

**Р. Ш. Кашапов, А.Ю. Кулагин**

**ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ  
ПРИРОДНО-ХОЗЯЙСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ  
ПО БАЛАНСУ УГЛЕРОДА  
НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН**

**Гилем**

*Посвящается Году охраны окружающей среды  
в Российской Федерации и Республике Башкортостан*



АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН  
ОГДИЛЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК  
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФГБОУ ВПО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ им. М. АКМУЛЛЫ»  
ФГБУН ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ УФИМСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН

**Р. Ш. Кашапов, А.Ю. Кулагин**

**ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ  
ПРИРОДНО-ХОЗЯЙСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ  
ПО БАЛАНСУ УГЛЕРОДА  
на примере Республики Башкортостан**

Уфа «Гилем» 2013

УДК 502  
ББК 201,8  
К 31

*Издание осуществлено при содействии Фонда поддержки научных исследований АН РБ, а также грантов Академии наук Республики Башкортостан (1995–2013 гг.); РФФИ № 00-04-48688, № 02-04-63125, № 05-04-97906, № 11-04-97025; тематического плана Министерства образования и науки Российской Федерации (2008–2012 гг., номер гос.регистрации НИР 01201276782); программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Биологическое разнообразие» (2009–2011 гг.), программы фундаментальных исследований ОБН РАН «Биологические ресурсы России: динамика в условиях глобальных климатических и антропогенных воздействий» (2012, 2013).*

*Подготовлено в рамках реализации программы работ научно-образовательного центра «Дендроэкология и природопользование» при Институте биологии УНЦ РАН.*

Ответственный редактор:  
*Ю.А. Янбаев*, доктор биологических наук, профессор

Рецензенты:  
*А.М. Гареев*, доктор географических наук, профессор,  
*Г.А. Зайцев*, доктор биологических наук

## **Кашапов Р.Ш., Кулагин А.Ю.**

Оценка состояния окружающей среды природно-хозяйственной системы по балансу углерода: на примере Республики Башкортостан / Р.Ш. Кашапов, А.Ю. Кулагин. – Уфа: Гилем, НИК «Башк. энцикл.», 2013. – 160 с. – ISBN 978-5-88185-083-8

Обосновано место региональной природно-хозяйственной системы в глобальном круговороте углерода. Рассмотрены наиболее важные положения современных взглядов на круговорот углерода в биосфере, географические закономерности углеродного цикла и факторы его дифференциации. Обоснован объем необходимого для характеристики природно-хозяйственной системы фактического материала, определены его источники, произведены расчеты материально-энергетических потоков в природно-хозяйственной системе.

Предназначено для широкого круга специалистов, исследующих проблемы глобальной экологии, занятых вопросами оценки состояния и охраны окружающей среды региональных природно-хозяйственных систем, геоэкологов, географов-ландшафтологов, студентов и магистрантов вузов.

ISBN 978-5-88185-083-8

© Кашапов Р.Ш., Кулагин А.Ю., 2013

© Издательство «Гилем»,

НИК «Башкирская энциклопедия», 2013



## **ВВЕДЕНИЕ**

Основную причину продолжающегося обострения глобальной экологической ситуации видят в том, что произошли заметные антропогенные нарушения процессов, протекающих в географической оболочке. Эти нарушения зарождаются в области наиболее интенсивной хозяйственной деятельности – экосфере [Вернадский, 1967, 1978; Голубев, 1999], самым заметным и наиболее опасным его результатом является глобальное нарушение биогеохимического цикла углерода.

При оценке состояния окружающей среды традиционно используют основанный на «ресурсной» концепции [Кондратьев, Лосев, Ушаков, 1995] метод покомпонентного анализа. Предложен также альтернативный подход, базирующийся на «биосферной» концепции, согласно которой причина современного экологического кризиса – это антропогенное нарушение работы механизмов гомеостаза термодинамически наиболее активного компонента географической оболочки – биосфера [Горшков, 1980, 1987, 1990]. Глубина нарушения оценивается по степени разомкнутости цикла углерода в природе.

Проблема углерода, ввиду особого значения этого элемента в биосфере, изучается уже достаточно длительное время [Усольцев, 2001, 2007, 2010]. Обычно она рассматривается применительно ко всей биосфере, к обширным территориям в естественных границах – природным (ландшафтным) зонам, физико-географическим регионам, а также к отдельным странам. Вопросы потоков, круговорота и депонирования углерода для территории России обсуждают-

ся достаточно длительное время [Алексеев, Бердси, 1994; Круговорот углерода..., 1999; Добровольский др., 1999; Исаев, Коровин, 1999; Кудеяров, 1999, 2004; Мокроносов, 1999; Усольцев, 2001, 2007, 2010; Эмиссия и сток парниковых газов..., 2004, Пулы и потоки углерода..., 2007; и др.].

Вопросы анализа депонирования углерода применительно к территориям регионального масштаба ранга внутригосударственных структур – субъектов федерации представляют важную научную и прикладную задачи [Исаев, Коровин, 1999, 2009]. При этом в последнее время актуальными становятся вопросы эколого-экономических отношений, основу которых составляют сведения о природном потенциале и природопользовании на региональном уровне. Это находится в полном соответствии с тезисом современной экологии – «думать глобально – действовать локально».

Глобальный цикл (углерода) включает, помимо циклов в крупных регионах, также множество частных на территориях значительно меньшего масштаба. Генераторами экологических проблем, включая и проблему нарушения цикла углерода, являются не природные системы (экосистемы, геосистемы, ландшафты, природные (ландшафтные) зоны и т.д.), искусственно разделенные административными и государственными границами и не национальные природно-хозяйственные системы в рамках государственных границ, последние слишком велики и неоднородны, а региональные природно-хозяйственные системы – структурные части национальных природно-хозяйственных систем в рамках административных границ.

Частные циклы, происходящие в региональных природно-хозяйственных системах, в интегрированном виде определяют ситуацию в масштабе крупных территорий. Очевидно, именно в результате хозяйственной деятельности в этих относительно однородных и автономных в хозяйственном отношении структурах складывается общая обстановка более крупных территорий – от национальных вплоть до масштаба биосферы. Географы [Рябчиков, 1972; Герасимов, 1996; Коломыц, 2003] настоятельно подчеркивают, что учет региональных особенностей – одно из принципиальных методологических условий в исследовании глобальных процессов.

Выполнение таких исследований для территории регионального масштаба (ранга субъекта федерации) требует разработки и реализации комплекса методов [Кашапов, 2009].

В качестве цели исследования определена оценка состояния окружающей среды региональной природно-хозяйственной системы по балансу углерода на примере Республики Башкортостан.

Для этого требовалось решение следующих задач:

1. Определение места региональной природно-хозяйственной системы (П-ХС) в общем круговороте углерода; оценка роли географических закономерностей и антропогенных факторов в определении общих и частных особенностей углеродного цикла в региональной П-ХС; обоснование необходимости изучения баланса углерода для оценки состояния окружающей среды региональной (П-ХС) и требуемого для этого объема базы данных. Расчет баланса углерода в природно-хозяйственной системе, оценка на его основе степени влияния хозяйственной деятельности на окружающую среду территории.

2. Пространственно-временная дифференциация П-ХС, характеристика состояния геосистем.

3. Обоснование принципов управления балансом углерода в природно-хозяйственной системе.

Работа имеет следующую структуру. В первой главе кратко рассматриваются основные положения современных взглядов на круговорот углерода в биосфере, географические закономерности углеродного цикла и факторы его дифференциации. Во второй главе обосновывается объем необходимого фактического материала и его источники, производятся расчеты, характеризующие материально-энергетические потоки в природно-хозяйственной системе. В третьей главе обсуждаются вопросы углеродного состояния П-ХС, результаты расчетов общего баланса углерода и на этой основе дается общая оценка влияния хозяйственной деятельности на окружающую среду. В четвертой главе обсуждается состояние окружающей среды выделенных геосистем (ландшафтов), рассматриваются некоторые рекомендации по оптимизации нарушенного баланса углерода в П-ХС.

*Благодарности.* Авторы выражают искреннюю признательность и благодарность руководству и специалистам Министерства лесного хозяйства Республики Башкортостан, Государственного комитета Республики Башкортостан по статистике, Башкирского территориального управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Госкомитета по землеустройству и земельным ресурсам

Республики Башкортостан, Государственного унитарного предприятия «Башземоценка» за предоставленную возможность использования в работе фондовых материалов. Наша искренняя благодарность сотрудникам кафедры экологии и природопользования Башкирского государственного педагогического университета им. М. Акмуллы, сотрудникам лаборатории лесоведения Института биологии Уфимского научного центра РАН за помощь и поддержку, оказывавшиеся в процессе работы, коллективу научно-образовательного центра «Дендроэкология и природопользование».

## Г л а в а 1

### КРУГОВОРОТ УГЛЕРОДА В БИОСФЕРЕ

Деятельность человека в целом азональна, но в значительной степени корректируется действием географических законов и закономерностей. Особенно рельефно это проявилось в последние десятилетия двадцатого века. Известный тезис о том, что ландшафт есть не пассивное вместилище деятельности человека и достаточно активно откликается на его воздействия, подтверждается. Это требует, при решении проблем, возникающих в процессе хозяйственной деятельности, осуществлять системный подход, по возможности полно учитывать, на основе географических законов и закономерностей, все аспекты взаимодействия общества и природы. Системный подход к объекту изучения составляет основу междисциплинарного научного направления – геоэкологии. В физической географии системный подход утвердился благодаря трудам В.Б. Сочавы [1978]. Он разработал основы учения о геосистеме – главном объекте изучения геоэкологии.

Хозяйственная деятельность человека сосредоточена в основном в пределах части географической оболочки, включающей нижнюю тропосферу, поверхностные воды океана, его шельфовую зону, верхнюю часть литосферы. Г.Н. Голубев [1999] предлагает назвать ее экосферой. В определении этого понятия выделяются такие основные ее свойства, как целостность, устойчивость к воздействию эндогенных и экзогенных факторов; ей также присущи четырехмерность и неоднородность структуры. Последнее обусловлено влиянием естественных и социально-экономических, или антропогенных, факторов.

Экосфере свойственна сложная пространственно-временная дифференциация – деление на геосистемы. Это есть результат проявления разномасштабных и разновременно действующих естественных факторов. Картина еще более усложняется в результате наложения схемы государственных и внутригосударственных границ – администра-

тративных, административно-хозяйственных, а также границ природно-хозяйственных систем, которые проводятся вне всякой связи с естественными границами и расчленяют единые геосистемы.

Целостность системы, ее организованность поддерживается в процессе обмена веществом и энергией. Между компонентами и частями биосфера перенос осуществляется по основным каналам – воздушными массами, системой океанских течений, речным стоком и в миграционных потоках живых организмов. В результате этого осуществляется глобальный круговорот веществ и химических элементов и перенос энергии.

В системе, находящейся в невозмущенном состоянии, все круговороты сбалансираны. Установлено, что глобальный цикл углерода сбалансирован на протяжении больших отрезков времени с точностью в  $10^4$  ч  $10^{-8}$  [Горшков, 1990, 1995], но на протяжении сравнительно коротких отрезков времени возможны заметные флюктуации его содержания в атмосфере [Малиновский, 1990; Савенко, 2005].

В пределах малых территорий, очевидно, возможен значительный дисбаланс углерода, вызываемый естественными причинами, в частности, периодической сменой более засушливых и более сухих периодов в циклах сверхвековых (1850-летних по: Шнитников, 1957) и внутривековых (80-90-летних) и еще более кратковременных колебаний основных параметров климата. Возможны также резкие внутригодичные колебания интенсивности круговорота в связи с сезонными ритмами климата там, где она (сезонность) характерна.

Круговорот углерода в настоящее время активно изучается. Это обусловлено тем, что этот элемент занимает особое место на Земле: он составляет основу биологической жизни и является одним из наиболее массовых элементов в составе органических веществ. Его среднее содержание в сухом органическом веществе равно 45,4%. Поэтому, как полагают, сдвиг баланса в ту или иную сторону может привести к последствиям катастрофическим для современной цивилизации [Моисеев, 1987; Горшков, 1990, 1995; Данилов-Данильян и др., 1994].

## 1.1. Географические закономерности круговорота углерода

Потоки углерода (в составе углекислого газа  $\text{C}-\text{CO}_2$ ) из атмосферы в Океан и на суши обозначают термином «сток», а обратный поток – с поверхности суши и Океана в атмосферу – есть эмиссия.

В гомеостатичной биосфере сток и эмиссия сбалансираны, выделение  $\text{CO}_2$  с поверхности почв должно быть равно чистой продукции фотосинтеза [Мокроносов, Кудеяров, 1997]. Как полагают, сейчас такого соответствия нет – эмиссия превышает сток, и разница продолжает возрастать, о чем сигнализирует устойчивая тенденция роста концентрации  $\text{CO}_2$  в атмосфере. На суще, как мы знаем, практически единственным и достаточно хорошо изученным процессом, обеспечивающим сток, является фотосинтез.

До недавнего времени господствовала точка зрения, согласно которой основным каналом стока на суще являются влажнотропические леса, так как они имеют наивысшую биомассу и продуктивность из всех типов растительности Земли. Их поэтому называли даже «легкими планеты». Однако, как стало сейчас известно, хотя сток действительно велик, масштабы захоронения органического вещества в них не столь значительны, как было принято считать. Вообще, невысокие темпы накопления органики типичны для любых трансформных экосистем, будь то экосистемы сухогутные или морские [Малиновский, 1990]. Сейчас накапливаются данные, свидетельствующие о том, что, возможно, основной канал стока по количеству депонируемого углерода – это аккумулятивные экосистемы – boreальные леса и ветланды северного полушария, надолго выводящие его из круговорота [Титлянова, 1977; Заварзин, 1989, 1999; Горшков. 1995; Кондратьев и др., 2002; Houghton et al., 1996; Bryant et al., 1997; Magnitude and..., 1999; Global Environment., 2000]. Основные депо органического углерода – древесина, озера, болота, почвы boreальных (таежных) лесов, лесотундр и тундр [Болин, 1972; Мониторинг биоты полуострова Ямал, 1997; Мокроносов, 1999; Лосев, 2001; Кондратьев и др., 2002; Magnitude and..., 1999; Global Environment., 2000; Пулы и потоки углерода..., 2007].

В недавнем прошлом резервуаром, в котором на длительный срок «консервировался» углерод, были также степные почвы. Сейчас они отчасти потеряли значение как резервуар: за последние 100–200 лет степи были сильно распаханы [Заварзин, 1999], экосистемы разрушены. Соответственно здесь сформировалась обширная зона с нарушенным циклом углерода.

Баланс углерода в экосистеме зависит не только от мощности лесной растительности, «откачивающей» углерод из атмосферы, но также еще и от того, какая часть, закрепленная в органическом веществе, окажется депонированной в неактивной форме в торфах, гуму-

се, фоссилизированных органических веществах и неорганическом углероде биотического происхождения. Во всем этом проявляется зональность климата, которая обуславливает не только условия фотосинтеза, но и то, насколько благоприятны (или неблагоприятны) они для процессов деструкции мертвой органики, ее гумификации, выносят в более глубоко лежащие горизонты.

Девственные, отчасти квазидевственные леса способны замкнуть круговорот углерода [Заварзин, 1989, 1999; Тимофеев-Ресовский, 1968; Горшков, 1995; Лосев, 2001; Кондратьев и др., 2002; Bryant et al., 1997]. Близок к скомпенсированному круговорот в автономных травянистых экосистемах [Титлянова, 1979; Исаков и др., 1986]. Однако они (травянистые экосистемы) сейчас сколько-нибудь заметной роли играть в углеродном балансе не могут.

