросам земли, в частности и экологическими данными, в целом. Нехватка данных, отсутствие хорошо разработанных методологий сбора и оценки данных, несовместимость национальных данных с международными стандартами и отсутствие постоянной, хорошо функционирующей многосторонней системы оценки, мониторинга и отчетности, а также плохая координация соответствующих процессов – все это усугубляет проблему. Учитывая схожую институциональную структуру стран Центральной Азии, мы ожидаем, что наши результаты и рекомендации будут актуальны и для других стран региона. Горные регионы с сопоставимыми экологическими факторами, влияющими на ПОУ_{запас}, такие как Таджикистан, могли бы применять эту методологию.
- Полученные данные также могут быть использованы для других отчетов по климатическим вопросам, например, МГЭИК в Кыргызстане.
- Настоящая работа может быть плодотворной и для текущих разработок системы МОВ (мониторинга, оценки и верификации). Полученные результаты подчеркивают ключевые вопросы, которые актуальны за пределами контекста НБДЗ и которые необходимо решать для разработки более надежных и эффективных систем управления информацией.

Использованная литература

- Adhikari, K.; Haremlink, A.E.; Minasny, B.; Bou Kheir, R.; Greve, M.B.; Greve, M.H. 2014. Digital Mapping of Soil Organic Carbon Content and Stocks in Denmark. *PLoS One* 9(8): e105519, 1-13. doi: 10.1371/journal.pone.0105519.
- Anarbaev, M. 2018. Soil Legislation and Policy in the Kyrgyz Republic on the Development of the Law “On Soil Fertility Protection of Agricultural Lands”. In: Ginzky, H. et al. (eds.), *International Yearbook of Soil Law and Policy 2017*, https://doi.org/10.1007/978-3-319-68885-5_5.
- Apasov R.T. 2020. Soil - a life resource. The article was published on June 17, 2020 in the national newspaper "Word of Kyrgyz Republic". To the World Day to Combat Desertification. Online: www.slovo.kg, last access: 08/10/2020.
- Baibagyshov, E.; Walter, J.; Kasymov, U.; Zeitz, J. 2019. Measuring and Assessing Soil Organic Carbon to Achieve Land Degradation Neutrality in Kyrgyzstan. *Proceedings. International Soil Congress 17-19 June 2019, Ankara, Turkey*.
- Bichsel, C.; Fokou, G.; Ibraimova, A.; Kasymov, U.; Steimann, B.; Thieme, S. 2010. Natural resource institutions in transformation: Tragedy and glory of the private. In: Hurni, H.; Wiesmann, U. with an international group of co-editors (eds.), *Global Change and Sustainable Development: A Synthesis Regional Experiences From Research Partnerships*. Bern, Switzerland: Geographica Bernensia, 255-269.
- Blume, H.P.; Brümmer, G.Q.; Horn, R.; Kandeler, E.; Kögel-Knabner, I.; Kretschmar, R.; Stahr, K.; Wilke, B.M. 2010. Scheffer/Schachtschabel. *Lehrbuch der Bodenkunde*. 16. Edition, Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg.
- Bloch, P. 2002. Kyrgyz Republic: Almost Done, What Next? *Problems of Post-Communism* 49(1): 61.
- CAREC - The Regional Environmental Center for Central Asia. 2013. *Towards Implementation of Shared Environmental Information System (SEIS) in Central Asia*.
- Crewett, W. 2012. Improving the Sustainability of Pasture Use in Kyrgyz Republic. The Impact of Pasture Governance Reforms on Livestock Migration. *Mountain Research and Development* 32(3): 267-274. doi: 10.1659/MRD-JOURNAL-D-11-00128.1.
- Dai, W.; Huang, Y. 2006. Relation of soil organic matter concentration to climate and altitude in zonal soils of China. *Catena* 65 (1), 87–94. doi:10.1016/j.catena.2005.10.006.
- De Brogniez, D.; Ballabio, C.; Stevens, A.; Jones, R.J.A.; Montanarella, L.; van Wesemael, B. 2015. A map of the topsoil organic carbon content of Europe generated by a generalized additive model. *European Journal of Soil Science* 66 (1): 1-14. doi: 10.1111/ejss.12193.
- Dieleman, W.I.J.; Venter, M.; Ramachandra, A.; Krockenberger, A.K.; Bird, M.I. 2013. Soil carbon stocks vary predictably with altitude in tropical forests: Implications for soil carbon storage. *Geoderma* 204-205: 59-67. doi: 10.1016/j.geoderma.2013.04.005.

Doblas-Miranda, E.; Rovira, P.; Brotons, L.; Martínez-Vilalta, J.; Retana, J.; Pla, M.; Vayreda, R. 2013. Soil carbon stocks and their variability across the forests, shrublands and grasslands of peninsular Spain. *Biogeosciences* 10: 8353-8361. doi: 10.5194/bg-10-8353-2013.

Dorji, T.; Odeh, I.O.A.; Field, D.J. 2014. Vertical distribution of soil organic carbon density in relation to land use/cover, altitude and slope aspect in the Eastern Himalayas. *Land* 3, 1232–1250. doi: 10.3390/land3041232.

