

ИЗМЕНЕНИЕ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ В АЛТАЙСКОМ КРАЕ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДОСТИЖЕНИЯ НЕЙТРАЛЬНОГО БАЛАНСА ДЕГРАДАЦИИ ЗЕМЕЛЬ¹

© 2020 г. Д.В. Золотов*, Д.В. Черных** **, Р.Ю. Бирюков*, Д.К. Першин** **, Н.С. Малыгина*, А.В. Грибков***

**Институт водных и экологических проблем Сибирского отделения РАН
Россия, 656038, г. Барнаул, ул. Молодежная, д. 1. E-mail: zolotov@iwer.ru*

***Алтайский государственный университет
Россия, 656049, г. Барнаул, пр. Ленина, д. 61. E-mail: chernykh@mail.ru*

****Государственный природный заповедник «Тигирекский»
Россия, 656043, г. Барнаул, ул. Никитина, д. 111. E-mail: gribkov2005@list.ru*

Поступила в редакцию 20.05.2019. После доработки 21.06.2019. Принята к публикации 02.07.2019.

В статье описаны существующие климатические тренды для Западной Сибири и Алтайского края; на основе двух глобальных климатических моделей сделаны прогнозы до 2030 г. Проанализирована динамика пахотных и лесопокрытых площадей в Алтайском крае в условиях иссушения климата с привлечением результатов обработки данных дистанционного зондирования и официальной статистики. Рассмотрены направления развития ситуации и меры по достижению нейтрального баланса деградации земель, включающие оптимизацию природопользования, организацию и реорганизацию ООПТ.

Ключевые слова: температура и осадки теплого периода, типы наземного покрова, категории земель, индикаторы нейтрального баланса деградации земель, пахотные земли, леса, особо охраняемые природные территории.

DOI: 10.24411/1993-3916-2020-10092

Концепция нейтрального баланса деградации земель (Land Degradation Neutrality, LDN) предложена Конвенцией ООН по борьбе с опустыниванием (КБО ООН с 1996 г.) в 2015 г. и включена в Цели устойчивого развития ООН до 2030 г. (задача 15.3). Согласно определению КБО, нейтральный баланс деградации земель (НБДЗ) – «это такое состояние (земель), когда объем и качество земельных ресурсов, необходимых для поддержания экосистемных функций и услуг и усиления продовольственной безопасности, остаются стабильными или же увеличиваются в конкретно определенных временных и пространственных масштабах и экосистемах». Для глобального мониторинга НБДЗ рекомендованы КБО ООН индикаторы двух типов: обобщенный индикатор доли деградированных земель от общей площади страны и три прокси-индикатора – динамика наземного покрова (“land cover”), продуктивность земель (“land productivity”) и запасы органического углерода в почвах (“soil organic carbon”; Куст и др., 2018).

Перечисленные индикаторы весьма просты и удобны для использования неспециалистами в самых широких кругах и позволяют проводить эффективный мониторинг НБДЗ. Проблема применения этих индикаторов в России заключается в том, что в стране отсутствует понятие «деградированные земли» и не ведется их учет, поэтому весьма затруднительно определить основной международный индикатор НБДЗ (Лобковский и др., 2018). Три дополнительных индикатора также не используются официальной статистикой, поэтому имеет место нестыковка международных и российских подходов, связанная с различием традиций учета категорий земель. В России используется классификация земель по 7

¹ Исследование выполнено в рамках Госзадания ИВЭП СО РАН № 0383-2019-0004 «Формирование и развитие природных и природно-хозяйственных систем юга Западной Сибири в условиях глобальных и региональных климатических изменений, антропогенного воздействия», а также при частичной финансовой поддержке Гранта РФФИ №18-45-220001-р_а «Пространственно-временная динамика аквальных и сопряженных с ними геосистем как отражение климатических изменений и природопользования на водосборе (на примере равнинной части Алтайского края)».

основным категориям землепользования, подразделяющимся на подклассы – угодья, но большинство этих категорий неразличимы по данным дистанционного зондирования (ДЗЗ), так как характеризуются принадлежностью и функциями, а не физиономическими признаками как типы наземного покрова. Наиболее приемлемый путь – это дополнение национальной системы учета земель глобальными индикаторами НБДЗ (Куст и др., 2018).

Кроме универсальных индикаторов каждая страна или регион могут использовать дополнительные с учетом традиций и специфики ситуации. В частности, Росстат предложил Национальный набор показателей, среди которых: лесистость территории, прирост площади особо охраняемых природных территорий (ООПТ) федерального, регионального и местного значения в отчетном году к 2018 году, доля ООПТ федерального, регионального и местного значения в общей площади территории, отношение фактического объема заготовки древесины к установленному допустимому объему изъятия древесины, сокращение объема незаконных рубок по отношению к объему таких рубок в предыдущем году и другие (Лобковский и др., 2018).

В Алтайском крае в настоящий момент концепция НБДЗ последовательно не реализуется и системно не осуществляется сбор информации по глобальным индикаторам, хотя Россия поддержала эту концепцию и является участницей КБО ООН. В настоящей работе мы попытаемся охарактеризовать некоторые проблемы и перспективы реализации концепции НБДЗ в крае с учетом имеющихся данных и климатических трендов.