Наша страна обладает самым большим в мире массивом внетропических лесов: согласно экспертным оценкам Мирового института лесов, России принадлежат 26% девственных лесов от их площади во всем мире [Лосев, 2001; Bryant et al., 1997]. Считается, что по этой причине Россия может быть пространством чистого стока [Мокроносов, Кудеяров, 1997; Добровольский и др., 1999; Мокроносов, 1999; О состоянии окружающей..., 1999; Швиденко, Нильссон и др., 2001; Кондратьев и др., 2002]. Сейчас этот тезис, очевидно, уже можно считать доказанным [Пулы и потоки углерода ..., 2007].

Весьма эффективно связывают углерод вторичные леса, которым вообще присущи высокие приросты [Система рекомендаций по ведению..., 1976; Базилевич и др., 1986; Экология Ханты-Мансийского..., 1997; Добровольский и др., 1999]. Основываясь на этой их особенности, предлагается даже специально создавать лесные плантации для более эффективной «откачки» излишков углерода из атмосферы [Исаев, Коровин, 1995, 1999]. Проводятся экспериментальные работы по созданию углеродоемких лесов в России [Кравцов и др. 2002].

## **1.2. Факторы пространственно-временной дифференциации углеродных циклов**

На всех уровнях организации экосферы циклы углерода регулируются географическими законами и закономерностями, масштаб проявления которых соответствует месту территории в системе иерархических единиц пространственно-временной дифференциации экос-

феры – от общепланетарного до локального [Сочава, 1978]. Соответственно и глобальный цикл состоит из большого количества частных – локальных и региональных круговоротов, соответствующих рангу территории в этой системе.

В соотношении глобального и регионального в круговоротах углерода прослеживается та же закономерность, что и в пространственно-временных структурах – геосистемах, части которых они соединяют: глобальные факторы определяют общие особенности частных циклов на всей площади географической зоны, а локально действующие факторы придают им «местный колорит», т.е. обуславливают специфические особенности, поскольку каждая территория уникальна, обладает индивидуальными свойствами, от которых зависят специфика и соотношение главных противоположно направленных процессов – синтеза и деструкции органических веществ, характеристик потоков углерода между резервуарами. Поскольку эти процессы протекают исключительно при участии живых организмов, то особенности цикла во многом зависят от особенностей абиотических факторов, определяющих условия существования биоты.

Существует тесная связь и взаимообусловленность глобальных и региональных процессов: региональные процессы контролируются глобально действующими факторами, однако и глобальные процессы испытывают обратное воздействие процессов регионального масштаба. Согласно А.М. Рябчикову [1972], при анализе изменений естественных ландшафтов важно рассматривать не столько планетарные круговороты веществ, которые изменяются мало, сколько регионально-зональный и особенно местный, изменения которых более значительны. Очевидно, этот принцип возможно распространить и на природно-хозяйственные системы.

Опора в исследованиях наряду с всеобщим (глобальным) на частное (региональное) является одним из основных методологических принципов [Герасимов, 1996; Коломыц, 2003].

«Механизмы» возникновения глобальных геоэкологических проблем в результате хозяйственной деятельности человека, нарушения биогеохимического цикла углерода действуют по принципу индукции. Основными генераторами этого процесса являются достаточно крупные и сравнительно цельные в хозяйственном отношении внутригосударственные единицы. Результатом хозяйственной деятельности в

регионе, особенностей ее воздействия на природную среду является (в обсуждаемом нами аспекте) состояние углеродного цикла – степень его разомкнутости. В связи с этим значительный интерес представляет изучение региональных особенностей пространственно-временной дифференциации цикла углерода.

Острота глобальной геоэкологической проблемы нарушения биогеохимического цикла углерода содержит в «снятом» виде результаты нарушений циклов в многочисленных региональных природно-хозяйственных системах. Но она отражает также и стабилизирующее влияние природных систем территорий, где гомеостаз не нарушен и цикл углерода замкнут с необходимой точностью, а также влияние природных систем, где баланс углерода сводится к положительным знаком.

Факторы, обуславливающие пространственно-временную дифференциацию систем высших иерархических уровней, определяют такие фундаментальные особенности цикла углерода, как: условия формирования запасов в резервуарах, мощность потоков, скорость обрата, их общую ритмику.

Региональные, а также местные и локально действующие факторы обусловлены геологическим строением территории, опосредованно влияющим на цикл через рельеф (морфоструктуру и морфоскульптуру).

Морфоструктура корректирует проявления влияния глобально действующих факторов: поступление радиации Солнца, количество осадков, общие условия поверхностного и подземного стока, особенности биогеохимических процессов, а также почвенного и растительного покрова. Они обуславливают величину запасов углерода в резервуарах и их соотношение, количество в потоках и особенности баланса: уравновешенный, с тенденцией дефицита или накопления (имеется в виду – на достаточно длительных отрезках времени).

Большое значение имеют количественные и качественные характеристики рельефа – равнина это или возвышенность, абсолютные и относительные высоты, географическое положение, иногда – форма и ориентированность по отношению к преобладающему направлению переноса воздушных масс, состав рыхлых отложений и т.д. От этого во многом зависят местные факторы, например, сроки наступления фенофаз, их абсолютная и относительная длительность, что также вносит свою долю в общую картину региональной пространственно-

временной дифференциации углеродного цикла. В частности, в степной зоне накопление углерода в гумусе зависит от длительности летней засухи и осеннего периода с благоприятными для микробиологической активности гидрометеорологическими условиями: сочетание достаточно длительной летней засухи и короткой осени с быстрым наступлением зимних холодов способствуют и более интенсивной гумификации остатков отмерших растений.

Существенное влияние на региональный баланс может оказывать морфоскульптура – происхождение, характер, особенности распределения форм морфоскульптуры. Морфоскульптура также зависит от геологических условий (особенностей горных пород, слагающих территории). Но помимо этого она отражает также историю формирования, специфику ведущих факторов, формировавших ее, и т.д. Преобладание тех или иных форм морфоскульптуры через поверхностный сток, почвенный покров (преобладающие типы, виды и разновидности), растительные сообщества также в некоторой степени определяет специфические особенности регионального круговорота.

Наряду с природными факторами, очень мощное влияние на круговороты оказывает деятельность человека. Хозяйственная деятельность в земных условиях в принципе не может быть абсолютно независимой от природных условий. Она также прямо или косвенно подчиняется пространственно-временным закономерностям. Можно только говорить о большей или меньшей зависимости или независимости. Ведь даже необходимость строительства, скажем, Кольской атомной электростанции продиктована местными природными условиями: суровым климатом, повышенными затратами энергии, небогатыми энергетическими ресурсами края, дороговизной импорта топлива, энергии и т.д.

Зависимость особенностей хозяйственной деятельности от природных условий хорошо видна на примере Республики Башкортостан. В равнинных районах Западной Башкирии, Зауралье развита земледельческая отрасль, она практически отсутствует в горно-лесной зоне [Кашапов, 2008 а]; в Западной Башкирии в соответствии с эксплуатацией залежей нефти развита соответствующая добывающая отрасль, инфраструктура по транспортировке нефти и нефтепродуктов, предприятия, так или иначе связанные с ее переработкой. В Зауралье на основе богатых месторождений медных руд развита добыча, транспортировка, первичная переработка руд и т.д.

«Макроструктура» хозяйственной деятельности определяется факторами, определяющими зонально-поясную структуру экосферы: направление развития и уровень деятельности, связанные с эксплуатацией ресурсов биосфера – почв, растительности и др. Наиболее яркими примерами являются зоны: развития животноводства – пустыни, полупустыни, тайга, тундры; развития земледелия – степная зона, подзоны лесостепей и летнезеленых лесов; лесоэксплуатации – подзона тайги. Все это определяет общий характер (площадного) нарушения экосистем (ландшафтов, геосистем), соответственно и глубины нарушения цикла углерода.

«Азональные» факторы – геологическое строение, тектоника региона через рельеф также влияют на степень освоенности территории, соответственно – на уровень нарушения баланса углерода.

«Производным» геологического строения является наличие и разнообразие ископаемых ресурсов. Добывающие и перерабатывающие отрасли, теплоэнергетика, транспорт (и наиболее активные источники выбросов СО<sub>2</sub> в атмосферу), оказывающие наиболее сильное прямое воздействие на природу, развиваются в районах концентрации этих ресурсов и соответственно являются наиболее мощными локальными центрами нарушения цикла углерода.

Промышленные центры, формирующиеся на их базе, являются и «центрами притяжения» для населения. Возрастающая с течением времени плотность населения по принципу положительной обратной связи способствует еще большей интенсификации хозяйственной деятельности. В итоге это приводит к увеличению нарушения баланса углерода в регионе.

Мощным площадным источником нарушения баланса углерода является сельское хозяйство, особенно земледельческая отрасль: высокий уровень механизации, химизации, внесение концентрированных доз удобрений и т.д. Это приводит к одному и тому же результату – разрушению почвы, дегумификации [по: Миркин и др., 1991]. Поскольку перечисленные процессы наиболее интенсивны в районах, прилегающих к промышленным центрам, то они выступают в роли катализаторов нарушения баланса еще и на этих территориях.

Таким образом, дифференцированные в пространстве и времени в соответствии с социально-экономическими законами антропогенные факторы, накладываясь на природные процессы пространствен-

но-временной дифференциации цикла углерода, усиливают их, делают более контрастными.

Сейчас практически все геосистемы Земли подвергаются прямому или косвенному воздействию со стороны человека [Исаченко, 1991, 2001]. Соответствующие перестройки произошли и в круговоротах, причем глубина искажения в пределах одного и того же естественного района, но в частях, относящихся к разным административным субъектам и в разной степени освоенных, может существенно различаться, усиливая тем самым контрастность общей картины нарушений углеродных циклов.

В целом в экосфере, но особенно в региональных геосистемах, во многих районах велика роль антропогенных потоков углекислоты в атмосферу, формирующихся из промышленных выбросов, при сжигании ископаемого топлива, эмиссии в результате дегумификации почв в сильно нарушенных или разрушенных естественных экосистемах. В таких случаях эта ветвь круговорота – антропогенная эмиссия, может превышать сток, зачастую весьма существенно.

## **Г л а в а 2**

# **ЗАПАСЫ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ПРИРОДНО-ХОЗЯЙСТВЕННОЙ СИСТЕМЕ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН**

### **2.1. Региональная природно-хозяйственная система**

Природно-хозяйственная система (П-ХС) – относительно автономная в хозяйственном отношении внутригосударственная структура в рамках административных границ; в России – это субъект Федерации: республика, край или область. Как было выше отмечено, они в совокупности в значительной степени влияют на баланс углерода на территории страны.

В литературе понятие «природно-хозяйственная система» под разными названиями рассматривалось в работах многих исследователей [Мильков, 1973; Балацкий, Мельник, Яковлев, 1984; Швебс, 1987, 1995; Кочуров, Иванов, 1987; Кочуров, 2001; Реймерс, 1990]. В их понимании имеются достаточно большие различия, но в основном они сходны – это совокупность геосистем (ландшафтов) и их частей в пределах территории, очерченной административными границами, изменяемые и измененные деятельностью человека. Основной признак для всех перечисленных систем: единство территории, тесное взаимодействие между собой составляющих их природной и социально-экономической подсистем и целостность выполняемых функций.

Положение объекта изучения в иерархии природно-хозяйственных систем показано на схеме (рис. 1). Как видно, он располагается на третьем уровне. Это – мезорегион в административных границах республики, края или области. Мезорегионы являются составляющими макрорегиона – страны. Ниже мезорегиона выделяются микрорегионы и нанорегионы.

Природно-хозяйственные системы отличаются индивидуальными особенностями по многим параметрам – географическому положению, природным условиям, обеспеченности природными ресурсами и геоэкологическими «услугами», плотности населения, уровню экономического развития, специализации народного хозяйства, количеству вырабатываемой первичной энергии, степени антропогенных преобразований ландшафтов и другим параметрам. Поэтому они разнообразны по набору и остроте экологических проблем, сильно различаются по степени нарушенности баланса углерода, соответственно и по вкладу в проблему CO<sub>2</sub>.

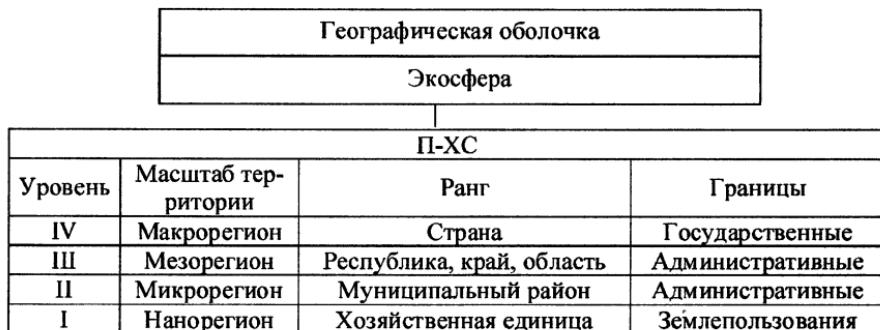


Рис. 1. Иерархическая схема природно-хозяйственных систем

П-ХС есть полноценная система, в ее составе представлены все подсистемы, присущие системам такого ранга. Она занимает значительную по площади территорию и потому способна в определенной степени сглаживать непропорционально большие флюктуации вещественно-энергетических потоков.

Природная подсистема есть совокупность изменяемых и измененных деятельностью человека ландшафтов, их частей и компонентов в пределах территории, очерченной административными границами. Регионально действующие факторы определяют специфику и соотношение процессов синтеза и деструкции органических веществ и потоков углерода между резервуарами.

Социально-экономическая подсистема представляет совокупность всего, что входит в социальную и производственную подсистемы. Особенности социально-экономической подсистемы могут оказывать

значительное, подчас определяющее влияние на процессы синтеза и деструкции органического вещества, потоки углерода между резервуарами, емкость резервуаров.

Подсистемам П-ХС свойственна пространственно-временная изменчивость, и соответствующее объекту описание состояния системы возможно на основе пространственно-временного анализа, который допускает целостность охвата, позволяет учитывать и оценивать, по возможности полно, всю совокупность взаимосвязей и взаимоотношений. Для их описания необходимо использовать обширный массив данных, всесторонне характеризующих основные параметры мезорегиона, вещественно-энергетические потоки, их пространственно-временные особенности. Для П-ХС характерно также большое число внешних связей и отношений. Однако они слабее внутренних связей.

Микрорегион – административный (муниципальный) район, занимает достаточно большую площадь. Расстояния между крайними точками территории района составляют несколько десятков километров, площади исчисляются сотнями тысяч гектаров. Во всяком случае, в условиях Башкортостана более половины районов имеют площади от 160 до 240 тыс. га, при крайних значениях от 138 до 1128 тыс. га. В зависимости от географического положения района здесь уже могут проявляться различия природных условий. В хозяйственном отношении это объединение нескольких десятков нанорегионов, между которыми возможны различия в особенностях хозяйствования, но внутренне они относительно однородны.

Нанорегион – в данном случае элементарная, далее неделимая единица. Неоднородность природных условий нанорегиона проявляется как следствие топографических различий. Хозяйственная деятельность на территории также однородна. Это может быть колхоз, совхоз (или современные структуры типа ассоциации крестьянских хозяйств и т.п.).