Eckelmann, W.; Sponagel, H.; Grottenthaler, W.; Hartmann, K.-J.; Hartwich, R.; Janetzko, P.; Joisten, H.; Kühn, D.; Sabel, K.-J.; Traidl, R.; Ad-hoc-Arbeitsgruppe Boden (eds.). 2005. Bodenkundliche Kartieranleitung. 5. Edition, Schweizerbart: Stuttgart.

esri. 2017. ArcGIS Desktop, Version 10.5.1. Online: <http://www.esri.com/arcgis/about-arcgis>, last access: 08/10/2020.

GAFA - Gutachterausschuss Forstliche Analytik (Hg.) 2009. Handbuch Forstliche Analytik. 4. edition. Online: https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Landwirtschaft/Wald-Jagd/Bodenzustandserhebung/Handbuch/HandbuchForstanalytikKomplett.pdf?__blob=publicationFile, last access: 08/10/2020.

Garcia-Pausa, J.; Casals, P.; Camarero, L.; Huguet, C.; Sebastià, M.-T.; Thompson, R.; Romanyà, J. 2007. Soil organic storage in mountain grasslands of the Pyrenees: effects of climate and topography. *Biogeochemistry* 82: 279-289. doi: 10.1007/s10533-007-9071-9.

Garten Jr., C.T.; Post, W.M.; Hanson, P.J.; Cooper, L.W. 1998. Forest soil carbon inventories and dynamics along an elevation gradient in the southern Appalachian Mountains. *Biogeochemistry* 45: 115-145.

Goldstein, E.; Gasser, U.; Budish, R. 2018. Data Commons Version 1.0: A framework to build toward AI for good: A roadmap for data from the 2018 AI for Good Summit. Cambridge, MA: Berkman Klein Center for Internet and Society, Harvard University.

Gotgelf, A. (*in preparation*). Assessing, monitoring and reporting on Land Degradation Neutrality: Social dilemmas in informational governance.

Gottschling, H. 2006. Die Naturräume des Biosphärenreservates Issyk-Kul in Kirgisistan. Eine landschaftsökologische Studie an Transekten. Greifswalder geographische Arbeiten. Institute for Geography and Geology of the Ernst-Moritz-Arndt-University Greifswald.

GOST 26423-85. 2011. Методы определения удельной электрической проводимости, pH и плотного остатка водной вытяжки – Soils. Methods for determination of specific electric conductivity, pH and solid residue of water extract. Moscow.

GOST 12536-79. 2008. Грунты. Методы лабораторного определения зернового (гранулометрического) и микроагрегатного состава – Soils. Methods of laboratory granulometric (grain size) and microaggregate distribution. Moscow.

GOST 26213-91. 1992. Методы определения органического вещества – Soils. Methods for determination of organic matter. Moscow.

Griffiths, R.P.; Madritch, M.D.; Swanson, A.K. 2009. The effects of topography on forest soil characteristic in the Oregon Cascade Mountains (USA): implications for the effects of climate change on soil properties. *Forest Ecology and Management* 257: 1-7. doi: 10.1016/j.foreco.2008.08.010.

IAEG-SDGs. 2016. Report of the Inter-Agency and Expert Group on Sustainable Development Goal Indicators. Statistical Commission. UN Economic and Social Council.

IPCC. 2006. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use. Genf. Online: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html>, last access: 08/10/2020.

Jacobs, A.; Flessa, H.; Don, A.; Heidkamp, A.; Prietz, R.; Dechow, R.; Gensior, A.; Poeplau, C.; Riggers, C.; Schneider, F.; Tiemeyer, B.; Vos, C.; Wittnebel, M.; Müller, T.; Säurich, A.; Fahrion-Nitschke, A.; Gebbert, S.; Hopfstock, R.; Jaconi, A.; Kolata, H.; Lorbeer, M.; Schröder, J.; Laggner, A.; Weiser, C.; Freibauer, A. 2018. Landwirtschaftlich genutzte Böden in Deutschland. Ergebnisse der Bodenzustandserhebung. Thünen Report 64, Braunschweig. Online: https://literatur.thuenen.de/digbib_external/dn060497.pdf, last access: 08/10/2020.

JUDS (Joined-Up Data Standards project). 2016. The frontiers of data interoperability for sustainable development. Available at: <http://devinit.org/wp-content/uploads/2018/02/Thefrontiers-of-data-interoperability-for-sustainable-development.pdf>

Keijzer, N.; Klingebiel, S. 2017. Realizing the Data Revolution for Sustainable Development: Towards Capacity Development 4.0. Discussion Paper No. 9. Partnership in Statistics for Development in the 21st Century.

Kerven, C.; Steinmann, B.; Ashley, L.; Dear, C.; Rahm, I. 2011. Pastoralism and Farming in Central Asia's Mountains: A Research Review. University of Central Asia, Mountain Societies Research Center. doi: 10.5167/uzh-52730.

Kyrgyz Republic. 2014. The National Action Plan (NAP) and the activity frameworks for implementing the UNCCD in the Kyrgyz Republic for 2015-2020. Developed in the framework of implementation of the Global Environment Facility-World Bank Project "Support to UNCCD NAP alignment and reporting process". TF012759. Bishkek.