Потепление на юге Западной Сибири и в Алтайском крае

Современные климатические изменения, ярко проявляющиеся на территории Евразии, в полной мере актуальны и для Западной Сибири. Большинство исследователей, особенно в южных районах, отмечает рост приземных температур воздуха (Shulgina et al., 2011; Degefie et al., 2014; Паромов и др., 2017). Так, по данным метеостанции Барнаул, расположенной на юге Западной Сибири и являющийся одной из старейших метеостанций в Азии (наблюдения ведутся с 1838 г.), был определен более интенсивный, чем в среднем по России, положительный тренд приземных температур воздуха, составивший $+2.86^{\circ}\text{C}/167$ лет или $+1.8^{\circ}\text{C}/100$ лет (Харламова, 2013). В то же время, по данным Росгидромета, в 1976-2018 гг. на этой территории наблюдается наиболее низкий темп роста приземных температур воздуха ($<+0.3^{\circ}\text{C}/10$ лет) относительно среднего значения по России ($+0.4^{\circ}\text{C}/10$ лет; Доклад ..., 2019). Существенный вклад в снижение темпов увеличений среднегодовых температур в регионе вносят отрицательные тренды зимнего периода (Доклад ..., 2019), которые отмечались и ранее (Харламова, 2010), а в последние годы тенденция годовых температурных изменений становится менее выраженной, так как большинство рассчитанных трендов является статистически не значимым (Доклад ..., 2019). Учитывая, что высокая изменчивость температур в годовом разрезе является важной особенностью климата в Сибири, есть обоснованные основания ожидать, что температурные аномалии в скором времени будут становиться более выраженными (Groisman et al., 2013).

Количество осадков на большей части Западной Сибири стабильно или характеризуется небольшим увеличением (Shulgina et al., 2011; Degefie et al., 2014; Паромов и др., 2017, Доклад ..., 2019). На юге Западной Сибири отмечается незначительный рост, составивший от 0 до 5% за 10 лет от значений нормы (1961-1990 гг.), тогда как в целом по России этот показатель составил 2.2% за 10 лет (Доклад ..., 2019).

Как отмечалось выше, температурные тренды холодного и теплого периодов на рассматриваемой территории разнонаправлены, а поскольку теплый период имеет большее значение для деградации земель, согласно основным индикаторам, мы остановимся на нем более подробно в пределах временных срезов 2000-2015 и 2015-2030 гг.

Ряд исследователей показал возможность эффективного использования данных реанализа ERA-Interim (Climate Change ..., 2014) для оценки региональных климатических изменений, в том числе и в Западной Сибири (Shulgina et al., 2011). Результаты расчетов изменений приземной температуры воздуха на основе ERA-Interim относительно рекомендованного ВМО (Бюллетень ..., 2018) обновленного базового периода 1981-2010 гг. показали следующее. Значительное увеличение температуры в теплый период (апрель-октябрь) на северо-западе Алтайского края, а именно $+5^{\circ}\text{C}/100$ лет (или $+0.75^{\circ}\text{C}$ за 2000-2015 гг.), в то время как в центральной части края рост не превысил $+1.5^{\circ}\text{C}/100$ лет (или $+0.23^{\circ}\text{C}$ за 2000-2015 гг.), а в южных, пограничных с Казахстаном

территориях вообще отмечалось снижение роста температур до $-1.5^{\circ}\text{C}/100$ лет (или -0.75°C за 2000-2015 гг.) относительно средних значений климатической нормы (1981-2010 гг.). Изменения в режиме осадков для всей территории края показали устойчивую тенденцию к снижению от -0.5 до -2 мм/день/100 лет (или от -0.075 до -0.3 мм/день для 2000-2015 гг.) относительно обновленного базового периода (рис. 1). Также за данный период был отмечен отрицательный тренд разности осадков и испарения (Р-Е), составивший $-50\%/100$ лет (или порядка -15% за 2000-2015 гг.) для большей части территории Алтайского края.