Как видно из схемы, нанорегионы маркируются границами землепользования, следующие два уровня – административными, единица в ранге страны – государственными. Высшая единица иерархической системы – современная географическая оболочка.

## **2.2. Основные особенности природных условий территории Республики Башкортостан**

Республика Башкортостан расположена на Южном Урале и прилегающей к нему с запада части Восточно-Европейской равнины, называемой Предуральем. На востоке она занимает узкую возвышенно-равнинную полосу – Башкирское Зауралье. Площадь республики 142,95 тыс. км<sup>2</sup>, или 0,8% площади Российской Федерации. Протяженность территории с севера на юг 550 км, с запада на восток – 450 км. Общая протяженность границ 2500 км.

Территория отличается значительным разнообразием природных условий, обусловленных сложным рельефом. Рельеф является ведущим природным фактором, оказывающим непосредственное и опосредованное влияние на экологическую ситуацию в природно-хозяйственной системе Республики Башкортостан и определяющим ее основные особенности. Поэтому, не рассматривая роль других компонентов природной среды региона, кратко охарактеризуем особенности рельефа.

Основной геоморфологический фон определяется 2 типами мегарельефа: равнинным и горным. Это равнины и возвышенности Западной Башкирии, Зауральский пенеплен и Южный Урал. В пределах этих типов выделяются более мелкие формы – 2 типа макрорельефа: равнины и возвышенности. Разница высот между самой низкой и самой высокой точками составляет 1696 м.

В Западной Башкирии выделяются такие крупные возвышенности и равнины, как Бугульминско-Белебеевская платообразная возвышенность (до 480 м), Грядово-холмистая возвышенность Приуральского Общего Сырта (до 400 м) и Уфимское плато (до 517 м); Камско-Бельское увалистое понижение (от 56 до 220–260 м), Юрзано-Айское холмисто-грядовое понижение (с преобладающими высотами 200–400 м).

Горная часть территории – **Восточная Башкирия**, по характеру рельефа северной и южной частей различается. В северной среднегорной части максимальные высоты достигают 1582 м (г. Иремель), 1640 м (г. Ямантау). В южной части – на Южно-Уральском плоскогорье (Зилаирское плато) средние высоты достигают 500–600 м, с максимумом 660 м.

Крайняя восточная часть территории – Зауральский пенеплен, представляет собой узкую меридиональную полосу с грядово-холмистым, местами сопочным и предгорно-равнинным рельефом. Преобладающие высоты 310–380 м, наиболее высокие точки достигают 443–528 м.

Высотные (гипсометрические) уровни распределены следующим образом: высотная ступень до 500 м составляет 81% площади республики, 500–800 м – около 17% и выше 800 м – 2% [Хисматов, 1987].

### **2.3. Источники фактического материала**

В основу настоящей работы легли материалы исследований, проведенных в период 1976–2012 гг. Сбор фактического материала проводился при выполнении полевых стационарных и маршрутных исследований в экспедициях со студентами и аспирантами (1979–1996 гг.), при выполнении темы «Картографическое изучение и оценка современного состояния равнинных лесостепных и степных ландшафтов Зауралья» (грант Академии наук Республики Башкортостан № 263/ФП, 1995–1996 гг.), использованы фондовые материалы различных организаций, министерств, госкомитетов и ведомств.

Для определения потребности в материально-энергетических ресурсах использован обширный перечень данных, практически всесторонне характеризующих регион. Важнейшие из них: обеспеченность земельными ресурсами; урожайность сельскохозяйственных культур, продуктивность кормовых угодий на пашне, естественных кормовых угодий (ЕКУ) и кормовых угодий на землях Государственного лесного фонда; обеспеченность климатическими ресурсами; численность, возрастная и половая структура населения; поголовье домашнего скота; запасы и прирост древесины, объем рубок; масса и структура используемых топливных ресурсов.

Перечень источников данных весьма широк. Это фондовые материалы республиканских ведомств: статистические данные Госкомстата Республики Башкортостан о возрастной структуре населения Башкортостана по данным переписи 2002 г., о структуре топливного баланса республики Государственного комитета Республики Башкортостан по землепользованию и земельным ресурсам; Министерства

лесного хозяйства – материалы Государственного учета лесного фонда (ГУЛФ); фондовые материалы ГУП «Башземоценка». Значительное количество фактических данных содержится в различных изданиях: комплексные программы, статистические и иные сборники, справочники, ежегодные выпуски, публикуемые Министерством природопользования и экологии Республики Башкортостан; «Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды Республики Башкортостан» и другие материалы. Использованы картографические издания: Атлас лесов СССР, 1973; Почвенная карта Башкирской АССР, 1990; Атлас Республики Башкортостан, 1992, 2005; Общегеографический региональный атлас Республики Башкортостан, 1999; Геолого-экономическая карта Республики Башкортостан, 1999; среднемасштабные и мелкомасштабные топографические карты (листы на территорию Республики Башкортостан и на сопредельные территории).

Помимо этого источниками данных являются также справочные материалы из отдельных изданий и научных публикаций.

## **2.4. Методы исследований, основные расчеты и вычисляемые параметры**

Цикл вычислений включает расчеты: мощности поступающей в П-ХС солнечной радиации, по имеющимся данным о радиационных балансах отдельных регионов; притока адвективного тепла по формуле расчета теплоэнергетических ресурсов местности; годовой потребности населения и животных в ресурсах пищи и кормов; величины биомассы, полной нетто-первичной продуктивности растительности (НПП, NPP) и запасов почвенного гумуса и их изменений, эмиссии углерода почвами и индустриальной эмиссии, стока углерода в геосистемы и изменений перечисленных параметров в связи с хозяйственным освоением территории Республики Башкортостан, баланса углерода в П-ХС.

В целях контроля точности получаемых результатов сток углерода определен четырьмя независимыми методами: по полной нетто-первичной продукции (НПП) сельхозугодий и лесов; рассчитан по данным плотности продукции, по специальной формуле [Горшков, 1980]; по приросту биомассы растительности [Родин, Базилевич, 1965];

по годичному связыванию углерода в ботанико-географических формациях [Мокроносов, 1994, 1999].

Первый из названных методов (нахождение НПП) удобен тем, что необходимые для расчетов данные имеются в статистических отчетах органов Государственной статистики республики. Используя их, с учетом известных коэффициентов потерь при отчуждении части продукции растительности [Горшков, 1980; Одум, 1975], рассчитаны НПП сельхозугодий и произведены дальнейшие вычисления.

Для расчета стока углерода по уравнению плотности продукции необходимо подставить соответствующие значения коэффициентов в формулу [Горшков 1980].

Для вычисления по Родину, Базилевич [1965] и по Мокроносову, Кудеярову [1997] использованы данные ГУЛФ о площадях, занимаемых основными лесообразующими породами (Приложение 1).

Расчеты по Мокроносову, Кудеярову дают сразу значение массы стока, а первые два способа – сухой органической массы (с.м.), которая пересчитывается на углерод.

Недостаток косвенных методов заключается в том, что в вычислениях используются величины, обобщенные или же характеризующие другие территории, пусть и сравнительно близкие по природным условиям. Естественно, что при этом результаты неизбежно будут содержать некоторую погрешность. Если погрешность достаточно велика, то выводы, сформулированные на их основе, могут оказаться ошибочными. Поэтому, чтобы иметь представление о точности вычислений, необходимо провести контрольные расчеты по другой методике и базе данных, полученной независимо. При этом исходили из того, что если результаты окажутся достаточно близкими, то можно считать, что использованные методы корректны и полученный показатель соответствует или близок к реальному [Кашапов, 2007б].

В результате обработки фактического материала получены количественные оценки фундаментальных характеристик природно-хозяйственной системы Республики Башкортостан:

- энергетические ресурсы, обусловленные мощностью поступающей солнечной радиации и адвективного тепла;
- базовые потребности населения и домашнего скота в пищевых и кормовых ресурсах;

- биомасса и нетто-первичная продукция доиндустриальной и современной растительности, их изменения в связи с хозяйственным освоением территории, доля продукции, отчуждаемой в антропогенный канал;
- запасы гумуса в доиндустриальных и современных почвах, темпы их потерь в связи с антропогенной деградацией;
- рассмотрен баланс углерода с оценкой запасов в резервуарах, мощности каналов стока и эмиссии и их соотношения;
- рассмотрены географические закономерности распределения запасов углерода в растительном и почвенном покровах, суммарных запасов в почвах и растительности, эмиссии углерода углекислого газа почвами, его стока в геосистемы и изменения в связи с хозяйственным освоением территории;
- оценен показатель интенсивности антропогенного давления на окружающую среду.

Обработка массового материала произведена с использованием пакета прикладных программ AtteStat. Часть расчетов произведена вручную.

## 2.5. Исходные данные

Основные исходные данные для расчетов приняты следующие. Общая площадь республики:  $142,95 \times 10^3$  ( $143,0 \times 10^3$ ) км<sup>2</sup>; площадь сельхозугодий:  $7372 \times 10^3$  га, в т.ч. пашни  $4816 \times 10^3$  га, естественные коромысловые угодья (ЕКУ): сенокосы  $764 \times 10^3$  га, пастбища –  $1717 \times 10^3$  га. Численность населения по данным переписи 2002 г. –  $4,1 \times 10^6$  человек. Поголовье сельскохозяйственных животных в условных головах крупного рогатого скота (КРС): 2400 тыс. гол. [Концепция охраны окружающей ..., 1993].

В расчетах использованы материалы Министерства лесного хозяйства Республики Башкортостан (данные Государственного учета лесного фонда (ГУЛФ) за 1990–2007 г.) о площадях, занимаемых основными лесообразующими породами (Приложение 1).

Годовое производство зерна принято по данным за 1996 год [Гос. доклад..., 1997], когда оно составило 4410 тыс. т, или в пересчете на содержание сухого вещества [Вашенко и др., 1987] –  $3837 \times 10^3$  т с.м.

На  $1215 \times 10^3$  га пашни практикуется производство кормов, валовой сбор с которой составляет  $3171 \times 10^3$  т с.м.

Продуктивность – это продукция, снимаемая с естественных кормовых угодий, рассчитана по данным [Концепция охраны окружающей..., 1993], составляет  $1306 \times 10^3$  т с.м.

Часть площади Гослесфонда (ГЛФ) используется для заготовки кормов, а также для отгонного животноводства. Снимаемая с них продукция в пересчете на сухую массу составляет 1386 т с.м.

Таким образом, продукция всех видов кормовых угодий (ЕКУ, сенокосов и пастбищ ГЛФ, кормовых угодий на пашне) составила:  $(1306+1386+3171) \times 10^3 = 5863 \times 10^3$  т с.м.

Прирост древесины в лесах оценивается в 13,17 млн м<sup>3</sup>/год [Концепция охраны окружающей..., 1993].

Численность крупных диких животных, по данным ежегодных учетов, составляет примерно: лось – 15740, марал – 630; кабан – 1780; косуля – 8390; зайцы (беляк и русак) – 73000; бобр – 1640 голов [Государственный доклад..., 2007].

## 2.6. Расчет обеспеченности региона климатическими ресурсами

Климатические ресурсы, как и любые другие, являются одним из обязательных условий существования и функционирования естественных и природно-хозяйственных систем. В наибольшей степени материально-энергетические потоки в системах зависят от ведущих климатических факторов – количества поступающей энергии и осадков. Разница между природными и природно-хозяйственными системами заключается в том, что в П-ХС дополнительно к солнечной энергии участвует энергия сжигаемых коммерческих видов топлива.

Для природных систем (биосфера) такая оценка дана в работах В.Г. Горшкова [1980, 1990], В.И. Данилова-Данильяна и др. [1994]. Общие сведения для природно-хозяйственных систем на уровне некоторых стран, включая и Российскую Федерацию, приводятся в работе Д.В. Позднякова и др. [2003]. На уровне мезорегионов вопрос частично был рассмотрен для Республики Башкортостан [Кашапов, 2005].

Главный источник энергии для процессов, протекающих в ландшафтах, природно-хозяйственных системах, это – энергия, поступающая непосредственно от Солнца, измеряемая годовой суммой радиационного баланса ( $R_o$ ). Однако любая территория получает дополнительно некоторое количество энергии за счет адвективного тепла [Четырехязычный энциклопедический словарь ..., 1980]. Эти два источника и формируют теплоэнергетические ресурсы местности. Считается, что именно величина теплоэнергетических ресурсов  $T_k$ , а не годовой радиационный баланс характеризует гидротермический режим ландшафтов [Карнацевич, 2002, Карнацевич, Тусупбеков, 2002].

Что касается осадков, то, как известно, более важно не столько абсолютное количество, сколько соотношение с испаряемостью (коэффициент увлажнения), от которого собственно и зависит наличие и количество свободной воды в ландшафтах.

Величины  $R_o$ , лежащие в интервале от 146,55 до 188,42 кДж/см<sup>2</sup> в год, имеют весьма существенное экологическое значение: при меньших значениях деятельность биологического компонента лимитируется недостатком тепла, при больших – недостатком воды [Базилевич, Родин, 1971; Голубятников, Денисенко, 2001]. Если приток солнечной энергии лежит в пределах этого интервала, то в зависимости от суммы осадков конкретного года приоритетное значение получает один или другой из этих факторов.

Данное обстоятельство имеет весьма важное значение для Башкортостана, поскольку значения радиационного баланса территории – 155,0–171,67 кДж/см<sup>2</sup> год [Рекомендации по расчету испарения..., 1976] точно лежат внутри означенного интервала. Соответственно гидротермический режим сильно зависит от суммы осадков (теплого периода) конкретного года. На территории республики годовая сумма осадков есть величина непостоянная, и разница между минимальными и максимальными величинами в разные годы может быть трехкратной.

Были произведены: количественные оценки энергетического бюджета по радиационному балансу; дифференцированные расчеты на основе имеющихся опубликованных данных о радиационных балансах отдельных геоморфологических районов, теплоэнергетических ресурсов климата  $T_k$  и коэффициентов увлажнения (табл. 1, 2).

Необходимые для расчетов исходные данные о суммах осадков, дефиците влажности воздуха взяты из издания «Справочник по кли-

мату СССР» [1968]; значения  $E_0$  (средняя многолетняя месячная испаряемость) определены по соответствующим номограммам и  $R_0$  – по карте распределения среднего многолетнего радиационного баланса [Рекомендации по расчету испарения..., 1976]. Радиационные балансы территорий республики взяты из опубликованных источников [Кадильников, Тайчинов, 1973; Мукаганов, 1982]. В пределах крупных геоморфологических структур они имеют величины (в кДж/см<sup>2</sup> х год): на Камско-Бельском увалистом понижении – 155,33–167,47, Уфимском плато – 152,82, Юрюзано-Айском холмисто-грядовом понижении – 154,91, Бугульминско-Белебеевской платообразной возвышенности – 146,96–157,84, Грядово-холмистой возвышенности Приуральского Общего Сырта – 167,47, Зауральском пленене и Таналык-Баймакском понижении – 150,72–171,66. (Названия геоморфологических районов даны по: Атлас Республики Башкортостан, 1992).

При расчете энергетического бюджета горно-лесного Южного Урала использованы имеющиеся данные о распределении площадей по высотным ступеням [Хисматов, 1987]: до 500 м – 81%, 500–800 м – около 17% и выше 800 м – 2% (см. гл. 2.2); принято: для первой и второй высотных ступеней величина  $R_0$  составляет 139,42, для второй ступени – 141,93 кДж/см<sup>2</sup> в год.