Kyrgyz Republic. 2018. НАЦИОНАЛЬНЫЙ ОТЧЁТ ПО НЕЙТРАЛЬНОМУ БАЛАНСУ ДЕГРАДАЦИИ ЗЕМЛИ. LDN TSP Country Report. Online: [https://knowledge.unccd.int/sites/default/files/ldn_targets/201811/Kyrgyz Republic%20LDN%20TSP%20Country%20Report.pdf](https://knowledge.unccd.int/sites/default/files/ldn_targets/201811/Kyrgyz%20Republic%20LDN%20TSP%20Country%20Report.pdf), last access: 08/10/2020.

Lal, R. 2004. Soil Carbon Sequestration Impacts on Global Climate Change and Food Security. *Science* 304: 1623-1627. doi: 10.1126/science.1097396.

Leifeld, J.; Zimmermann, M.; Fuhrer, J.; Conen, F. 2009. Storage and turnover of carbon in grassland soils along an elevation gradient in the Swiss Alps. *Global Change Biology* 15: 668-679. doi: 10.1111/j.1365-2486.2008.01782.x.

- Ludi, E. 2003. Sustainable Pasture Management in Kyrgyz Republic and Tajikistan: Development Needs and Recommendations. *Mountain Research and Development*, 23(2): 119-123. doi: 10.1659/0276-4741(2003)023[0119:SPMIKA]2.0.CO;2.
- Mehler, K.; Schöning, I.; Berli, M. 2014. The Importance of Rock Fragment Density for the Calculation of Soil Bulk Density and Soil Organic Carbon Stocks. *Soil Science Society of America Journal* 78(4): doi: 10.2136/sssaj2013.11.0480.
- Morales, L.G.; Orrell, T. 2018. Data interoperability: a practitioner's guide to joining up data in the development sector.
- Orr, B.J.; Cowie, A.L.; Castillo Sanchez, V.M.; Chasek, P.; Crossman, N.D.; Erlewein, A.; Louwagie, G.; Maron, M.; Metternicht, G.I.; Minelli, S.; Tengberg, A.E.; Walter, S.; Welton, S. 2017. Scientific Conceptual Framework for Land Degradation Neutrality. A Report of the Science-Policy Interface. United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD), Bonn, Germany.
- Poeplau, C.; Vos, C.; Don, A. 2017. Soil organic carbon stocks are systematically overestimated by misuse of the parameters bulk density and rock fragment content. *Soil* 3: 61-66. doi:10.5194/soil-3- 61-2017.
- Post, W.M.; Kwon, K.C. 2000. Soil carbon sequestration and land-use change: processes and potential. *Global Change Biology* 6(3): 317-327. doi: 10.1046/j.1365-2486.2000.00308.x.
- Prietz, J.; Christophel, D. 2014. Organic carbon stock in forest soils of the German Alps. *Geoderma* 221-222, 28–39. doi: 10.1016/j.geoderma.2014.01.021.
- R Core Team. 2018. R: a language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing.
- Renger, M.; Kaupenhohann, M.; Wessolek, G. 2009. Bodenphysikalische Kennwerte und Berechnungsverfahren für die Praxis. Bodenökologie und Bodengenese 40, TU Berlin Selbstverlag, Berlin.
- Rowell, D. L. 1994. Bodenkunde – Untersuchungsmethoden und ihre Anwendungen. Springer-Verlag, Heidelberg.
- Rytter, R.-M. 2012. Stone and gravel contents of arable soils influence estimates of C and N stocks, *Catena* 95: 153-159. doi:10.1016/j.catena.2012.02.015.
- Schimel, D.S.; Braswell, R.; Holland, E.A.; McKeown, R.; Ojima, D.S. 1994. Climatic, edaphic, and biotic controls over storage and turnover of carbon in soils. *Global Biogeochemical Cycles* 8(3): 279-293. doi:10.1029/94GB00993.
- Simon, A.; Dhendup, K.; Rai, P.B.; Gratzner, G. 2018. Soil carbon stocks along elevational gradients in Eastern Himalayan mountain forests. *Geoderma Regional* 12: 28-38. doi: 10.1016/j.geodrs.2017.11.004.
- Tashi, S.; Singh, B.; Keitel, C.; Adams, M. 2016. Soil carbon and nitrogen stocks in forests along an altitudinal gradient in the eastern Himalayas and a meta-analysis of global data. *Global Change Biology* 22 (6), 2255–2268. doi: 10.1111/gcb.13234.

Throop, H.-L.; Archer, S.R.; Monger, H.C.; Waltman, S. 2012. When bulk density methods matter: Implications for estimating soil organic carbon pools in rocky soils. *Journal of Arid Environments* 77: 66-71. doi:10.1016/j.jaridenv.2011.08.020.

UNCCD. 2015. Report of the Conference of the Parties on its twelfth session, held in Ankara from 12 to 23 October 2015. Part two: Actions taken by the Conference of the Parties at its twelfth session. UNCCD/COP(12)/20/Add. Bonn: United Nations Convention to Combat Desertification.

UNCCD. 2016. Achieving Land Degradation Neutrality at the country level Building blocks for LDN target setting. The Global Mechanism of the UNCCD.

UNCCD. 2017. Methodological note to set national voluntary Land Degradation Neutrality (LDN) targets using the UNCCD indicator framework. Global Support Programme Land Degradation Neutrality Target Setting Programme. Online: https://knowledge.unccd.int/sites/default/files/2018-08/LDN%20Methodological%20Note_02-06-2017%20ENG.pdf, last access: 08/10/2020.