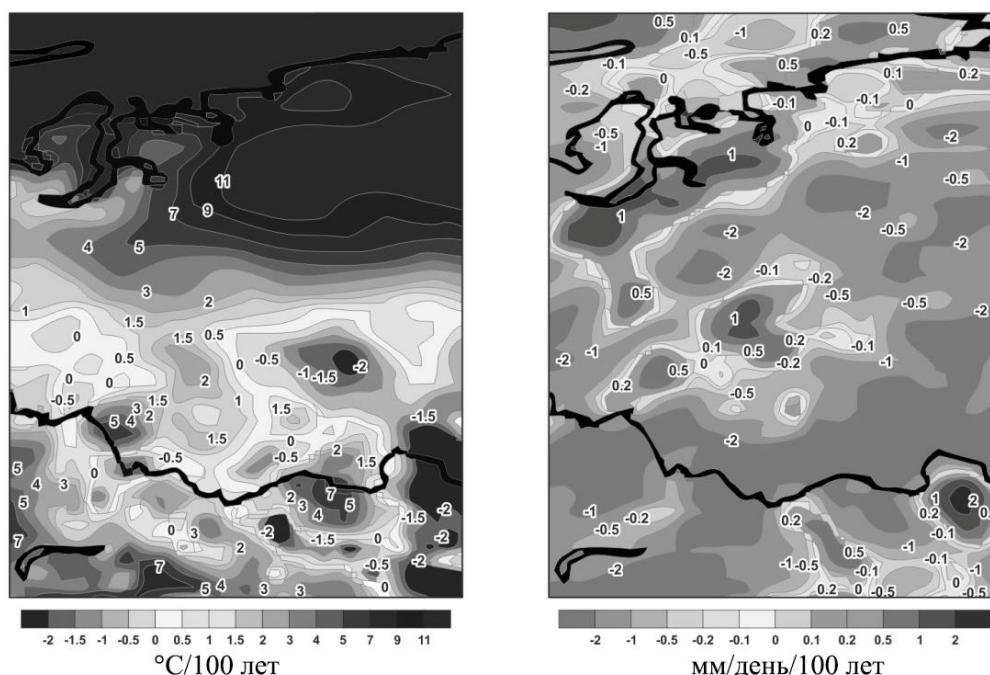


Рис. 1. Изменения температуры и осадков по данным реанализа ERA-Interim (апрель-октябрь 2000-2015 гг.) относительно климатической нормы (1981-2010 гг.).

Результаты расчетов климатических изменений с помощью ансамбля глобальных климатических моделей, включенных в 5-ю фазу международного проекта сравнения объединенных моделей (CMIP5), показали следующее (рис. 2). В рамках сценария изменения содержания парниковых газов и аэрозолей в атмосфере RCP2.6, который подразумевает, что пик выбросов парниковых газов придется на 2010-2020 гг., после чего произойдет спад, в Алтайском крае так же будут отмечаться положительные тренды температур теплого периода, как и для рассматриваемого временного интервала 2000-2015 гг., и составят до $+5^{\circ}\text{C}/100$ лет (или $+0.75^{\circ}\text{C}$ за 2015-2030 гг.). При реализации более «жесткого» сценария RCP8.5, в котором предполагается, что выбросы парниковых газов и аэрозолей продолжают расти в течение столетия, к 2030 г. для края показаны схожие результаты, что и при сценарии RCP2.6, а именно рост температур до $+5^{\circ}\text{C}/100$ лет относительно базового периода (1981-2010 гг.). При прогнозных расчетах изменений количества поступающих осадков, относительно климатической нормы по обоим сценариям наблюдается незначительный рост – до 0.5 мм/день/100 лет (или 0.075 мм/день за 2015-2030 гг.).

Таким образом, по данным реанализа ERA-Interim, в Алтайском крае в 2000-2015 гг. наблюдалось интенсивное повышение температуры теплого периода на фоне интенсивного снижения количества поступающих осадков относительно значений климатической нормы. При этом в ближайшей перспективе (2015-2030 гг.) в крае стоит ожидать рост температур на фоне возможного небольшого увеличения осадков.

Повышение температуры и продолжительности теплого периода увеличивает потребности в воде для эвапотранспирации. Все это в совокупности приводит к более сухим летним условиям, длительным периодам без дождей и повышенной вероятности проявления экстремальных событий, связанных с засухой (Groisman et al., 2013). Частота проявления этих событий в южных районах существенно выше. Это указывает на значительный уровень экологического стресса в степной и

лесостепной зонах (равнинная часть Алтайского края), а также на возможность широтного сдвига зон, что потребует адаптации систем землепользования и ведения хозяйственной деятельности (Degefie et al., 2014). Некоторые из стратегий подобной адаптации, в первую очередь для сельскохозяйственного производства в регионе, были разработаны в рамках ряда международных проектов (Novel methods ..., 2016; Griewald et al., 2017). Однако на данный момент вопрос систематического внедрения новых методов все еще стоит достаточно остро. Кроме того, остаются недостаточно изученными вопросы изменчивости конкретных ландшафтов и экосистем под воздействием климатических изменений, как и возможные тенденции изменений предоставления экосистемных услуг и функций.