Расчеты теплоэнергетических ресурсов климата произведены по эмпирической формуле:  $T_k = 52,6 \times t_n + 1910$  мДж/м<sup>2</sup> в год, где:  $t_n$  – среднегодовая температура поверхности почвы [Карнацевич, 2002, Карнацевич, Тусупбеков, 2002].

Среднегодовые коэффициенты увлажнения, рассчитанные для регионов Республики Башкортостан на основе среднемноголетних данных, не превышают 1,0. Это свидетельствует о том, что экосистемы существуют в режиме, близком к дефициту увлажнения. Еще более показательны среднемесячные величины: практически во всех регионах с апреля-мая, включая август, водный режим почв оценивается как резко непромывной.

Важной характеристикой теплового режима местности считается величина теплоэнергетического ресурса климата. Утверждается, что показатель  $T_k$ , в отличие от температуры воздуха, не зависит от используемой шкалы температур и поэтому дает объективную оценку количества тепловой энергии, поступающей на поверхность [Карнацевич, 2002, Карнацевич, Тусупбеков, 2002]. Данные расчетов  $T_k$  приведены в табл. 2.

Данные расчетов обеспеченности энергией приведены в табл. 1

Таблица 1

**Обеспеченность природно-хозяйственной  
системы Республики Башкортостан солнечной энергией**

Геоморфологические районы и группы районов, площадь, $10^3$ га	Абсолют- ная высота, м	Радиационный баланс, $R_o$ , $10^3$ $\text{Дж}/(\text{см}^2 \times \text{год})$	Суммарная мощность, $10^9$ Вт
Камско-Бельское увалистое понижение ***, 6100.0	100-300	155.33-167.47	3008-3243
Уфимское плато*, 900.0	300-400	152.82	437
Юрюзано-Айское холмисто- грядовое понижение***, 940.0	200-400	154.91	462
Белебеевская платообразная возвышенность*, 1000.0	200-400	146.96-157.84	467-501
Грядово-холмистая возвы- шенность Приуральского Общего Сырта ***, 550.0	200-400	167.47	292
Зауральский пенеплен и Та- налык-Баймакское пониже- ние***, 990.0	250-350	150.72-171.66	474-540
Южный Урал**, 3420.0 391.0	500-800 800 и выше	139.42 141.93	1514 176
<b>Всего</b>			<b>6830-7165</b>

*Примечания:* в источниках значения  $R_o$  даны в ккал/( $\text{см}^2 \times \text{год}$ ).

Источники данных о радиационных балансах:

\* Кадильников, Тайчинов, 1973;

\*\* Мукатанов, 1982;

\*\*\* Рекомендации по расчету испарения..., 1976.

Сравнение, проведенное по данным радиационного баланса (табл. 1)  $171,66 \times 10^3$  Дж/( $\text{см}^2$  в год) в Зауралье и  $139,42 \times 10^3$  Дж/( $\text{см}^2$  в год) в Южном Урале показало существенную разницу почти в 20%.

По обеспеченности теплоэнергетическими ресурсами, с учетом адвективного тепла, различия между регионами в два раза меньше. Между крайними значениями ряда (Белебеевская возвышенность –  $21,46 \times 10^{12}$  Дж/га в год и Южный Урал –  $19,10 \times 10^{12}$  Дж/га в год) разница равна 11%. Таким образом, адвективное тепло несколько сглаживает различия между регионами по теплообеспеченности.

Таблица 2

**Теплоэнергетические ресурсы и суммарная энергетическая мощность,  
получаемая регионами Республики Башкортостан  
(на основе расчетов  $T_k$ )**

Номера регионов по табл.17	Теплоэнергетические ресурсы, $10^{12}$ Дж/га в год	Теплоэнергетические ресурсы регионов, $10^{15}$ Дж/год	Суммарная мощность, $10^9$ Вт
1	20,1–21,37	122671,0–130357,0	3894–4138
2	20,19–20,70	18171,0–18630,0	577–591
3	19,52–19,77	18348,8–18583,8	582–590
4	20,61–21,46	20610,0–21460,0	654–681
5	20,78–21,20	11429,0–11660,0	363–370
6	20,28–20,61	20077,2–20403,9	637–648
7	19,10–19,35	72790,1–73742,8	2311–2341
<b>Всего</b>			<b>9018–9359</b>

Для оценки доли адвективного тепла в энергетическом балансе всей территории П-ХС мы произвели сравнение их суммарных мощностей, рассчитанных обоими способами (табл. 3).

Таблица 3

**Сравнительные показатели мощности энергии,  
получаемой регионами Республики Башкортостан**

Номера регионов по табл.17	Суммарная мощность, $10^9$ Вт	
	по радиационному балансу $R_0$	по показателю $T_k$
1	3008–3243	3894–4138
2	437	577–591
3	462	582–590
4	467–501	654–681
5	292	363–370
6	474–540	637–648
7	1690	2311–2341
<b>Всего</b>	<b>6830–7165</b>	<b>9018–9359</b>

Как видно, адвективное тепло обеспечивает заметную прибавку в энергетический баланс территории. За счет этого ее теплоэнергетические ресурсы увеличиваются примерно на 23–24%.

## **2.7. Расчет годовой потребности населения и животных в пищевых и кормовых ресурсах**

Энергозатраты человека зависят в первую очередь от климатических условий. Конечно, потребности организма не ограничиваются лишь количественными характеристиками, т.е. энергией, которую он должен получить. Для нормального существования ему необходима пища, содержащая строго определенное количество жиров, белков, углеводов и различных макро- и микрокомпонентов. Но в соответствии с решаемыми задачами нас интересует чисто количественная сторона, т.е. сумма энергии, необходимой организму человека. Поэтому прочие аспекты мы не рассматриваем.

Имеющиеся в литературе данные о средних энергетических затратах населения Земли заметно разнятся, от 2500 Ккал/чел./день [Горшков, 1980] до 2385 Ккал/день/чел [Народонаселение стран мира, 1978]. Поэтому этот параметр для нашей республики мы рассчитали специально.

Для определения общих энергетических затрат населения используются данные о его численности в возрастной структуре, потребности в энергии по группам возраста, по интенсивности труда. Потребности взрослого населения и детей в энергии рассчитаны на основе имеющихся в литературе материалов о рекомендуемом суточном обеспечении энергией взрослого населения по группам интенсивности труда и суточной потребности в энергии у детей [Кучма и др., 2000].

Исходя из особенностей стоящей перед нами задачи, для решения которой излишняя детализация не требуется, мы приняли усредненные величины энергетических потребностей для групп населения. Данные о возрастной структуре взрослого населения Республики Башкортостан взяты по имеющимся материалам переписи 2002 г. [Население Республики Башкортостан, 2005] (табл. 4).

Энергетическая потребность жителя республики оценивается в среднем в 2834,33 Ккал/чел. в сутки ( $11867,0$  Дж/чел. в сутки); суммарная годовая потребность всего населения региона в энергии пищи составляет:  $4242 \times 10^{12}$  кал/год ( $17760 \times 10^{12}$  Дж в год). Рассчитанная потребность населения в количестве пищи равна:  $17760 \times 10^{12}$  Дж в год:  $18,84 \times 10^3$  Дж/г =  $943 \times 10^3$  т с.м. в год,  $18,84 \times 10^3$  Дж/г – средняя калорийность одного грамма сухой массы органического вещества [Одум, 1975; Лархер, 1978].

**Расчет энергетических потребностей населения  
Республики Башкортостан**

Возраст, лет	Численность, чел. (оба пола)	Потребность в энергии, Ккал/чел. в сутки
0–4	238531	1990
5–9	353532	2380
10–14	373362	2860
15–19	313877	2960
20–24	282564	3150
25–29	262108	3150
30–34	316189	3150
35–39	369069	3150
40–44	308656	3150
45–49	241587	3150
50–54	119018	3150
55–59	239288	3150
60–64	211116	2375
65–69	206939	2375
70 и более	262666	2375
<b>Всего</b>	<b>4098502</b>	<b>42515</b>

### **2.7.1. Расчет биомассы населения**

При расчетах антропогенной нагрузки на экосистемы вычисляется также и биомасса населения [Данилов-Данильян и др., 1994]. Для этого необходимо знать среднюю массу одного человека. Известно, что масса тела человека, его морфометрические показатели проявляют существенную географическую изменчивость и заметно различаются у представителей разных популяций [Алексеева, 1974; Карпинская, Никольская, 1988; Сбруев, 1988]. Мы не смогли найти данных о среднестатистической массе тела для человека ни для нашего региона, ни даже для РФ, и потому в расчетах опирались на значения, имеющиеся в литературных источниках. В частности, Ю. Одум [1975], обсуждая вопрос о потребностях людей в ресурсах пищи, воды и т.д., исходит из того, что средняя масса одного человека равна 50 кг. Поэтому для расчетов мы также приняли эту величину. При этом условии биомасса населения Башкортостана составляет  $4,1 \times 10^6$  чел. =  $205 \times 10^6$  кг. Нагрузка на территорию равна  $205 \times 10^6$  кг:  $143 \times 10^6$  га = 14,34 кг/га. В европейской территории Российской Федерации

рации она равна 13 кг/га, в Уральском регионе – 5,3, в Московской области – более 150 кг/га [Данилов-Данильян и др., 1994].

### ***2.7.2. Расчет потребности сельскохозяйственных животных в кормах***

При сдаточной массе КРС в 400 кг суммарная биомасса домашних животных в П-ХС Республики Башкортостан составляет  $0,96 \times 10^9$  кг. Для обеспечения в стойловый период по расчетам [Научно-обоснованные системы..., 1982, 1990] требуется заготовить  $8107 \times 10^3$  т с.м. кормов. Таким образом, суммарные потребности населения в пище и кормах для домашних животных составляют  $9050 \times 10^3$  т с.м.

## **2.8. Материально-энергетическая основа процессов, протекающих в природно-хозяйственной системе**

### ***2.8.1. Расчет биомассы растительности доиндустриальной эпохи***

Промышленное и сельскохозяйственное освоение территории Башкортостана сопровождалось общим сокращением площади естественной растительности. Появились техногенные пустоши, степи были уничтожены почти полностью (особенно в Западной Башкирии) и превращены в сельскохозяйственные угодья, селитебные и промышленные территории, заняты под дороги и т.д. То же самое произошло и с лесами, их площадь уменьшилась почти вдвое, произошла смена пород. Причем площадь хвойных лесов сократилась в 5 раз [Абдулов, 1994], на их месте распространились вторичные леса – березняки, осинники, липняки. Исходя из этого, для расчетов были приняты следующие значения площадей лесов доиндустриальной эпохи: хвойных –  $5600 \times 10^3$  га, твердолиственных пород –  $500 \times 10^3$  га, мягколиственных пород –  $3900 \times 10^3$  га, или всего  $10\ 000 \times 10^3$  га. По данным [Родин, Базилевич, 1965], их общие биомассы на единице площади равны: 280 т/га, 100 т/га и 220 т/га соответственно; биомасса степной растительности – 25 т/га.

Лесная растительность занимала в доиндустриальную эпоху площадь, примерно равную в  $10\ 000 \times 10^3$  га. Остальные площади занима-

ли травянистые сообщества. В основном это были степи, долю которых мы приняли равной  $4295 \times 10^3$  га. Биомасса основных компонентов доиндустриальной растительности, по нашим расчетам, составляла: лесов –  $(5600 \times 10^3 \times 280) + (500 \times 10^3 \times 400) + (3900 \times 10^3 \times 220) = 2626 \times 10^6$  т с.м. Биомасса степей составила:  $4295 \times 10^3$  га  $\times 25$  т/га с.м. =  $107379 \times 10^3$  т с.м. Суммарная биомасса –  $(2626 + 107) \times 10^6 = 2733 \times 10^6$  т с.м.

Результаты расчетов общих показателей, характеризующих доиндустриальную и современную растительность, приведены в табл. 7.

### ***2.8.2. Расчет нетто-первичной продукции растительности допромышленного периода***

Для того чтобы произвести сравнения и составить общее представление о последствиях антропогенной деятельности, необходимо иметь оценки НПП растительности доиндустриальной эпохи. Найти ее величину можно лишь теоретически, расчетным путем. Среднегодовая величина НПП рассчитывается по формуле плотности продукции [Горшков, 1980]:

$$P_1 = a \times E_c / k,$$

где:  $P_1$  – чистая первичная продукция (плотность продукции) единицы площади, выраженная в единицах сухой массы,  $c = 1 \text{ т}/\text{м}^3$ ,  $a$  – доля транспирации в полном испарении для разных типов сообществ несколько отличается: 0,45 – для степной растительности; 0,50 – для смешанных и хвойных лесов, посевов зерновых [Лархер, 1978; Культиасов, 1982],  $k$  – коэффициент транспирации. Значения НПП подобраны на основе анализа сведений, имеющихся в научных публикациях [Шенников, 1950, 1964; Краткое руководство для ..., 1952; Молчанов, 1960, 1964, 1971, 1973; Основы лесной биогеоценологии, 1964; Львович, 1974; Одум, 1975; Лархер, 1978; Горышна, 1979; Шипунов, 1980; Вальтер, 1982; Культиасов, 1982]. При этом были приняты следующие значения  $k$ : 300 – для лесной растительности, 500 – для посевов и травянистых сообществ. Для территории Башкортостана среднегодовое испарение составляет:  $E = 453 \text{ мм}/\text{год}$  [Балков, 1978].

Найденная при таких условиях величина НПП доиндустриальной растительности Башкортостана составила  $96116 \times 10^3$  т с.м./год.

### **2.8.3. Расчет биомассы современной растительности**

Для расчета биомассы современной растительности необходимо определить биомассы основных компонентов современного растительного покрова – сельскохозяйственных угодий и лесов. Результаты расчетов и выводы, которые при этом были сделаны, опубликованы [Кашапов, 2001].

Исходя из того, что степи и культурные земли имеют сравнимые значения биомассы и при их освоении происходят лишь изменения в продукции [Горшков, 1980; Вальтер, 1982], приняли, что биомасса культурной и естественной – степной – растительности составляет 25 т/га с.м. [Родин, Базилевич, 1965]. На площади сельхозугодий в  $7372 \times 10^3$  га она составит  $184300 \times 10^3$  т с.м.

Кормовые угодья ГЛФ (без учета выпасаемых площадей на лесопокрытых землях) дают  $214 \times 10^3$  т с.м. Для расчета полной биомассы растительности кормовых угодий ГЛФ на открытых участках и рединах на основе анализа данных различных авторов [Шалыг, 1950; Ходашова, 1971; Молчанов, 1973; Уткин, 1975; Кобак, 1988] было принято следующее соотношение надземных и подземных частей: 30% масса надземных и 70% подземных частей. Рассчитанная при таких условиях общая масса составила  $714 \times 10^3$  т с.м.

Для лесов Республики Башкортостан сведений об общей биомассе надземных и подземных частей, необходимых для наших расчетов, не имеется. Поэтому величину биомассы рассчитали, основываясь на имеющихся опубликованных данных для других территорий [Родин, Базилевич, 1965; Молчанов, 1973; Дыллис, Носова, 1977]. Используя фондовые материалы Министерства лесного хозяйства Республики Башкортостан (данные ГУЛФ) о площадях, занимаемых основными лесообразующими породами (приложение 1), рассчитали распределение запасов древесины по породам (табл. 5).