UNCCD. 2018. Default data: methods and interpretation. A guidance document for the 2018 UNCCD reporting. UNCCD, Bonn. Online: https://prais.unccd.int/sites/default/files/helper_documents/3-DD_guidance_EN.pdf, last access: 08/10/2020.

UNCCD, CBD, FAO, STAP. 2016. Framework and Guiding Principles for a Land Degradation Indicator. To monitor and report on progress towards target 15.3 of the Sustainable Development Outcomes of the Expert Meeting., 2016. Goals, the strategic objectives of the Rio Conventions and other relevant targets and commitments. Washington DC. Online: <https://www.unccd.int/sites/default/files/relevant-links/2017-01/Framework%20and%20Guiding%20Principles%20for%20a%20Land%20Degradation%20Indicator.pdf>, last access: 08/10/2020.

UPAGES Report. 2016. “Utilisation and Protection of Agricultural Ecosystems in Central Asian High Mountains-Case Study Kyrgyz Alpine Pastures.” Humboldt-Universität zu Berlin, Kyrgyz National Agricultural University.

Wang, S.; Wang, X.; Quyang, Z. 2012. Effects of land use, climate, topography and soil properties on regional soil organic carbon and total nitrogen in the Upstream Watershed of Miyun Reservoir, North China. *Journal of Environmental Sciences* 24(3): 387-395. doi: 10.1016/S1001-0742(11)60789-4.

Wiesmeier, M.; Barthold, F.; Blank, B.; Kögel-Knabner, I. 2011. Digital mapping of soil organic matter stocks using Random Forest modeling in a semi-arid steppe ecosystem. *Plant Soil* 340: 7-24. doi: 10.1007/s11104-010-0425-z.

Wolff, B.; Riek, B. 2006. Evaluierung von Verfahren zur Erfassung des Grobbodenanteils von Waldböden. Erarbeitung von Empfehlungen für die Anwendung dieser Verfahren im Rahmen der Bodenzustandserhebung im Wald. Final report. Forest + Soil Environmental Consultation GmbH on behalf of the Federal Ministry of Food, Agriculture and Consumer Protection (BMELV).

Zhao, Y.; Ding, Y.; Hou, X.; Li, F.Y.; Han, W.; Yun, X. 2017. Effects of temperature and grazing on soil organic carbon storage in grasslands along the Eurasian steppe eastern transect. *PLoS ONE* 12(10): e0186980. doi: 10.1371/journal.pone.0186980.

Данные:

Consortium for Spatial Information. 2019. SRTM 90m Digital Elevation Database. Data online: <http://srtm.csi.cgiar.org/>, last access: 08/10/2020.

Fick, S.E.; Hijmans, R.J. 2017. Worldclim 2: New 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*. Data online: <http://worldclim.org/version2>, last access: 08/10/2020.

UNCCD. 2018. Default data: methods and interpretation. A guidance document for the 2018 UNCCD reporting. UNCCD, Bonn. Online: https://prais.unccd.int/sites/default/files/helper_documents/3-DD_guidance_EN.pdf, last access: 08/10/2020.