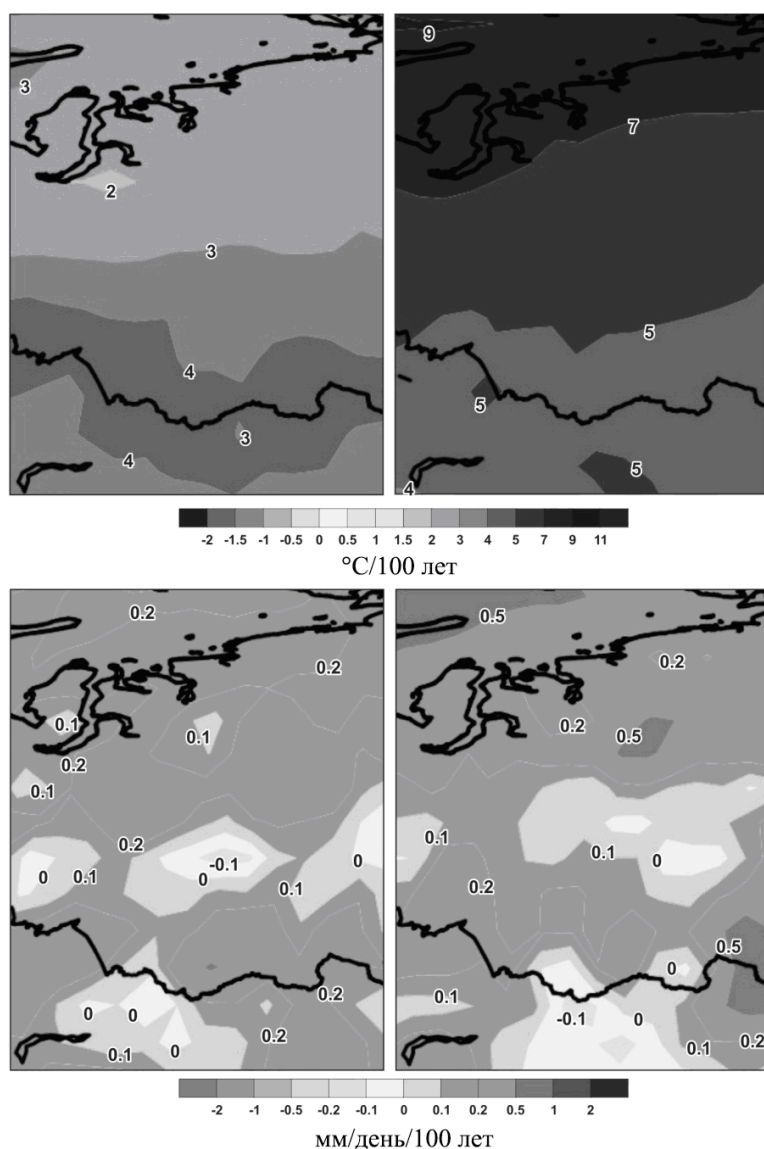


Рис. 2. Расчеты изменений температуры и осадков (CMIP5) для апреля-октября в 2015-2030 гг. относительно климатической нормы (1981-2010 гг.).

Рассмотрены четыре типа наземного покрова (рис. 4): водная поверхность озер и прудов (W – от англ. “water body”), сельскохозяйственные угодья (пахотные земли) и населенные пункты (AS – “agriculture/settlement”), леса сомкнутые (F – “forest”), естественные травяные сообщества – луга, степи, водно-болотные угодья (GSW – “grassland, steppe, wetland”). Выбранные модельные объекты наглядно характеризуют ландшафтное разнообразие и различные режимы природопользования в

Тем не менее, следует отметить, что НБДЗ способен смягчить последствия климатических изменений и адаптацию к ним. Снижение темпов деградации земельных ресурсов и их восстановление позволит превратить земли из источника парниковых газов в поглотитель благодаря увеличению запасов углерода в почве и растительности.

Так, почвы способны поглощать 1-3 млрд. т CO₂ в год, а весь земельный сектор – 7-11 млрд. т в год, что составляет примерно одну треть всех выбросов CO₂ в результате использования ископаемого топлива (UNCCD, 2015).

Динамика наземного покрова в Алтайском крае и официальная статистика

На примере репрезентативных модельных объектов Алтайского края и пограничной части Республики Алтай (ключевая территория «Касмала-Барнаулка» – бассейны оз. Горькое, рр. Касмала, Барнаулка; бассейны рр. Большая Речка, Белая, Майма; рис. 3) на основе алгоритма количественного анализа динамики наземных покровов (“land use/land cover change”) за 1975-2016 гг. по разновременным снимкам серии Landsat выявлена пространственно-временная динамика ландшафтов в последние 40 лет (Черных и др., 2018).

регионе. Спецификой исследования, отличающей его от аналогичных зарубежных работ, является то, что пространственно-временная динамика наземных покровов в пределах бассейнов оценена по основным группам ландшафтов.