Для определения суммарной биомассы лесов необходимо учесть полную биомассу, т.е. учитывая массы над- и подземных частей, по преобладающим породам и площади древостояев. Результаты расчета даны в табл. 6. Итак, биомасса лесной растительности:  $1051 \times 10^6$  т с.м. Отсюда суммарная масса всех компонентов современной растительности Башкортостана равна:  $(184300 + 714 + 1050779) \times 10^3 = 1235793 \times 10^3$  т с.м. –  $1236 \times 10^6$  т с.м., (в энергетическом эквиваленте –  $23286 \times 10^{15}$  Дж).

Таблица 5

**Распределение запасов древесины по породам в лесах  
Республики Башкортостан (рассчитано на основе фондовых  
материалов Министерства лесного хозяйства РБ)**

№ п/п	Порода	Общ. запас, млн м <sup>3</sup> *	Запас спе- льных м <sup>3</sup> /га**	Вес в воздушно сухом сост. кг/м <sup>3</sup> ***	Сухая масса, кг/м <sup>3</sup>
1	Сосна	86,75	174	520	442
2	Ель	38,03	183	450	383
3	Пихта	16,06	165	470	400
4	Лиственница	3,36	114	590	502
5	Дуб	53,39	105	740	629
6	Клен	32,96	123	750	638
7	Ильмовые	7,04	116	690	587
8	Береза	150,1	124	650	553
9	Осина	106,11	161	510	433
10	Ольха	11,97	139	540	459
11	Липа	108,78	155	450	383
12	Прочие (тополь, ива, тальники, кустарники)	2,69	17	530	451
		617,24			5860
					488

\* Система рекомендаций по ведению..., 1976;

\*\* Атлас лесов СССР, 1973;

\*\*\* Справочник лесничего, 1965.

Таблица 6

**Суммарная биомасса лесной растительности Республики Башкортостан**

Древостой	Занимаемая площадь, 10 <sup>3</sup> га	Общая биомасса, т/га с.м.	Суммарная био- масса, 10 <sup>3</sup> т с.м.
Ельники	326,0	267,0	87042,0
Сосняки	793,0	288,0	228384,0
Дубняки	546,0	214,0	116844,0
Липняки	1040,0	214,0	222560,0
Березняки	1292,0	133,0	171836,0
Осинники	809,0	227,0	183643,0
Ольховники	213,0	190,0	40470,0
Итого	5019,0		1050779

Сводные данные, характеризующие массу современной и доиндустриальной растительности, приведены в табл. 7.

Таблица 7

**Результаты расчетов показателей продуктивности, характеризующих современную и доиндустриальную растительность Республики Башкортостан**

Показатели	Сухая масса, в $10^3$ т
Биомасса современного растительного покрова:	
сельскохозяйственных угодий	184300
кормовых угодий ГЛФ на открытых участках лесов	714 1050779
Полная биомасса современной растительности	1235793
Биомасса доиндустриального периода:	
степей	107000
лесов	2626000
суммарная	2733000

#### **2.8.4. Расчет полной нетто-первичной продукции современной растительности**

В природно-хозяйственной системе Башкортостана в антропогенный канал отводится с урожаем зерна  $3837 \times 10^3$  т, с кормами с пашни –  $3171 \times 10^3$ , с естественных кормовых угодий –  $1306 \times 10^3$ , с безлесных площадей ГЛФ и с выпасаемых лесопокрытых площадей –  $1386 \times 10^3$  т с.м. соответственно. Но это только часть НПП, поскольку при заготовке отчуждается не вся продукция: часть ее остается на месте, часть теряется при транспортировке и т.д. Поэтому при расчетах вводятся поправочные коэффициенты, с помощью которых рассчитывают полную НПП.

С зерном и корнеплодами при уборке отводится 0,5, а с кормовых угодий – 0,3 НПП [Одум, 1975]. При этом полная НПП зернового поля составляет  $3837 \times 10^3 \times 2 = 7674 \times 10^3$  т с.м., кормовых угодий –  $(1306+3171) \times 10^3 \times 3 = 14924 \times 10^3$  т с.м., по углероду это составит  $10169 \times 10^3$  т. Полученная величина представляет массу углерода, содержащегося в полной НПП сельскохозяйственных угодий.

Кормовые угодья ГЛФ дают суммарную массу кормов в  $1386 \times 10^3$  т с.м., с учетом потерь при заготовке полная продукция составляет:  $1386 \times 10^3$  т с.м.: 0,3 =  $4620 \times 10^3$  т с.м. Полная продукция всех видов кормовых угодий (ЕКУ, на пашне и с ГЛФ) составляет  $(14924 + 4620) \times 10^3 = 19544 \times 10^3$  т с.м.

Объем рубок изменился в широких пределах – от  $6,5 \times 10^6$  м<sup>3</sup>/год [Концепция ..., 1993] до  $1,49 \times 10^6$  м<sup>3</sup>/год [Государственный доклад ..., 2003]. По причине сильного разброса величин на основе данных об объеме рубок произвести расчеты биологической продукции сложно, возможны большие ошибки. Поэтому для расчетов ее величины были использованы другие данные.

Как уже было отмечено выше, исследования биологической продукции лесов Башкортостана не проводились. Поэтому годичный прирост НПП мы оценили исходя из данных, имеющихся в литературе: продукция мягколиственных пород (по березнякам) – 12,0 т/га в год, хвойных (по соснякам) – 6,1 т/га и твердолиственных (по дубравам) – 9,0 т/га [Родин, Базилевич, 1965]. Общий прирост насаждений мягколиственных пород составляет  $3354 \times 10^3$  га  $\times 12$  т/га =  $40248 \times 10^3$  т с.м.; хвойных –  $1119 \times 10^3 \times 6,1$  т/га =  $6826 \times 10^3$  т с.м.; твердолиственных –  $546 \times 10^3 \times 9,0$  т/га =  $4914 \times 10^3$  т с.м., или в сумме  $51988 \times 10^3$  т с.м.

Полная продукция всей растительности, т.е. всех видов кормовых угодий, зернового поля, леса, равна:  $(19543 + 7674 + 51988) \times 10^3$  т с.м. =  $79205 \times 10^3$  т с.м. в год.

Рубка леса соответствует изъятию порядка 30% его НПП [Горшков, 1980]. Рассчитанный нами годичный прирост равен  $51988 \times 10^3$  т с.м. Тогда доля изъятой при рубке части составит  $51988 \times 10^3$  т с.м.  $\times 0,3$  =  $15596 \times 10^3$  т с.м. С учетом этого доля НПП, отчуждаемая со всех видов сельскохозяйственных угодий и с кормами ГЛФ и за счет рубки леса:  $(3837 + 1306 + 1386 + 3171 + 15596) \times 10^3$  =  $25296 \times 10^3$  т с.м.

Основные результаты произведенных расчетов сведены в таблицу 8. Согласно данным таблицы, пища людей и кормов для скота составляют 11% от суммарной НПП растительности; суммарная доля пищи людей, кормов для скота с учетом части, отчуждаемой при рубке леса – 32%.

### ***2.8.5. Аналитическое определение нетто-первичной продукции современной растительности***

Теоретическая величина НПП современной растительности найдена по приведенной выше формуле:  $P_1 = a \times E_c / k$ , при тех же значениях с, а, к и Е (см. гл. 2.8.2).

Рассчитанная при принятых значениях коэффициентов средняя плотность продукции лесной растительности составила 7,55 т с.м./га

Таблица 8

**Важнейшие характеристики материального баланса природно-хозяйственной системы Республики Башкортостан**

Основные статьи баланса	Сухая масса, в $10^3$ т
<b>Исходные показатели (потребности):</b>	
населения в пище	943
домашнего скота в кормах	8107
общая (суммарная) в пище и кормах	9050
<b>Отчуждаемая биомасса:</b>	
зерно	3837
корма с ЕКУ	1306
корма с пашни	3171
корма с земель ГЛФ	1386
круглая древесина	1618
общая масса, прямо отчуждаемая в антропогенный канал	11318
Полное количество отчуждаемой продукции с учетом недобранной части	25296
<b>Нетто-первичная продукция растительности:</b>	
зернового поля	7674
всех видов кормовых угодий	19543
прирост лесов	51988
<b>Суммарная нетто-первичная продукция растительности</b>	<b>79205</b>

в год, растительности полей и степей – 4,53 т с.м./га в год. Площадь лесной (включая древесно-кустарниковую) растительности принята равной  $5047 \times 10^3$  га, площадь травянистой растительности (включая площади сельхозугодий и прочей растительности) составляет  $8547 \times 10^3$  га. Теоретически найденная суммарная продукция растительности равна  $76800 \times 10^3$  т с.м. в год.

Данная величина не очень сильно (на 4%) отличается от результата, полученного на основании фактических данных:  $79205 \times 10^3$  т с.м.

Как было получено на основе расчетов (см. гл. 2.8.2), НПП доиндустриальной растительности равна  $96116 \times 10^3$  т с.м./год, НПП современной растительности фактическая –  $79205 \times 10^3$  т с.м./год, найденная аналитически –  $76800 \times 10^3$  т с.м./год. Следовательно, НПП современного растительного покрова составляет 80–82% от продуктивности доиндустриальной растительности.

## **2.9. Определение запасов почвенного гумуса и их изменений в связи с сельскохозяйственным освоением территории**

### **2.9.1. Запасы гумуса в современных почвах**

Почвенный покров является одним из наиболее всесторонне и полно изученных компонентов природы республики.

Обязательным условием решения стоящей перед нами задачи является получение исходных данных о запасах гумуса в пахотных и целинных почвах. Дело в том, что при переводе целинных почв в пашню происходит потеря ими части запасов гумуса. Это общеизвестный факт, и он обсуждается в публикациях многих авторов, так или иначе затрагивающих вопрос о гумусном состоянии эксплуатируемых почв. Для нас этот вопрос представляет большой интерес в связи с необходимостью выявления изменений в балансе углерода, которые произошли в П-ХС Республики Башкортостан в результате сельскохозяйственного освоения почв и в целом всей территории.

Таблица 9

**Запасы гумуса в современном почвенном покрове  
Республики Башкортостан**

Почвы, индекс	Площадь почв, $10^3$ га		Содержание гумуса, т/га		Запасы гумуса, $10^3$ т	
	общая	пашни	в пахотной почве			
		целинные	в целинной почве			
1	2	3	4	5		
Дерново-подзолистые, П <sup>д</sup>	387,8	<u>11,0</u> 376,8	<u>150,0</u> 231,0	<u>1650,0</u> 87040,8		
Дерново-карбонатные, Д <sup>к</sup>	98,8	<u>11,3</u> 87,5	<u>180,0</u> 220,0	<u>2034,0</u> 19250,0		
Светло-серые лесные, Л <sub>1</sub>	781,2	<u>155,7</u> 625,5	<u>156,26</u> 214,67	<u>24329,7</u> 134276,1		
Серые лесные, Л <sub>2</sub>	1846,9	<u>741,1</u> 1105,8	<u>220,9</u> 283,6	<u>163709,0</u> 313664,9		
Темно-серые лесные, Л <sub>3</sub>	1306,7	<u>632,4</u> 674,3	<u>330,12</u> 389,8	<u>208767,9</u> 262842,1		
Черноземы: Оподзоленные, Ч <sup>оп</sup>	260,2	<u>187,4</u> 72,8	<u>480,0</u> 528,0	<u>89952,0</u> 38438,4		

Окончание табл. 9

1	2	3	4	5
Выщелоченные, Ч <sup>в</sup>	2006,0	<u>1334,9</u> 671,1	<u>473,54</u> 497,5	<u>632128,5</u> 333872,2
Типичные, Ч	885,3	<u>671,3</u> 214,0	<u>490,6</u> 468,0	<u>329339,8</u> 100152,0
Типичные карбонатные, Ч <sub>к</sub>	961,8	<u>528,5</u> 433,3	<u>455,0</u> 500,5	<u>240467,5</u> 216866,65
Обыкновенные, Ч <sup>об</sup> обыкновенные солонцева- ные, обыкновенные карбо- натные	292,6	<u>229,5</u> 63,1	<u>386,0</u> 426,0	<u>88587,0</u> 26880,6
Южные, Ч <sup>ю</sup>	6,9	<u>5,3</u> 1,6	<u>274,38</u> 282,2	<u>1454,2</u> 451,5
Южные карбонатные, юж- ные солонцеватые	52,2	<u>36,3</u> 15,9	<u>455,0</u> 500,0	<u>16516,5</u> 7957,9
Лугово-черноземные, Ч <sub>л</sub>	32,7	<u>7,7</u> 25,0	<u>400,0</u> 533,3	<u>3080,0</u> 13332,5
Переувлажненные, ВЛг, Бл, Бт (влажно-луговые, болотные, торфяно- болотные)	196,9	<u>14,7</u> 182,2	<u>856,0</u> 1755,0	<u>12583,2</u> 319761,0
Солонцы-солончаки	20,2	<u>3,3</u> 16,9	<u>204,25</u> 215,0	<u>674,0</u> 3633,5
Алювиальные (поймен- ные), Ал	850,0	<u>111,6</u> 738,4	<u>350,0</u> 441,7	<u>39060,0</u> 326151,3
Горно-луговые (тундро- ные)	78,8	<u>—</u> <u>78,8</u>	<u>—</u> <u>135,0</u>	<u>—</u> <u>10638,0</u>
Горно-лесные (дерново- подзолистые, серые лес- ные, бурье), ГПд, ГЛ <sub>2</sub> , ГЛб	1891,0	<u>35,9</u> 1855,1	<u>198,25</u> 220,27	<u>7117</u> 408622,9
Горные черноземы, ГЧ	64,4	<u>17,7</u> 46,7	<u>519,6</u> 571,25	<u>9196,9</u> 26677,4
Неполноразвитые, Г <sup>нр</sup>	1630,3	<u>33,4</u> 1596,9	<u>167,2</u> 176,0	<u>5584</u> 281054,4
Овражно-балочные, ОБ	272,2	<u>—</u> <u>272,2</u>	<u>—</u> <u>441,7</u>	<u>—</u> <u>120230,7</u>
Прочие	291,1	<u>—</u> <u>291,1</u>	<u>—</u> <u>176,0</u>	<u>—</u> <u>51233,6</u>
<b>Всего</b>				<u>1876231,0</u> 3102968,0

Необходимые для расчетов сведения о структуре почвенного покрова, состоянии почв, запасах гумуса в целинных и пахотных почвах, степени развития эрозии и другие содержатся в многочисленных изданиях и публикациях, главным образом почвоведов Башкортостана [Почвы Башкирии, 1973, Т. 1; Почвы Башкортостана, 1995, 1997; и др.]. По материалам этих источников была составлена сводная таблица о «Запасах гумуса в почвах Республики Башкортостан» (см. приложение 2), рассчитаны запасы гумуса в современном почвенном покрове Республики Башкортостан (табл. 9).

### ***2.9.2. Расчет запасов гумуса в почвах доиндустриального периода***

При расчетах по определению запасов в доиндустриальных почвах исходили из того, что тогда, вследствие почти полного отсутствия земледелия, перегрузки пастбищ домашним скотом, крупных населенных пунктов, промышленности, дорог и т.д. [Кашапов, 1992б, 1996], почвенный покров практически полностью был представлен целинными почвами. Поэтому содержание гумуса в доиндустриальных почвах рассчитали по данным гумусированности современных целинных почв.