Приложение

А. Точки отбора проб

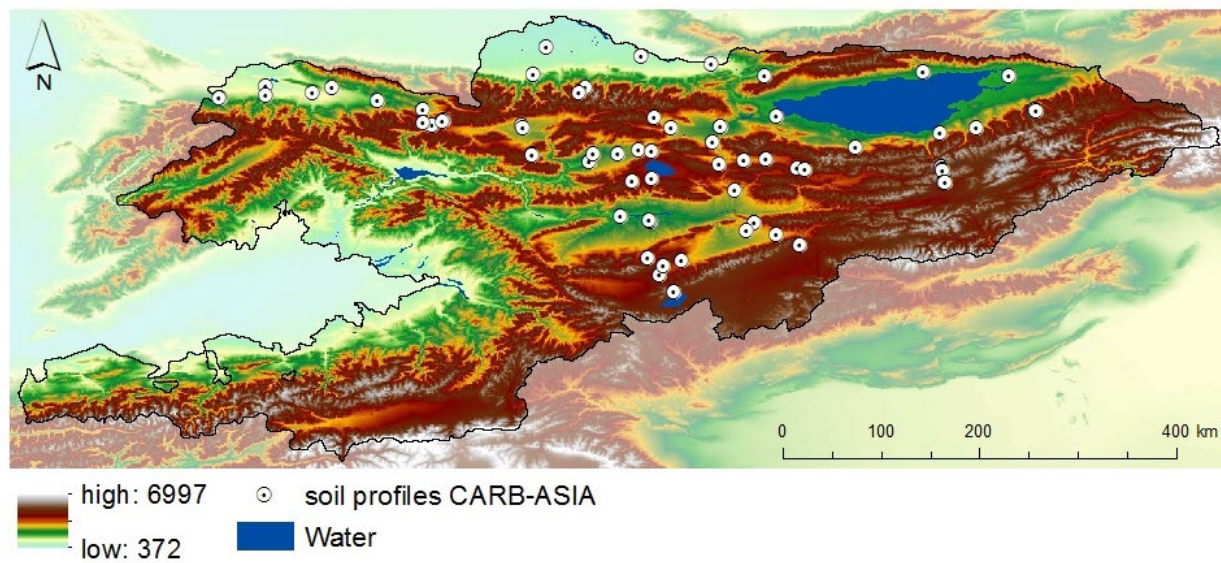


Рисунок 18: Точки отбора проб из CARB-ASIA

В. Таблица учета профиля

Таблица 10: Таблица учета профиля, использованная для CARB-ASIA

Обследование участка	
Номер профиля	
Репрезентативный участок отобранной территории	
Высота над уровнем моря	
Дата	
Количество профилей/разрезов на площадь (обычно 1 для северного и 2 для южного склонов)	
Координаты	
Склон	
Экспозиция	
Тип формы рельефа (склон или равнина)	
Положение рельефа (центральное или периферийное положение)	
Погода (самые недавние осадки)	
Землепользование	
Растительность	
* Приблизительное содержание крупнозернистого грунта > 63 мм на площади %	
Комментарии	
* если имеются	



Рисунок 19: Использование сверла Эдельмана



Рисунок 20: Бур-цилиндры для определения объемной плотности мелкозернистого грунта

С. Формулы для расчета отдельных параметров

Объемная плотность мелкого грунта

Чтобы рассчитать почву ОП_{мелкого грунта}, необходимо было провести различие двух случаев в соответствии с таблицей 3 (Jacobs et al. 2018, изменено в соответствии с GAFA A2.8 2009).

Случай A-D:

$$BD_{finesoil} = \frac{M_{SZ} - M_{GB-SZ} - M_{W-SZ}}{V_{SZ} - \frac{M_{GB-SZ}}{D_{GB}} - \frac{M_{W-SZ}}{D_W}} \quad (2)$$

BD _{finesoil} /	Объемная плотность мелкого грунта [г/см³]
ОП _{мелкого грунта}	
M _{SZ}	Масса пробы грунта, взятой с помощью бура-цилиндра [г]
V _{SZ}	Объем бур-цилиндра [см³]
M _{GB-SZ}	Масса крупнозернистого грунта в пробе грунта, взятой с помощью бур-цилиндра [г]
M _{W-SZ}	Масса корней в пробе почвы, взятой с помощью бур-цилиндра [г]
D _{GB}	Плотность крупнозернистой почвы [г/см³] (=2.65 г/см³)
D _W	Плотность корней [г/см³] (Rowell 1994: 1.0 г/см³)

Случай E и F не использовались

Случай G:

Для случая G была использована (Jacobs et al. 2018) функция передачи, модифицированная содержанием гумуса в соответствии с Renger et al. (2009) Неопределенность оценки ОП_{мелкого грунта} возрастает с увеличением содержания гумуса, поэтому в формуле для коррекции используется коэффициент гумуса (табл.11).

Таблица 11: Фактор гумуса для коррекции функции передачи (Ренгер и др., 2009 г.)

Содержание гумуса	1 - < 6 %	6 - 15 %
Минимизирование ОП _{мелкого грунта}	0.04 г/см³ на процентное содержание гумуса	0.03 г/см на процентное содержание гумуса

$$BD_{finesoil} = BD - 0.005 * \text{глина} [\%] - 0.001 * \text{ил} [\%] - \text{фактора гумуса} \quad (3)$$

BD _{finesoil} /	Объемная плотность мелкого грунта [г/см³]
ОП _{мелкого грунта}	
BD/ОП	Объемная плотность при помощи приближенного значения согласно Eckelmann et al. (2005 г.)

Содержание мелких частиц почвы

Формула для расчета содержания мелких частиц почвы должна быть скорректирована в соответствии с пропорциями крупнозернистой почвы (различные случаи, Таблица 3) (Jacobs et al. 2018 (изменено в соответствии с GAFA A2.8 2009)).

Случай А:

$$FBV = BD_{fine\ soil} * d * 100 * \left(1 - \frac{M_{GB-SZ}}{D_{GB} * V_{SZ}} + \frac{M_{W-SZ}}{D_{W-SZ} * V_{ges-SZ}} \right) \quad (4)$$

FBV	Содержание мелких частиц почвы [т/га]
$BD_{fine\ soil}/$ ОП мелкого грунта	Объемная плотность мелкого грунта [г/см ³]
d	Толщина гумусового горизонта [см]
M_{GB-SZ}	Сухая масса крупнозернистого грунта (≥ 2 мм) в бур-цилиндре (SZ) [г]
D_{GB}	Плотность крупнозернистого грунта [г/см ³] (=2.65 г/см ³)
V_{SZ}	Объем бур-цилиндра [см ³]
M_{W-SZ}	Масса корней в пробе почвы, взятой при помощи бур-цилиндра [г]
D_{W-SZ}	Плотность корней [г/см ³] (Rowell 1994: 1.0 г/см ³)

Случай В:

$$FBV = BD_{fine\ soil} * d * 100 * \left(1 - \frac{0.66 * F_{GB>20}}{100} + \frac{M_{GB-SZ}}{D_{GB} * V_{SZ}} + \frac{M_{W-SZ}}{D_W * V_{ges-SZ}} \right) \quad (5)$$