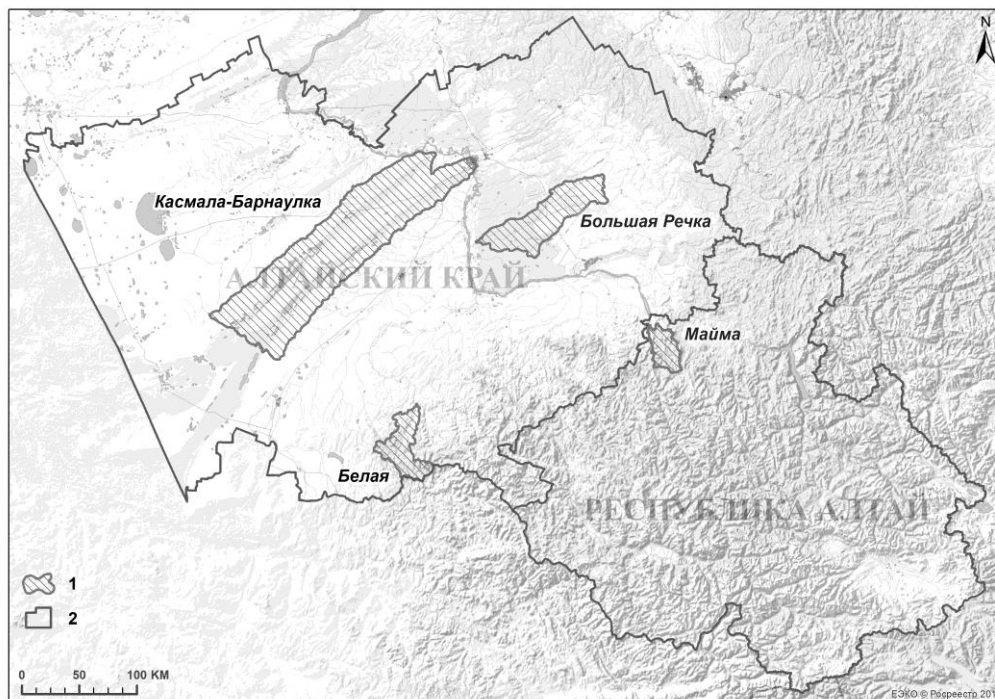


Рис. 3. Положение ключевых бассейнов в пределах Алтайского края и Республики Алтай. Условные обозначения: 1 – модельные бассейны; 2 – граница регионов.

Полученные результаты показали, что динамика ландшафтов за рассматриваемый период имеет специфику в различных природных зонах и подзонах, а также в пределах равнинных и горных территорий. Отмечено, что равнинные бассейны степной и лесостепной зон характеризуются меньшей амплитудой изменений наземных покровов (до 8%) по сравнению с горными (до 14%). Для степной зоны и южно-лесостепной подзоны левобережья р. Оби наиболее свойственно снижение доли пахотных угодий (на 8%) и замена их естественными травяными сообществами (залежами), высокая естественная динамика водных объектов и снижение лесных площадей на 1.5%. В лесостепной зоне правобережья р. Оби наблюдается наименьшая динамика всех типов наземных покровов (до 4%), в частности, пахотные земли здесь сократились на 3%. Горные бассейны с доминированием лесопокрываемых площадей (реки Майма и Белая) характеризуются значительным снижением их доли (до 14%), преимущественно в пользу естественных травяных сообществ в результате хозяйственной деятельности (рубки, пожары).

Согласно оценке (Куст и др., 2018), в России в целом для покрытой снимками территории в 2000-2015 гг. увеличилась лесопокрываемая площадь (“tree-covered areas”) на 40264 км², травяные сообщества и пастбища (“grassland”) на 10699 км², искусственные поверхности (“artificial surfaces”) на 10811 км², другие земли (“other land”) на 749 км²; уменьшились пахотные земли (“cropland”) на 13119 км² и водно-болотные угодья (“wetland”) на 35526 км². Ошибка метода при этом оставила 13878 км², поскольку на эту величину увеличилась покрытая космоснимками площадь России в процессе исследования. С учетом ошибки наиболее достоверно можно судить об увеличении лесопокрываемой площади и уменьшении водно-болотных угодий. По продуктивности для России в целом характерно устойчивое состояние или даже ее увеличение практически по всем типам земель.

Согласно официальной статистике (Единая ..., 2019) посевные площади в Алтайском крае (рис. 5) снизились с 6380 тыс. га в 1990 г. до 5112.14 тыс. га к 2004 г. (на 19.9%), а в 2018 г. они также были близки к минимуму (5134.7 тыс. га). Максимальные площади после 2004 г. наблюдались в 2011 г. – 5487.03 тыс. га или 86% от 1990 г., т.е. произошло устойчивое снижение на 14%, которое может быть отнесено к деградированным пашням или залежам. Таким образом, данные по пахотным землям

ключевых участков, полученные на основе ДЗЗ, отражают ситуацию в Алтайском крае и России в целом.