Общие результаты подсчетов запасов гумуса в почвенном покрове современного Башкортостана и в доиндустриальный период представлены в табл. 10.

Таблица 10

**Изменение запасов гумуса в почвах Республики Башкортостан  
в связи с их освоением**

Почвы	Доля пашни, %	Запасы гумуса, в $10^3$ т		Потери запасов гумуса, %
		в соврем. почвах	в почвах доаграрн. периода	
1	2	3	4	5
Дерново-подзолистые	2,84	88691	89582	1,0
Дерново-карбонатные	11,44	21284	21736	2,0
Черноземы: оподзоленные	72,02	128390	170122	25,0
выщелоченные	66,55	966000	1122318	14,0
типичные	54,94–75,82	886826	1030150	14,0
обыкновенные	61,94–80,37	115468	159889	28,0
южные	57,26–79,51	26380	28073	6,0

Окончание табл. 10

1	2	3	4	5
Лугово-черноземные	23,54	16412	17439	6,0
Переувлажненные	7,47	332344	345559	4,0
Солонцы-солончаки	11,76-16,76	4308	4343	1,0
Аллювиальные (пойменные)	13,13	365211	375445	3,0
Горно-лесные	1,9	415740	421693	1,7
Горные черноземы	27,48	35874	36786	2,5
Горно-луговые (тундровые)	—	10638	10638	—
Неполноразвитые	2,05	286638	279923	—
Овражно-балочные	—	120231	120231	—
Светло-серые лесные	19,93	158606	162240	2,0
Серые лесные	40,13	477314	514277	7,0
Темно-серые лесные	48,40	471610	535846	12,0
Прочие	—	51234	51234	—
Всего		4979199	5489180	

Как видно, максимальные потери характерны для самых распространенных и наиболее освоенных почв, это – черноземы (оподзоленные, выщелоченные, типичные и обыкновенные) и темно-серые лесные.

## Г л а в а 3

### УГЛЕРОД В ПРИРОДНО-ХОЗЯЙСТВЕННОЙ СИСТЕМЕ

#### 3.1. Географические закономерности распределения запасов углерода

Основными банками органического углерода в геосистемах являются растительность (в основном лесная), почвы и залежи торфа [Кашапов, 2001, 2002, Kashapov, 2003, 2004, 2005, 2007a]. В республике запасы торфа незначительны и потому мы их не учли. Главные статьи расхода углерода – дегумификация почв и антропогенное отчуждение части нетто-первойчной продукции.

При пересчете растительной органики на содержание углерода использован коэффициент 0,45 [Одум, 1975; Лархер, 1978], для расчетов содержания углерода в почвенном гумусе принят коэффициент 0,58 [Агрохимические исследования почв, 1965; Орлов, 1985]. Результаты расчетов приведены в табл. 11.

Таблица 11  
Основные параметры баланса органического углерода ( $C_{\text{опр}}$ )  
в природно-хозяйственной системе Республики Башкортостан  
и его изменения в результате хозяйственного освоения

Статья баланса	Содержание углерода, $10^6$ т		
	в допромышленную эпоху	в современную эпоху	
1	2	3	
Общее содержание в биомассе	1230 100	558 45,0*	
Содержание в биомассе лесов	1181 100	475 40,0*	

1	2	3
Содержание в НПП	<u>43,3</u> 100	<u>35,6</u> 82,0*
Потери с отчуждаемой частью НПП	—	11,4
Общее содержание в почвенном гумусе	<u>3100</u> 100	<u>2900</u> 94,0*
Потери за год в результате дегумификации	—	<u>2,5</u> 0,09**
Валовое содержание в биомассе и почвах	<u>4430</u> 100	<u>3458</u> 78,0
Содержание в биомассе степной (травянистой) растительности	<u>48,3</u> 100	<u>83,2</u> 172,3

*Примечания:*

\* – доля % от показателей для допромышленной эпохи,

\*\* – доля от общего содержания в почвенном гумусе.

Сложный рельеф территории республики обусловил значительное разнообразие природных условий, пестроту растительного и почвенного покрова. Соответственно это отразилось на особенностях пространственного распределения резервуаров углерода – биомассы растений, почвенного гумуса.

Общее представление о закономерностях пространственного распределения углерода в растительном и почвенном покрове, а также его суммарных запасах дают картосхемы (рис. 2, 3, 4).

### **3.1.1. Закономерности географического распределения запасов углерода в растительном покрове**

В качестве основы при изучении пространственного распределения запасов углерода в растительном покрове были использованы картографические произведения: Карта лесов БАССР М 1: 250000 и пррезка к ней «Геоботанические разности на лесную территорию» М 1: 6000000, Карта лесов Башкирии М 1:250000 (по: Атлас лесов СССР, 1973); Карты: лесов Башкортостана М 1: 2000000, растительности М 1: 500000, ландшафтная М 1: 500000 (Атлас Республики Башкортостан, 2005), космические снимки Landsat 7.

На основе сопряженного анализа перечисленных материалов составлена картосхема растительности, включающая после уточнений

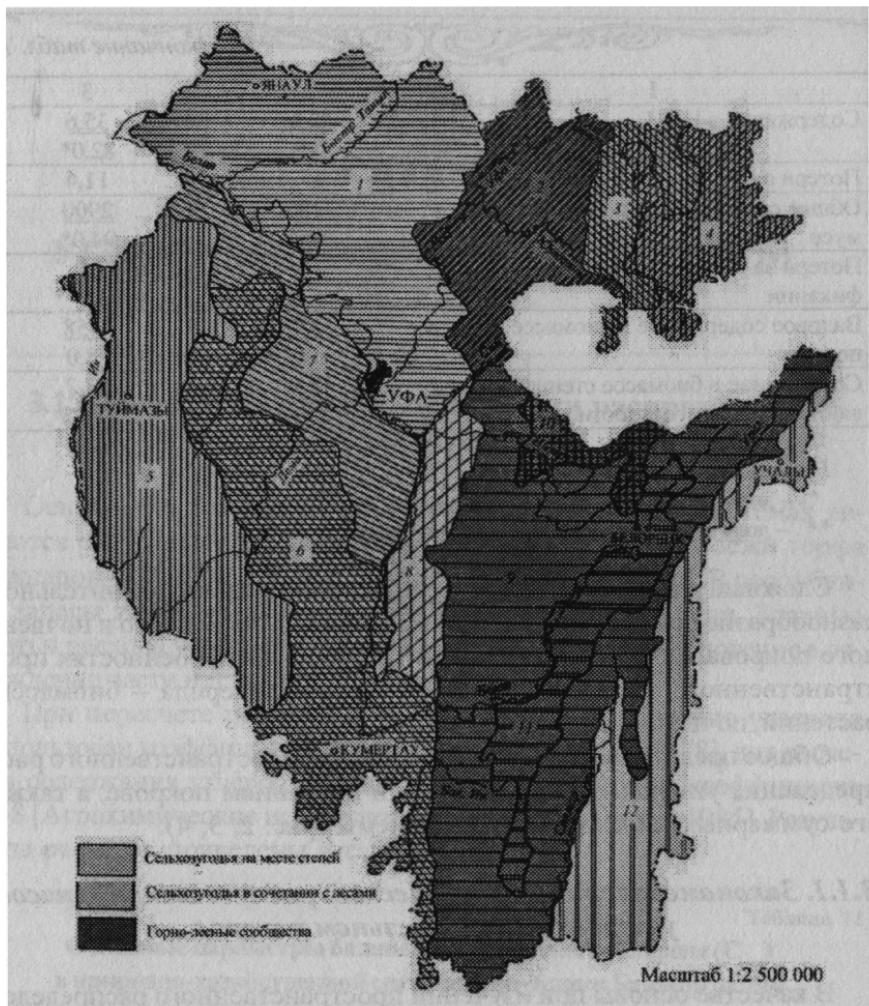


Рис. 2. Картосхема распределения запасов углерода в растительном покрове Республики Башкортостан, т/га.

**Сельхозугодья степных равнин:** 6 – сельхозугодья на месте степей в центральной части Камско-Бельского понижения, запасы углерода 12 т/га; 12 – степи и сельхозугодья на месте степей в пределах Зауральского пенеплена, запасы углерода 12 т/га.

**Сельхозугодья в сочетании с лесами:** 1 – сельхозугодья в сочетании с хвойно-широколиственными и смешанными широколиственными лесами северной части Камско-Бельского понижения, запасы углерода от 12 до 130 т/га; 3 – сельхоз-

и корректировок 12 выделов. Растительный покров всех выделов представляет мозаику сообществ: древесной, древесно-кустарниковой, лиговой, степной растительности, в составе подавляющего большинства из них имеются включения культурной растительности, которая в равнинных районах может занимать значительную часть площади. В таких случаях мы учитывали их в названиях выделов как сочетания (№ 1, 3, 4, 5, 7, 8), а контуры, где сельхозугодья были представлены в меньшей степени – как состоящие из однородных сообществ (2, 6, 9, 10, 11, 12). К сожалению, оценки площадей при этом производились глазомерно, т.к. для количественного определения соотношения сообществ, образующих сочетания в составе того или иного контура, не было технических возможностей.

Содержание углерода рассчитано по биомассам основных лесообразующих пород Башкортостана (табл. 6), биомассе степной растительности [Родин, Базилевич, 1965], биомассе культурной растительности, приняв ее равной биомассе степной растительности [Горшков, 1980].

Данные к картосхеме запасов углерода в растительном покрове приведены в приложении 3.

Перечислены основные сообщества, входящие в тот или иной выдел, и преобладающие породы деревьев в их составе, и по табл. 6 вписаны биомассы. Различаются две группы выделов: равнинные,

---

угодья центральной части Юрзано-Айского понижения в сочетании с березовыми лесами, запасы углерода от 12 до 60 т/га; 4 – сельхозугодья в сочетании с осиновыми, березовыми с участием дуба, лесами Восточной части Юрзано-Айского понижения, запасы углерода от 12 до 100 т/га; 5 – сельхозугодья в сочетании с дубовой лесостепью, липовыми, осиновыми лесами Бугульминско-Белебеевской низменности, запасы углерода от 12 до 200 т/га; 7 – сельхозугодья в сочетании со смешанными широколиственными, осиновыми лесами с господством сельхозугодий в левобережье р. Белой, запасы углерода от 12 до 100 т/га; 8 – сельхозугодья в сочетании с дубовыми, липовыми, осиновыми лесами в правобережье р. Белой, запасы углерода от 12 до 100 т/га.

**Горно-лесные сообщества:** 2 – Широколиственно-хвойные леса Уфимского плато с преобладанием ели с запасами углерода до 120 т/га; 9 – горные смешанные широколиственные леса низкогорья Южного Урала из клена, липы с осиной, бересклетом с примесью сосны с запасами углерода до 100 т/га; 10 – горные темнохвойные леса среднегорья Южного Урала с господством ели, запасы углерода 120 т/га; 11 – горные сосновые леса хр. Урал-тау с запасами углерода до 130 т/га

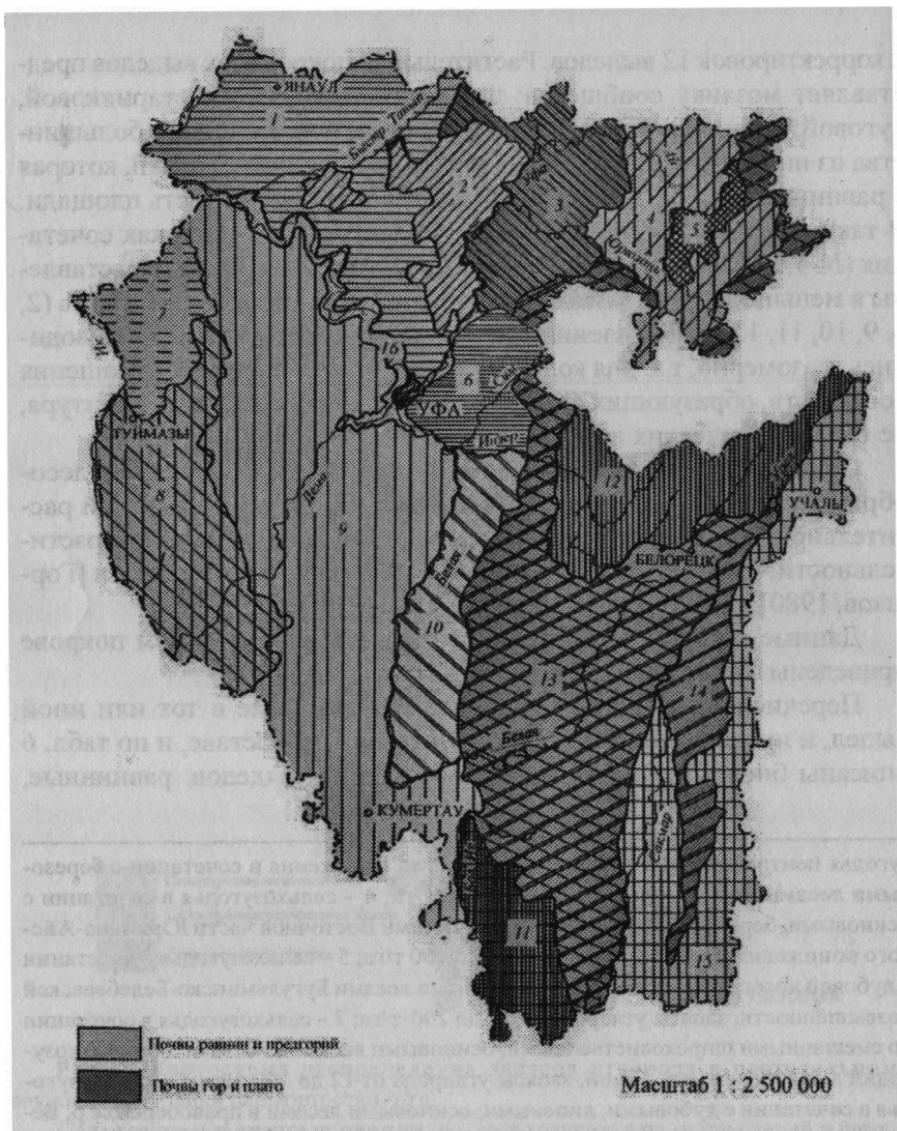


Рис. 3. Картосхема распределения запасов органического углерода в почвах Республики Башкортостан, т/га.

**Почвы равнин и предгорий:** 1 – сочетание серых, светло-серых лесных и дерново-подзолистых почв северной части Камско-Бельского понижения, запасы углерода от 90 до 160 т/га; 2 – сочетание серых, темно-серых лесных почв и черноземов оподзоленных в правобережье р. Уфа, запасы углерода от 190 до 270 т/га;

включая возвышенности, и горные. Равнинные делятся на две подгруппы (рис. 2). Для выделов, в которых господствует один тип сообществ, приводится одно значение содержания углерода, во всех прочих случаях даны интервалы – минимальные и максимальные значения. Содержание углерода указано с округлением.

Как видно из картосхемы (рис. 2), субмеридиональная ориентация выделов соответствует особенностям ландшафтной структуры региона.