FBV	Содержание мелких частиц почвы [т/га]
$BD_{fine\ soil}/$ ОП мелкого грунта	Объемная плотность мелкого грунта [г/см ³]
d	Толщина шага глубины [см]
$0.66 * F_{GB>20}$	Объемная доля крупнозернистого грунта (> 20 мм) по расчетному значению на стенке профиля (в % площади; в формуле пересчет в % объема производится по коэффициенту 0,66 (GAFA A2.8 2009))
M_{GB-SZ}	Сухая масса крупнозернистого грунта (≥ 2 мм) в бур-цилиндре (SZ) [г]
D_{GB}	Плотность крупнозернистого грунта [г/см ³] (=2.65 г/см ³)
V_{SZ}	Объем бур-цилиндра [см ³]
M_{W-SZ}	Масса корней в пробе почвы, взятой при помощи бур-цилиндра [г]
D_{W-SZ}	Плотность корней [г/см ³] (Rowell 1994: 1.0 г/см ³)

Случай С и Е:

$$FBV = BD_{fine\ soil} * d * 100 * \left(1 - \left(\frac{M_{GB-SP}}{D_{GB}} * \frac{BD_{fine\ soil}}{(M_{SP} - M_{GB2-63-SP} - M_{W-SP}) + BD_{fine\ soil} * \frac{M_{GB2-63-SP}}{D_{GB}}} \right) \right) \quad (6)$$

FBV	Содержание мелких частиц почвы [т/га]
BD _{fine soil} /	Объемная плотность мелкого грунта [г/см ³]
ОП _{мелкого грунта}	
d	Толщина шага глубины [см]
M _{GB-SP}	Сухая масса крупнозернистого грунта (≥ 2 мм) лопаточного образца [г]
D _{GB}	Плотность крупнозернистого грунта [г/см ³] (=2.65 г/см ³)
M _{SP}	Сухая общая масса лопаточного образца [г]
M _{GB2-63-SP}	Сухая масса крупнозернистого грунта (2-63 мм)
M _{W-SP}	Сухая масса корней в лопаточном образце [г]

Случай D и F:

$$FBV = BD_{fine\ soil} * d * 100 * \left(1 - \frac{0.66 * F_{GB>62}}{100} - \left(\frac{M_{GB-SP}}{D_{GB}} * \frac{BD_{fine\ soil}}{(M_{SP} - M_{GB2-63-SP} - M_{W-SP}) + BD_{fine\ soil} * \frac{M_{GB2-63-SP}}{D_{GB}}} \right) \right) \quad (7)$$

FBV	Содержание мелких частиц почвы [т/га]
BD _{fine soil} /	Объемная плотность мелкого грунта [г/см ³]
ОП _{мелкого грунта}	
d	Толщина шага глубины [см]
0.66 * F _{GB > 63}	Объемная доля крупнозернистого грунта (> 63 мм) по расчетному значению на стенке профиля (в % площади; в формуле пересчет в % объема производится по коэффициенту 0,66 (GAFA A2.8 2009))
M _{GB-SP}	Сухая масса крупнозернистого грунта (≥ 2 мм) в лопаточном образце [г]
D _{GB}	Плотность крупнозернистого грунта [г/см ³] (=2.65 г/см ³)
M _{SP}	Сухая общая масса лопаточного образца [г]
M _{GB2-63-SP}	Сухая масса крупнозернистого грунта (2-6.3 мм) в лопаточном образце [г]
M _{W-SP}	Сухая масса корней в лопаточном образце (г)
D _{W-SZ}	Сухая масса корней (Rowell 1994: 1,0 г/см ³)

Случай G:

$$FBV = BD_{finesoil} * d * (100 - 0.66 * F_{GB}) \quad (8)$$

FBV	Содержание мелких частиц почвы [т/га]
$BD_{finesoil}/$ ОП мелкого грунта	Объемная плотность мелкого грунта [г/см ³]
d	Толщина шага глубины [см]
$0.66 * F_{GB}$	Объемная доля крупнозернистого грунта (> 2 мм) по расчетному значению на стенке профиля (в % площади; в формуле пересчет в % объема производится по коэффициенту 0,66 (GAFA A2.8 2009))

Запасы почвенного органического углерода

Для расчета ПОУ_{запас} процентное содержание ПОУ было преобразовано в массовое содержание (г/кг), а затем умножено на содержание мелких частиц почвы (Wolff and Riek 2006; Jacobs et al. 2018).

$$SOC_{stock} = FBV * SOC \quad (9)$$

SOC_{stocks}	Запас почвенного органического углерода [т/га]
FBV	Содержание мелких частиц почвы [т/га]
SOC	Содержание почвенного органического углерода [г/кг]