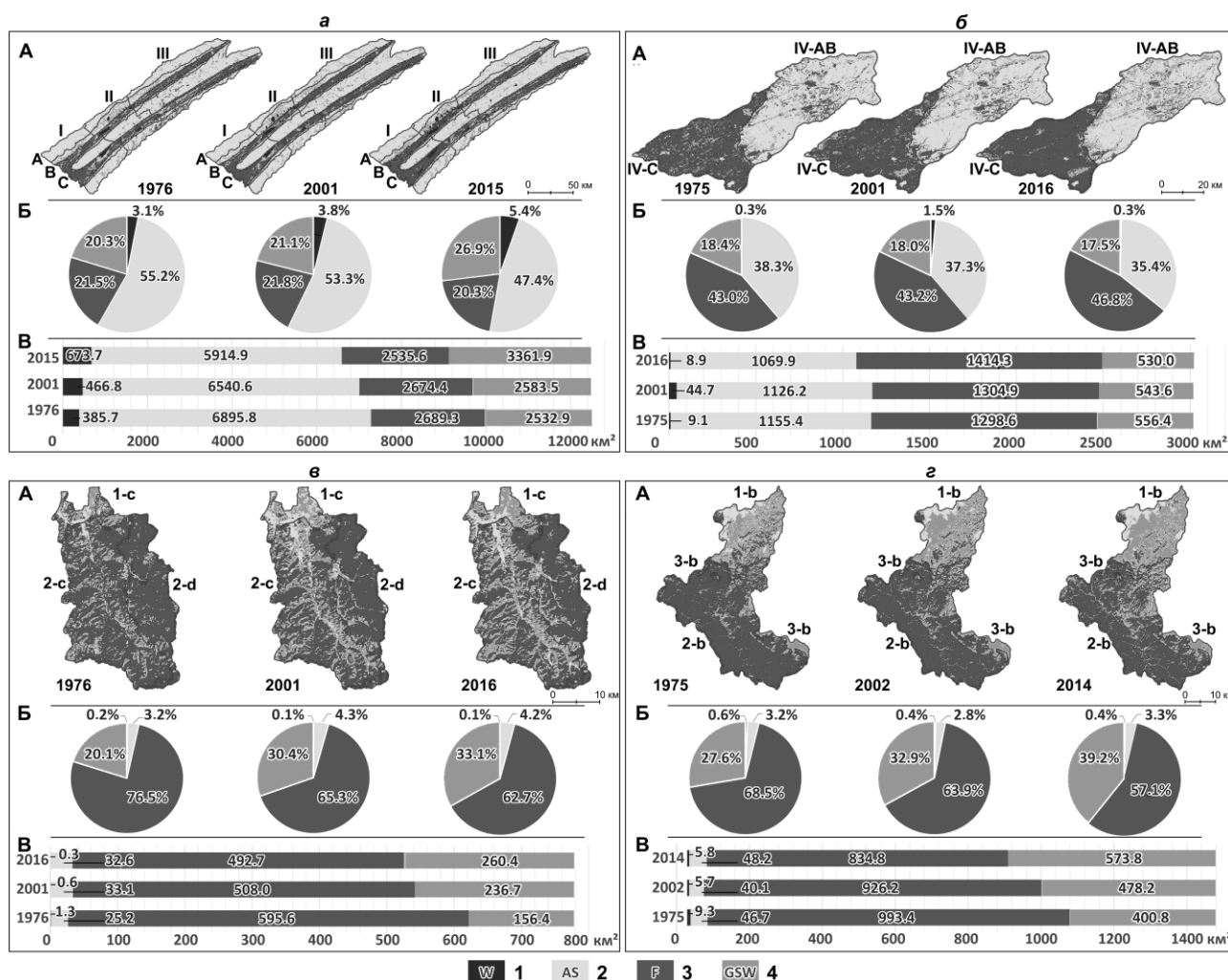


Рис. 4. Пространственное распределение типов наземного покрова (А), их соотношение (Б) и изменение их площадей (В) по ключевым водосборным бассейнам. Условные обозначения. Ключевые водосборные бассейны: а – Касмала–Барнаулка, б – Большая Речка, в – Майма, г – Белая. IV-AB, 1-b и т.п. – индекс группы ландшафтов.

Алтайский край относится к малолесным регионам России, лесные экосистемы занимают лишь 28% площади, средняя лесистость – 22.8% (Итоги использования ..., 2019; Лесной план ..., 2016). При этом роль лесов, особенно ленточных боров (например, ключевая территория «Касмала–Барнаулка»), в предотвращении деградации земель, регулировании климатических процессов, уровне поддержания благоприятной окружающей среды в регионе исключительно высока. Согласно официальной статистике, площадь лесов Алтайского края в целом и ленточных боров в частности не только не убывает, но напротив – увеличивается. Так, по данным Лесного плана Алтайского края, площадь земель лесного фонда увеличилась с 2008 года на 91.4 тыс. га за счет уточнения площадей при проведении государственного кадастрового учета земель. Площадь защитных лесов увеличилась в основном за счет перевода из эксплуатационных лесов (на 201.2 тыс. га) и за счет уточнения площадей при проведении кадастрового учета и лесоустройства – всего на 292.6 тыс. га (Лесной план ..., 2016). Следует отметить, что здесь имеет место отмеченная выше нестыковка официальной статистики и наблюдаемой динамики наземных покровов, поскольку лесные земли не на 100% покрыты лесами, а леса на землях сельскохозяйственного назначения не относятся к лесному фонду.

Необходимо отметить, что эксплуатационная нагрузка на ленточные боры в последнее время возрастает. С принятием Лесного кодекса РФ (2006) и передачей боров в аренду ежегодные объемы

рубков возросли за 2008-2009 гг. практически в 2 раза в сравнении с 1995-2000 гг. (Маленко и др., 2012). В настоящее время объемы лесозаготовок достигли 1.3 млн. м³ только по хвойной древесине (Итоги использования ..., 2018).

Одной из причин увеличения объемов рубок в ленточных борах стало снижение установленного возраста рубки для основной лесобразующей породы – сосны обыкновенной. Приказом Федерального агентства лесного хозяйства от 19.02.2008 г. № 37 возраст рубки был снижен на один класс до 101 года. При этом никакого научного обоснования для такого снижения представлено не было (Эксперты ОНФ ..., 2019).