Разброс величин, характеризующих содержание углерода, велик – от 12 до 200 т/га, но его запасы распределены в пространстве достаточно упорядоченно. Это особенно хорошо заметно на примере контуров с относительно однородным растительным покровом. Территории с наибольшими запасами углерода сосредоточены в лесистых

---

4 – сочетание темно-серых лесных почв и черноземов оподзоленных, Юрюзано-Лисского понижения, запасы углерода от 190 до 300 т/га; 5 – серые лесные почвы по среднему течению р. Ай, запасы углерода от 130 до 160 т/га; 6 – сложное сочетание светло-серых, серых и темно-серых лесных почв, черноземов оподзоленных, выщелоченных в междуречье р. Уфа и Инзер, запасы углерода от 130 до 190 т/га; 7 – сложное сочетание светло-серых, серых и темно-серых лесных почв, черноземов выщелоченных, типичных северной части Бугульминско-Белебеевской возвышенности, запасы углерода от 120 до 330 т/га; 8 – сложное сочетание серых и темно-серых лесных почв, черноземов выщелоченных, типичных, типичных карбонатных, Бугульминско-Белебеевской возвышенности, запасы углерода от 230 до 290 т/га; 9 – черноземы выщелоченные, типичные, типичные карбонатные и остаточно-карбонатные центральной части Камско-Бельского понижения, запасы углерода от 270 до 290 т/га; 10 – сочетание серых и темно-серых лесных почв, черноземов оподзоленных правобережья р. Белой, запасы углерода от 190 до 290 т/га; 15 – сложное сочетание черноземов выщелоченных, южных, болотно-луговых, влажно-луговых и солонцеватых почв Зауральского пенеплена, запасы углерода от 170 до 290 т/га; 16 – аллювиальные почвы долин крупных равнинных рек, запасы углерода 200–260 т/га.

**Почвы гор и плато:** 3 – сочетание светло-серых и серых лесных, дерново-подзолистых и дерново-карбонатных почв уфимского плато, запасы углерода от 90 до 160 т/га; 11 – сочетание черноземов выщелоченных долин, черноземов неразвитых Зилаирского плато, запасы углерода до 100 т/га; 12 – сочетание горно-лесных почв среднегорья Южного Урала, запасы углерода до 60 т/га; 13 – сочетание горных почв и почв горных долин низкогорья Южного Урала, запасы углерода от 120 до 330 т/га; 14 – горные черноземы неразвитые хр. Крыкты и Ирандык и долин, запасы углерода до 100 т/га

районах Южного Урала, включая западный и восточный макросклоны (контуры № 2, 9, 10, 11), Уфимского и Зилаирского плато. Территории с минимальными запасами как бы обрамляют ее с востока и запада. Это степное и частично лесостепное Зауралье (№ 12) и Западное Предуралье (№ 6) с господствовавшими в прежние времена сообществами травянистых растений, лесами, а сейчас на значительных площадях превращенных в сельхозугодья – пашни.

В третью, промежуточную, группу входят контуры, для которых даны интервалы запасов углерода – с минимальными величинами для травянистой растительности (посевов, лугов, степей) и наибольшими – для лесов (№ 1, 3, 4, 5, 7, 8).

Усредненное значение запасов углерода для совокупности выделов равнинных территорий составляет 12–84 т/га, для горных – 113 т/га.

Заметное преобладание запасов углерода в растительности гор обусловлено тем, что в его составе, в отличие от равнин, абсолютно преобладает лесная растительность.

### ***3.1.2. Закономерности географического распределения органического углерода в почвах***

В качестве основы для составления картосхемы распределения органического углерода в почвах Республики Башкортостан использована Почвенная карта Башкирской АССР М 1: 600 000 (1988), имеющиеся опубликованные данные о запасах гумуса в почвах республики [Мукатанов, 1999; Органическое вещество почв ..., 1991]. Результаты наших расчетов на их основе приводятся в табл. 9. При проведении границ контуров на территориях с исключительно пестрым почвенным покровом, что характерно для Зауралья, использовались почвенные карты М 1: 100 000 на территории соответствующих районов. Выделенные контуры показаны на картосхеме (рис. 3). Данные к картосхеме запасов углерода в почвенном покрове приведены в приложении 4.

Основная особенность ситуации, иллюстрируемой картосхемой – это более низкое содержание углерода в почвах горных районов. Именно почвы подчеркивают закономерность, отмеченную Г.А. Заварзиным [1994]: горные территории содержат в сравнении с равнинами значительно меньше углерода. Это особенно хорошо заметно при сравнении усредненных интервалов: для почв равнинных регио-

нов, включая и предгорные (контуры № 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 15, 16), он составляет 175–248 т/га, а для горных, объединяющих Южный Урал, лесистые Уфимское и Зилаирское плато, западные и восточные предгорья (контуры № 3, 11, 12, 13, 14) – от 90 до 150 т/га.

В пространственном распределении углерода в почвах, как и в распределении его запасов в растительном покрове, вполне определенно проявляется особенность ландшафтной структуры региона – субмеридиональная ориентированность местных геокомплексов.

### ***3.1.3. Закономерности географического распределения суммарного органического углерода***

Картосхема пространственного распределения суммарных (в почвенно-растительном покрове) запасов углерода (рис. 4) составлена на основе рассмотренных выше картосхем и количественных данных для них. Контуры выделены по результатам принятого в картографии сопряженного анализа обеих картосхем (приложение 5).

В распределении суммарных запасов углерода также прослеживаются закономерности, выявленные при изучении распределения запасов углерода в растительности и почвах.

Отметим и то, что хотя неравенство в величине запасов углерода в равнинных и горных ландшафтах и сохраняется, однако происходит некоторое выравнивание различий: в геосистемах равнин относительно низкие запасы в растительности частично компенсируются повышенным содержанием в почвенном покрове; в ландшафтах гор имеет место противоположная картина. Это хорошо видно при сравнении усредненных значений запасов углерода:

	равнин, т/га	гор, т/га
а) в растительном покрове	12–84	113
б) в почвенном покрове	175–248	90–150
в) суммарный углерод	202–343	197–288

В целом на всех трех картосхемах отчетливо проявляется характерная для территории Башкортостана картина сочетания горизонтально-зональной и вертикально-зональной структуры ландшафтов региона.

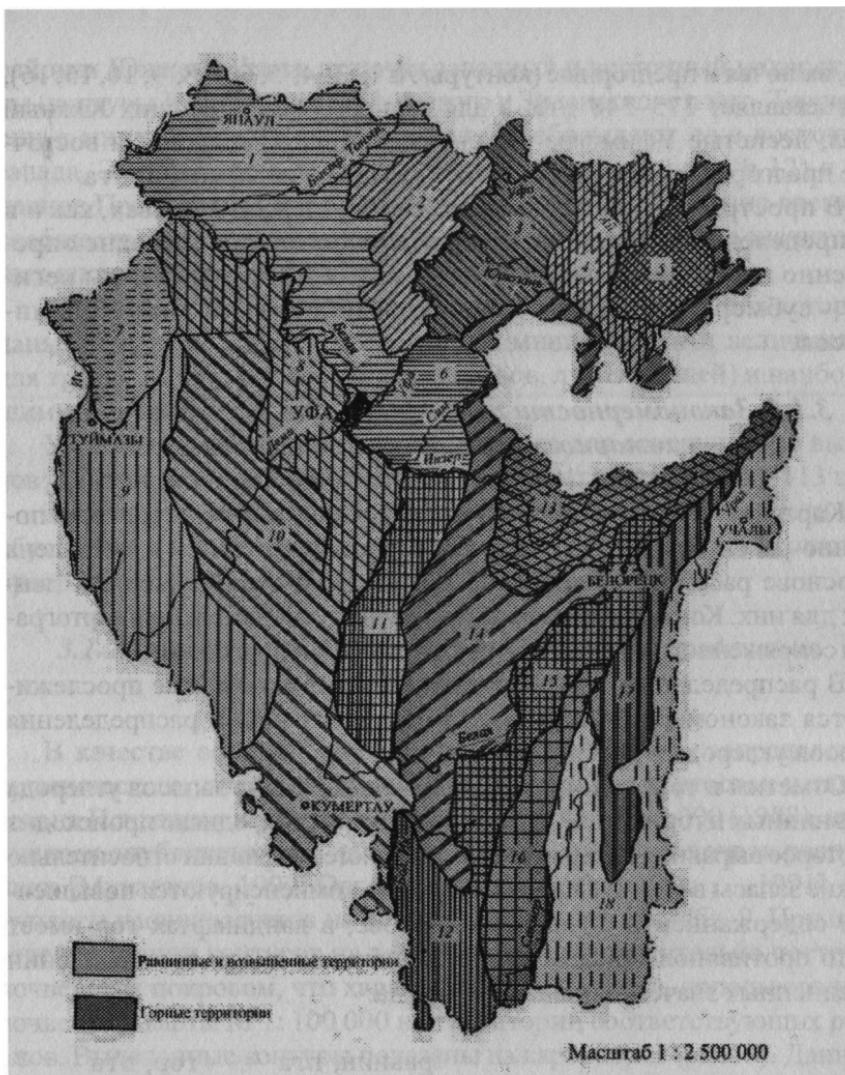


Рис. 4. Картосхема распределения суммарных запасов органического углерода в природно-хозяйственной системе Республики Башкортостан, т/га.

**Равнинные и возвышенные территории:** 1 – сельхозугодья в сочетании с лесами с преобладанием в почвенном покрове светло-серых и серых лесных почв в северной части Камско-Бельского понижения, запасы углерода от 100 до 290 т/га; 2 – сельхозугодья в сочетании с лесами, сочетание лесных почв с участием черноземов оподзоленных в правобережье р. Уфа, запасы углерода от 200 до 400 т/га; 4 – сельхозугодья и лесные сообщества в центральной части Юрзано-Айского

### **3.2. Баланс углерода в природно-хозяйственной системе**

Хозяйственная деятельность привела к существенным сдвигам в балансе  $C_{\text{орг}}$  в регионе [Кашапов, 2004а]. Он стал отрицательным (табл. 11). В частности, общее содержание в фитомассе, в сравнении с допромышленным периодом, уменьшилось на 55%, содержание в

---

нижения с черноземами оподзоленными, запасы углерода от 200 до 400 т/га; 5 – сельхозугодья в сочетании с лесными сообществами, на серых и темно-серых лесных почвах и черноземах оподзоленных, запасы углерода от 140 до 260 т/га; 6 – сельхозугодья в сочетании с широколиственными лесами в междуречье рек Уфи и Инзер на сложном комплексе почв от светло-серых до черноземов оподзоленных и выщелоченных, запасы углерода от 140 до 320 т/га; 7 – сельхозугодья с широколиственными лесами в северной части Бугульминско-Белебеевской возвышенности на сложном комплексе почв от светло-серых лесных до черноземов выщелоченных и типичных, запасы углерода от 140 до 330 т/га; 8 – сельхозугодья с участием широколиственных лесов на черноземах типичных, типичных карбонатных в левобережье р. Белой, запасы углерода от 280 до 350 т/га; 9 – сельхозугодья и сочетаний с смешанными широколиственными лесами на лесных почвах и черноземах Бугульминско-Белебеевской возвышенности, запасы углерода от 240 до 190 т/га; 10 – сельхозугодья на месте степей на черноземах типичных центральной части Камско-Бельского понижения, запасы углерода 290 т/га; 11 – сельхозугодья с широколиственными лесами на серых и темно-серых лесных почвах и черноземах оподзоленных и черноземах выщелоченных в правобережье р. Белой, запасы углерода от 200 до 390 т/га; 18 – сельхозугодья на месте степей и степные сообщества на черноземах выщелоченных и южных, запасы углерода от 180 до 290 т/га.

**Горные территории :** 3 – широколиственно-темнохвойные леса Уфимского плато на светло-серых, серых, дерново-подзолистых, дерново-карбонатных почвах, содержание углерода от 100 до 220 т/га; 12 – горные смешанные широколиственные леса на черноземах выщелоченных горных долин, черноземах неразвитых Зилаирского плато, запасы углерода от 140 до 320 т/га; 13 – горные темнохвойные леса на горнолесных почвах, среднегорья Южного Урала, запасы углерода до 180 т/га; 14 – горные смешанные широколиственные леса на горно-лесных почвах, почвы горных долин, низкогорья Южного Урала, содержание углерода от 220 до 300 т/га; 15 – горные светлохвойные леса на горнолесных почвах и почвах горных долин хр. Урал-тау, запасы углерода от 250 до 460 т/га; 16 – горные широколиственные леса низкогорья Южного Урала на горно-лесных почвах и почвах горных долин, запасы углерода от 220 до 430 т/га; 17 – горные светлохвойные леса на неразвитых черноземах восточных предгорий Южного Урала, запасы углерода до 200 т/га

фитомассе лесов – на 60%. В НПП углерода теперь связывается на 18% меньше, чем в доиндустриальный период. Часть, которую безвозвратно отчуждает человек, составляет 32%.

Примечательно, что заметно возросла (более чем на 72%) масса С<sub>орг</sub>, заключенная в степной (травянистой) растительности. Это мы объясняем тем, что в структуре растительного покрова в результате хозяйственного освоения территории произошли существенные перемены: резко сократилась доля лесов, появились обширные безлесные площади, занятые посевами сельскохозяйственных культур, которых раньше было очень мало.

Прокомментируем статью баланса «Потери за год в результате дегумификации». Количество гумуса, ежегодно выносимого с пашен, оценивается в интервале от 68 до 1030 т [Туровцев, 1958; Государственный доклад..., 1999, 2002; Почвы Башкортостана, 1995; Государственный (национальный) доклад..., 2002]. Ежегодные потери гумуса в результате эрозии в среднем составляют 0,88 т/га [Концепции охраны окружающей ..., 1993]. В переводе на всю площадь пашни это около  $4200 \times 10^3$  т гумуса в год, или  $2500 \times 10^3$  т С<sub>орг</sub> в год. Это означает, что в среднем в год почвы теряют вследствие водной эрозии около 0,09% углерода.

Современная растительность фиксирует углерод более интенсивно: если прежде масса углерода, связываемого в НПП, составляла 4% от его общего содержания в фитомассе, то сейчас она равна 6%, т.е. возросла в 1,5 раза [Кашапов, 2002, 2004, Kashapov, 2003]. Очевидно, это также связано с изменениями в структуре растительного покрова. В составе современной растительности большое место (31% площади республики) занимают отсутствовавшие прежде агрогексисистемы, которые в сукцессионном ряду соответствуют пионерным сообществам с их высокой продуктивностью [Одум, 1975]. Имеет значение также и то обстоятельство, что площадь первичных (климатических) лесов сильно сократилась, их место занимают леса вторичные [Абдулов, 1994], которые также являются сериальными сообществами и тоже высокопроизводительны. Известно, например, что березовые и осиновые леса (а они-то и являются основными лесообразующими породами во вторичных лесах республики) более производительны, чем коренные: они дают больший прирост древесины, выделяют больше кислорода [Система рекомендаций по ведению..., 1976; Экология Ханты-Мансийского..., 1997]. Поэтому березняки и

осинники при невысокой хозяйственной ценности весьма ценные как акцепторы углерода и производители кислорода.

Баланс общего углерода в природно-хозяйственной системе складывается из большого числа статей прихода и расхода и включает количество этого элемента, депонированного в фитомассе, почвенном гумусе и почвенных карбонатах, массу ежегодно связываемой в НПП; часть НПП, отчуждаемой в антропогенный канал; долю, возвращаемую в почвы с органическими удобрениями; часть, безвозвратно выносимую из геосистем; эмиссию в составе углерода углекислого газа ( $C\text{-CO}_2$ ) в результате дыхания животных; эмиссию в составе  $C\text{-CO}_2$  в процессе дыхания почв; эмиссию в результате выщелачивания  $CaCO_3$  из почвенно-грунтовой толщи; эмиссию в результате окисления атмосферным кислородом гумусовых веществ почв («холодное горение»), лишенных защитного растительного покрова (пашен, техногенных пустошей и т.д.); поступление и вынос с трансрегиональным переносом, привнос и вынос мигрирующими животными; внос и вынос речным стоком; привнос и вынос в результате транспортировки пищевой продукции, фуража для скота, различных видов топлив; поступление из индустриальных источников и т.д. (рис. 5).