Д. Факторы, влияющие на глину

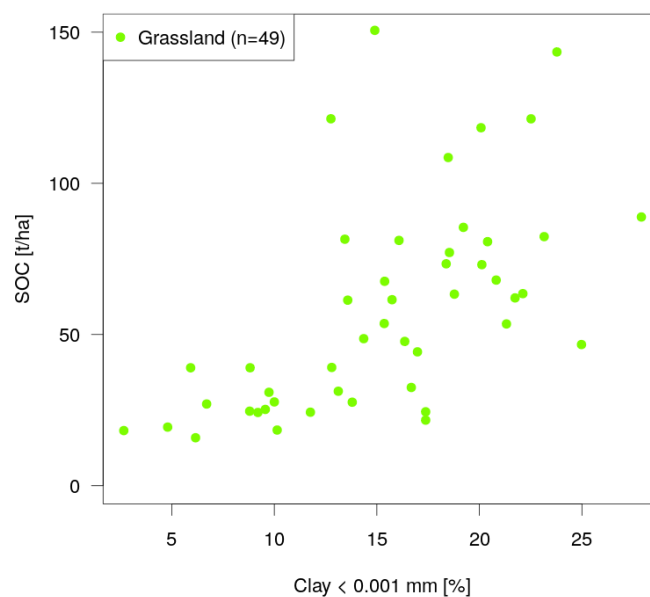


Рисунок 21: Взаимосвязь между содержанием глины и запасами органического углерода в почве для пастбищных угодий Кыргызстана

Е. Мелкомасштабная изменчивость

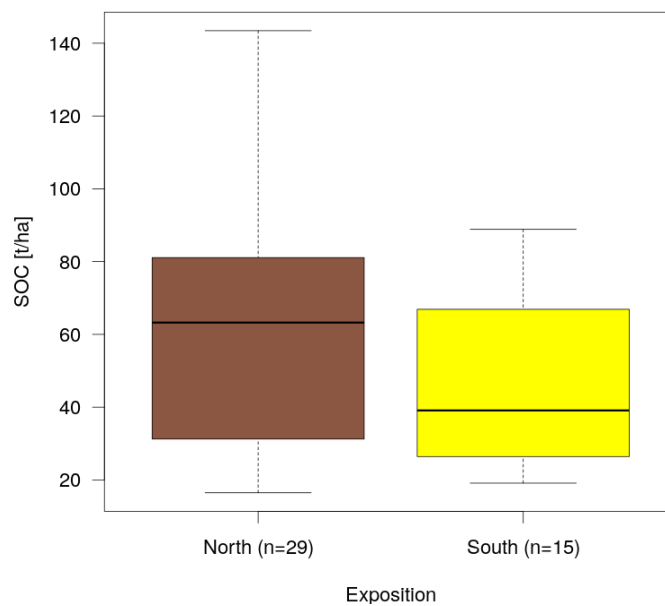


Рисунок 22: Взаимосвязь между экспозицией и запасом органического углерода для класса почвенного покрова пастбищ