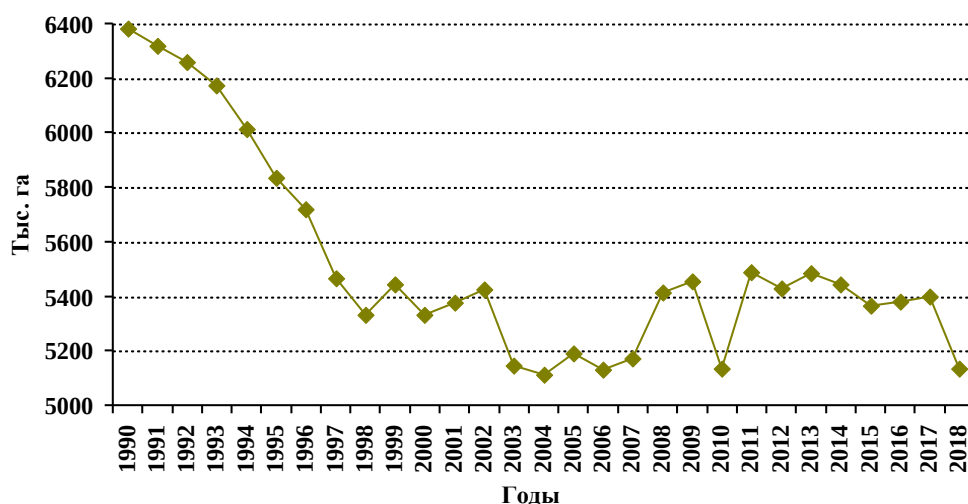


Рис. 5. Посевные площади всех сельскохозяйственных культур в Алтайском крае в 1990-2018 гг. (Единая ..., 2019).

Известно, что сосна обыкновенная живет до 400 лет, а в современных материалах лесоустройства некоторых ленточно-боровых лесничеств приводятся сведения о возрасте сосновых насаждений в 240-250 лет. В соответствии с результатами научных исследований (Бугаев, Косарев, 1988), возраст естественной спелости сосны в ленточных борах составляет 120-170 лет. Следовательно, возраст рубки должен быть установлен не ниже 121 года, и именно такое значение было определено для ленточных боров до 2008 года.

Динамика ООПТ как фактор противодействия деградации земель

Постановлением Администрации Алтайского края № 692 от 07.10.1999 г. было бессрочно продлено действие 26 охотничьих заказников, занимающих общую площадь около 680 тыс. га. С 1998 по 2003 г. в крае были созданы 146 памятников природы общей площадью около 61 тыс. га. В 1999 г. организован Тигирекский заповедник площадью 40.7 тыс. га. Таким образом, к 2003 г. общая площадь ООПТ Алтайского края составила 781.7 тыс. га или 4.65%.

В 2013 г. была принята Схема развития и размещения особо охраняемых природных территорий Алтайского края на период до 2025 года (Схема развития ..., 2013). На момент принятия документа общая площадь ООПТ края составляла 795.55 тыс. га или 4.74% от территории края. Согласно схеме, на территории края до 2025 года необходима организация 8 заказников, 1 дендрологического, 1 природного и 2 национальных парков, 23 памятников природы, а также расширение площадей 4 существующих заказников и государственного природного заповедника «Тигирекский». Образование новых и расширение существующих ООПТ позволит увеличить их общую площадь до 1616.6 тыс. га (9.6% от площади края) и сохранить наиболее значимые ключевые природные комплексы (Скачко, 2018). Двукратное увеличение площади ООПТ несомненно будет способствовать реализации концепции НБДЗ в Алтайском крае.

Выводы

1. В Алтайском крае в последние десятилетия наблюдается повышение температуры теплого

периода года, которое не компенсируется увеличением осадков, что приводит к иссушению территории (отрицательный тренд разности осадков и испаряемости -15% за 2000-2015 гг.).

2. Сокращение пахотных площадей и увеличение доли залежных земель в последние десятилетия в условиях иссушения климата требует адаптации сельского хозяйства, поскольку, согласно климатическим прогнозам, подобная ситуация сохранится к 2030 г. В частности, необходимо восстановление защитных лесных полос, задернение, подсев ценных кормовых трав и перевод залежей в посевы многолетних трав, сенокосы и пастбища, внедрение ресурсосберегающих технологий обработки почвы, засухоустойчивых сортов и культур.

3. Сокращение лесов в Алтайском крае по результатам обработки материалов ДЗЗ противоречит аналогичным данным по России в целом и официальной статистике Лесного хозяйства края. В условиях иссушения климата необходимо снижение хозяйственной нагрузки на леса, особенно ленточные боры, учет и восстановление всех их доступных площадей, улучшение возрастной структуры.

4. Единственным положительным вкладом в концепцию НБДЗ на территории края является происходящее и планируемое последовательное увеличение площади ООПТ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бугаев В.А., Косарев Н.Г. 1988. Лесное хозяйство ленточных боров Алтайского края. Барнаул: Алтайское книжное издательство. 311 с.
- Бюллетень мониторинга изменений климата Земного шара. Приземная температура. Разность климатических норм: 1981-2010 и 1961-1990. 2018. М. 6 с.
- Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2018 год. 2019. М. 79 с.
- Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС) [Электронный ресурс <https://fedstat.ru/indicator/31328> (дата обращения 19.05.2019)].
- Куст Г.С., Андреева О.В., Лобковский В.А. 2018. Нейтральный баланс деградации земель – новейший подход для принятия решений в области землепользования и земельной политики // Проблемы постсоветского пространства. № 5 (4). С. 369-389.
- Лесной план Алтайского края (2019-2028 гг.) // Официальный сайт Министерства природных ресурсов и экологии Алтайского края [Электронный ресурс http://altaipriroda.ru/files/incoming/files/documenti/33_%D1%871.pdf (дата обращения 19.05.2019)].
- Лобковский В.А., Куст Г.С., Андреева О.В. 2018. Нейтральный баланс деградации земель: возможности интеграции глобальных и национальных индикаторов // Экология. № 3. С. 45-53.
- Маленко А.А., Семенов М.И., Елизаров В.А. 2012. К вопросу о рубках ухода в ленточных борах Алтайского края // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. № 12 (98). С. 54-57.
- Итоги использования лесов в 2018 году. 2019 // Официальный сайт Министерства природных ресурсов и экологии Алтайского края [Электронный ресурс http://altaipriroda.ru/news/lesopolz/?/2019/01/25/8483_itogi_ispolzovaniya_lesov_v_2018_godu (дата обращения 19.05.2019)].
- Паромов В.В., Земцов В.А., Копысов С.Г. 2017. Климат Западной Сибири в фазу замедления потепления (1986-2015 гг.) и прогнозирование гидроклиматических ресурсов на 2021-2030 гг. // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. Т. 328. № 1. С. 62-74.
- Скачко Е.Ю. 2018. Развитие сети ООПТ в Алтайском крае // Ломоносовские чтения на Алтае: фундаментальные проблемы науки и техники: сборник научных статей Международной конференции, 13-16 ноября 2018 г. / Ред. Е.Д. Родионов. Барнаул: АлтГУ. С. 1158-1161 [Электронный ресурс <http://elibrary.asu.ru/handle/asu/6367> (дата обращения 19.05.2019)].
- Схема развития и размещения особо охраняемых природных территорий Алтайского края на период до 2025 года (утв. постановлением Администрации Алтайского края от 12.08.2013 № 418, в ред. 10.05.2018 № 158) // Официальный сайт Министерства природных ресурсов и экологии Алтайского края [Электронный ресурс http://altaipriroda.ru/directions/prirodnye_resursy/oopt/ooptAK/ (дата обращения 19.05.2019)].
- Харламова Н.Ф. 2010. Долговременные климатические изменения на внутриконтинентальной территории России (Алтайский регион) // Известия Алтайского государственного университета. № 3-1 (67). С. 133-140.
- Харламова Н.Ф. 2013. Оценка и прогноз современных изменений климата Алтайского региона. Барнаул: издательство АлтГУ. 156 с.
- Черных Д.В., Бирюков Р.Ю., Золотов Д.В., Першин Д.К. 2018. Пространственно-временная динамика ландшафтов водосборных бассейнов Алтайского региона в последние 40 лет // География и природные ресурсы. № 3. С. 104-115.
- Эксперты ОНФ настаивают на увеличении возраста рубки в ленточных борах Алтайского края. 2019 // Официальный сайт Общероссийского общественного движения «Народный фронт «ЗА РОССИЮ»

- [Электронный ресурс <https://onf.ru/2019/04/17/eksperty-onf-nastaivayut-na-uvlichenii-vozrasta-rubki-v-lentochnyh-borah-altayskogo/> (дата обращения 19.05.2019)].
- Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 2014 / Eds. R.K. Pachauri, L.A. Meyer. IPCC, Geneva, Switzerland. 151 p.
- Degefe D.T., Fleischer E., Klemm O., Soromotin A.V., Soromotina O.V., Tolstikov A.V., Abramov N.V. 2014. Climate extremes in South Western Siberia: past and future // Stochastic Environmental Research and Risk Assessment. Vol. 28. No. 8. P. 2161-2173.
- Griewald Yu., Clemens G., Kamp J., Gladun E., Hölzel N., von Dressler H. 2017. Developing land use scenarios for stakeholder participation in Russia // Land Use Policy. Vol. 68. P. 264-276.
- Groisman P.Ya., Blyakharchuk T.A., Chernokulsky A.V., Arzhanov M.M., Marchesini L.B., Bogdanova E.G., Borzenkova I.I., Bulygina O.N., Karpenko A.A., Karpenko L.V., Knight R.W., Khon V.Ch., Korovin G.N., Meshcherskaya A.V., Mokhov I.I., Parfenova E.I., Razuvaev V.N., Speranskaya N.A., Tchebakova N.M., Vygodskaya N.N. 2013. Climate changes in Siberia // Regional Environmental Changes in Siberia and Their Global Consequences / Eds. P.Ya. Groisman, G. Gutman. Dordrecht: Springer Environmental Science and Engineering. P. 57-109.
- Novel Methods for Monitoring and Managing Land and Water Resources in Siberia. 2016 / Eds. L. Mueller, A.K. Sheudshen, F. Eulenstein. Series Title: Springer Water. 760 p.
- Shulgina T.M., Genin E.Yu., Gordov E.P. 2011. Dynamics of climatic characteristics influencing vegetation in Siberia // Environmental Research Letters. Vol. 6. No. 4. P. 1-7.
- UNCCD. 2015. Land matters for Climate. Reducing the Gap and Approaching the Target. Bonn, Germany. [Электронный ресурс https://www.unccd.int/sites/default/files/documents/2015Nov_Land_matters_For_Climate_ENG_0.pdf (дата обращения 19.05.2019)].