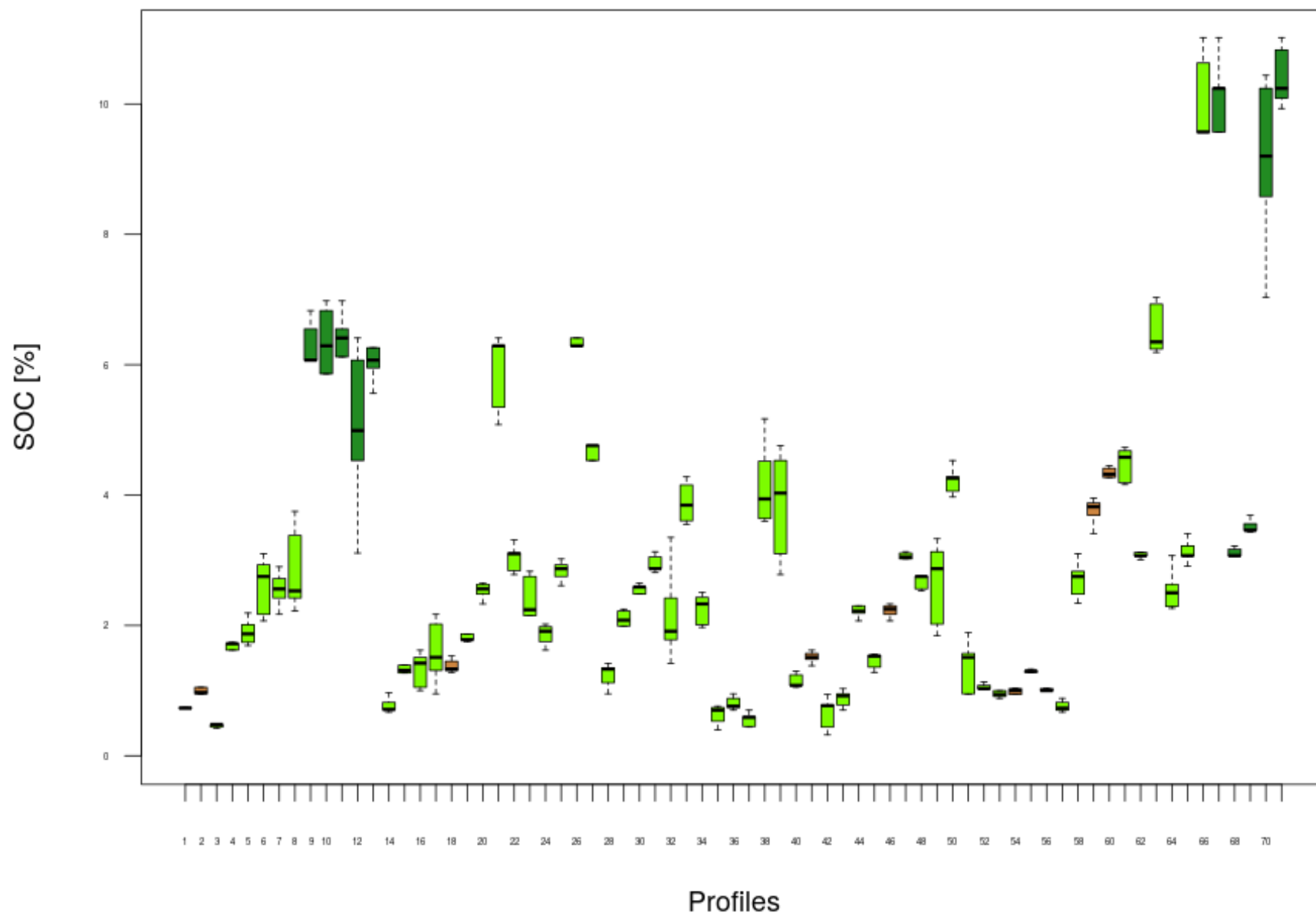


Рисунок 23: Маломасштабная изменчивость содержания органического углерода в точках отбора проб

Ф. Различные индивидуальные параметры и их взаимосвязь друг с другом

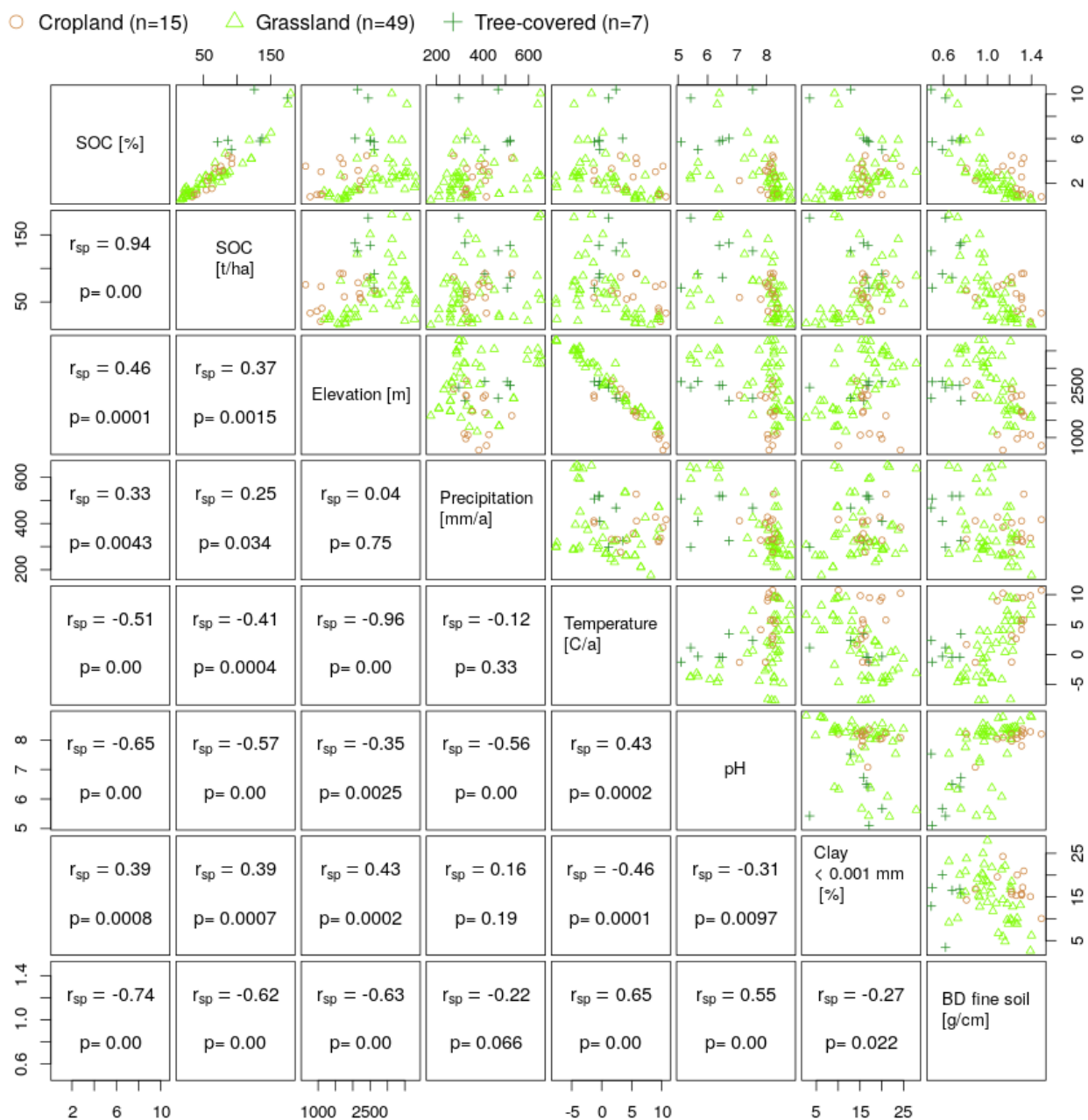


Рисунок 24: Взаимосвязи отдельных параметров друг с другом с уточнением коэффициента корреляции по Спирмену (r_{sp}) и вероятностной меры (p) (ПОУ= органический почвенный углерод, ОП_{мелкого грунта} = объемная плотность мелкого грунта)