При современном уровне изученности территории Республики Башкортостан не все из перечисленных статей возможно учесть. Но имеющиеся материалы позволяют произвести количественную оценку главных его составляющих: массу углерода, депонированного в растительности и почвах, углерода, ежегодно фиксируемого в НПП (сток); безвозвратных потерь с частью НПП, отчуждаемой в антропогенный канал; часть, возвращаемую в почвы с органическими удобрениями, суммарную эмиссию в процессе дыхания почв и в результате выщелачивания почвенных карбонатов. Вполне возможно учесть также эмиссию в результате сжигания ископаемых топлив (коммерческого топлива).

Обобщенные результаты расчетов баланса  $C_{opr}$ , связанного с биомассой [Кашапов, 2004а, 2006 в, 2007в], сведены в табл. 12.

Безвозвратные потери – это разница между отчуждаемой частью НПП (с пашни с зерном и кормами –  $7008 \times 10^3$  т с.м., с ЕКУ –  $1306 \times 10^3$  т с.м., с кормовых угодий ГЛФ –  $1386 \times 10^3$  т с.м., с древесиной, изымаемой при рубке леса –  $15596 \times 10^3$  т с.м., что составляет  $25596 \times 10^3$  т с.м. ( $11383 \times 10^3$  т  $C_{opr}$ ) и вносимыми органическими удобрениями. Сейчас их вносится на поля 12–14% (в среднем 13% от

нормы), т.е. компенсируется в среднем не более 13% вынесенного углерода. Это составляет:  $7008 \times 10^3 \text{ т с.м.} \times 0,45 \times 0,13 = 410 \times 10^3 \text{ т C}_{\text{opr}}$ . Не компенсируются:  $410 \times 10^3 \text{ т C}_{\text{opr}} - 11383 \times 10^3 \text{ т C}_{\text{opr}} = 10973 \times 10^3 \text{ т C}_{\text{opr}}$  (см. табл. 12).

Таблица 12

**Основные характеристики составляющих баланса углерода, связанного в биомассе природно-хозяйственной системы Республики Башкортостан**

Показатели	Фитомасса, $10^3 \text{ т сухой}$ массы	Содержание $C_{\text{opr}}, 10^3 \text{ т}$
Общая биомасса, в т.ч.:	1235793	556106
сельхозугодий	184300	82935
кормовых угодий Гослесфонда	714	321
лесов	1050779	472851
Полная НПП, в т.ч.:	79205	35642
всех видов кормовых угодий (естественных, на пашне, в Гослесфонде)	19544	8794
пашни (за исключением части, используемой для выращивания кормов)	7674	3453
лесопокрытых площадей	51988	23395
Количество отчуждаемой массы НПП, в т.ч.:	25296	11383
отчуждается с пашни с зерном и кормами	7008	3154
возвращается пашне с органическими удобрениями	911	410
безвозвратные потери НПП	24385	10973

Итак, в растительном покрове региона сосредоточено  $1235793 \times 10^3 \text{ т с.м.}$  ( $556106 \times 10^3 \text{ т C}_{\text{opr}}$ ). Нетто-первичная продукция составляет  $79205 \times 10^3 \text{ т с.м.}$  ( $35642 \times 10^3 \text{ т C}_{\text{opr}}$ ),  $25296 \times 10^3 \text{ т}$  ( $11383 \times 10^3 \text{ т C}_{\text{opr}}$ ), которая переводится в антропогенный канал, и в т. ч.  $7008 \times 10^3 \text{ т с.м.}$  ( $3154 \times 10^3 \text{ т C}_{\text{opr}}$ ), отчуждаемые с пашни с зерном и кормами. Из этого количества только  $911 \times 10^3 \text{ т с.м.}$  ( $410 \times 10^3 \text{ т C}_{\text{opr}}$ ) компенсируются вносимыми органическими удобрениями. Безвозвратные потери НПП составляют  $24385 \times 10^3 \text{ т}$  в сухой массе или  $10973 \times 10^3 \text{ т C}_{\text{opr}}$ . В результате фактическое безвозвратное отчуждение НПП более чем в 30 раз превышает уровень, «разрешенный» правилом – 1% ( $356,42 \times 10^3 \text{ т C}_{\text{opr}}$ ).

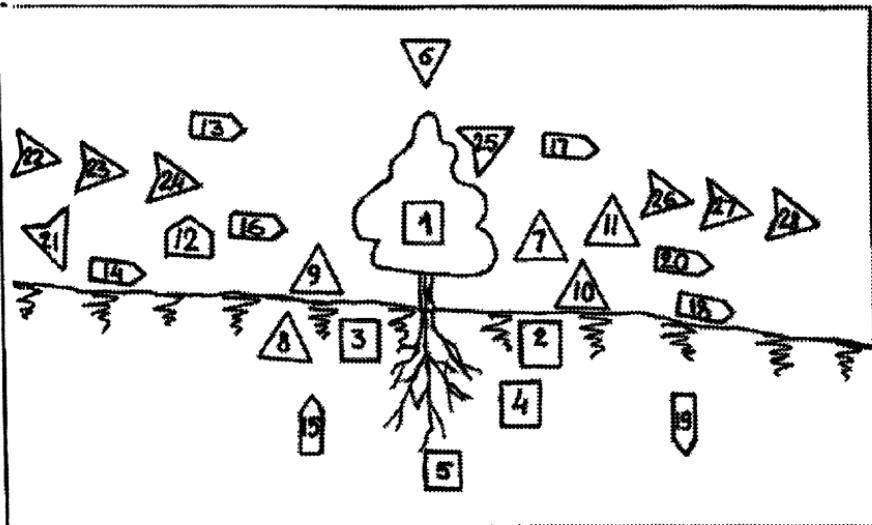


Рис. 5. Резервуары и потоки углерода:

**запасы:** 1 – фитомасса; 2 – подстилка и почвенный гумус; 3 – почвенные карбонаты; 4 – нетто-первичная продукция; 5 – рассеянное органическое вещество, захороненное в осадочных отложениях;

**потоки:** 6 – сток; эмиссия в результате: 7 – дыхания животных; 8 – дыхания почв; 9 – выщелачивания почвенных карбонатов; 10 – окисления гумусовых веществ почв; 11 – разложения карбонатных пород; 12 – деятельности промышленности, транспорта, теплоэнергетики;

привнос в геосистему в результате естественных процессов: 13 – трансрегиональным переносом; 14 – речными стоком; 15 – внутрипочвенным стоком; 16 – мигрирующими животными;

вынос из геосистем: 17 – трансрегиональным переносом; 18 – стоком; 19 – речными стоком; 20 – мигрирующими животными;

привнос в геосистемы в процессе хозяйственной деятельности: 21 – с органическими удобрениями; 22 – с импортом пищевых продуктов и фуражом; 23 – с импортомскопаемого топлива; 24 – с импортом продукции деревообрабатывающей, целлюлозно-бумажной и других отраслей промышленности;

вынос из геосистем: 25 – с частью НПП, отчуждаемой в антропогенный канал; 26 – с экспортными пищевыми продуктами и фуражом; 27 – с экспортным скопаемым топливом; 28 – с экспортной продукцией деревообрабатывающей, целлюлозно-бумажной и других отраслей промышленности

### **3.3. Географические закономерности эмиссии углерода почвами Республики Башкортостан**

Дыхание почв – это суммарная продукция углекислоты в результате дыхания корней растений, почвенных микроорганизмов и животных [Мокроносов, Кудеяров, 1997; Кудеяров, 1999]. Оно является источником наиболее массовых выбросов углекислоты в атмосферу. Именно благодаря этому процессу в атмосферу возвращается углерод, изъятый в результате фотосинтетической фиксации, и поддерживается его баланс. По этой причине большое внимание уделяется изучению почвенного дыхания как в глобальном масштабе, так и в России.

В источниках [Мокроносов, Кудеяров, 1997; Кудеяров, 1999] имеются данные о величине годовой эмиссии  $\text{CO}_2$  с поверхности наиболее распространенных почв России. Картосхемы распределения эмиссии углекислоты почвенным покровом России, составленные на основе данных [Кудеяров, 1994; Мокроносов, Кудеяров, 1997], дали возможность выявить общую картину эмиссии этого газа в масштабе страны.

Почвенный покров Республики Башкортостан изучен достаточно полно и разносторонне [Почвы Башкортостана, 1995, 1997; Мукатанов, 1999 и др.]. Однако вопрос о дыхании почв еще не служил предметом обсуждения почвоведов, за исключением отдельных публикаций [Кашапов, 2002, 2004], в которых почвы рассматриваются как депо углерода. Материалов, характеризующих их роль в круговороте этого элемента на территории природно-хозяйственной системы Республики Башкортостан, не имеется.

При расчете эмиссии  $\text{CO}_2$  с поверхности почв Республики Башкортостан воспользовались опубликованными данными по удельной эмиссии С- $\text{CO}_2$  для наиболее распространенных почв Российской Федерации [Кудеяров, 1999]. Некоторые из компонентов почвенного покрова, охарактеризованных в этой работе – черноземы, серые лесные почвы, горно-лесные почвы – достаточно широко распространены в Республике Башкортостан и составляют основу почвенного покрова республики, на их долю приходится 32,0 %, 28,0 и 13,0 % площади почвенного покрова соответственно. Используя данные о географическом распространении различных почв республики [Почвенная карта..., 1988] и о занимаемых площадях [Почвы Башкортостана, 1995],

шания удельных эмиссий [Кудеяров, 1999], мы рассчитали суммарную эмиссию углерода углекислого газа на территории Башкортостана (табл. 13).

Таблица 13

**Эмиссия углерода на территории Республики Башкортостан  
в результате дыхания почв**

Группы	Почвы	Площадь, $10^3$ га	Удельная эмиссия, С-СО <sub>2</sub> , т/га год	Суммарная эмиссия С-СО <sub>2</sub> , $10^3$ т/год
1	Горно-луговые (тундровые), неполноразвитые, солончаки, прочие	2001.9	1.7–2.2	3403.23–4404.8
2	Дерново-карбонатные, переувлажненные, солонцы, горно-лесные	2205.2	2.2–3.0	4851.44–6615.6
3	Дерново-подзолистые, серые лесные, черноземы (равнин, горные), овражно-балочные	5271.1	4.4–6.0	23192.84–31626.6
4	Черноземы выщелоченные, типичные, лугово-черноземовидные, аллювиальные почвы	4735.8	6.0–9.0	28414.8–42622.2
	Всего			59862.31–85268.58

По величине удельных эмиссий составлена также картосхема (рис. 6) [Кашапов, 2008а]. Картосхема в обобщенной форме, но достаточно четко показывает общую картину пространственного распределения этого явления. Как и можно было ожидать, она отражает главную ландшафтно-географическую закономерность, проявляющуюся на территории Башкортостана – наличие системообразующего центра – гор Южного Урала, включая восточные и западные предгорья, а также Уфимское и Зилаирское плато и подчиненных (равнинных) геокомплексов.

В распределении эмиссии повторяется общая схема горизонтально-зональной и вертикально-зональной структуры ландшафтов. Южный Урал, включая восточные и западные предгорья, лесистые Уфимское и Зилаирское плато, с распространенными здесь горно-лесными и неполноразвитыми почвами, на схеме выделяется как зона пони-

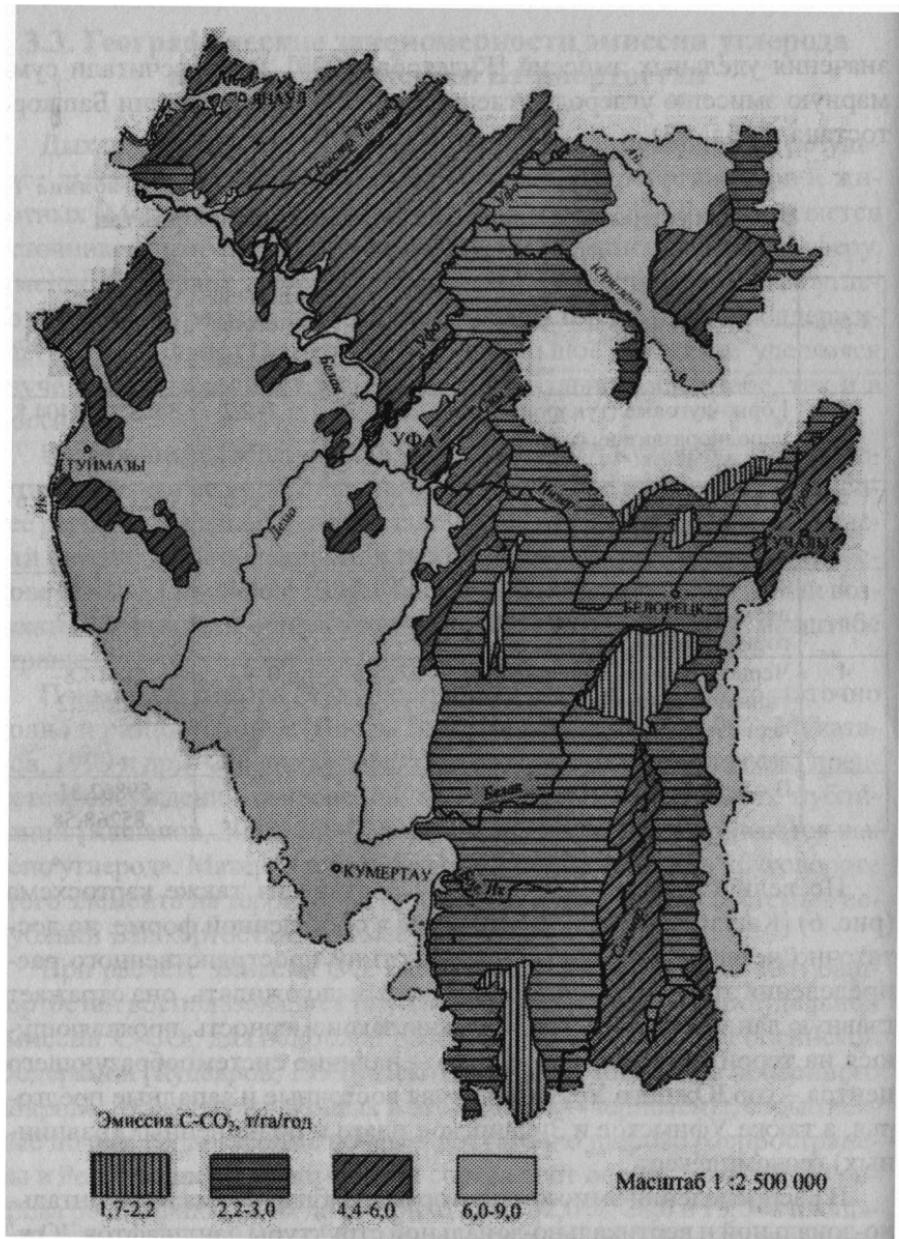


Рис. 6. Картосхема эмиссии углерода углекислого газа (С-СО<sub>2</sub>) почвами Республики Башкортостан, т/га/год

женной эмиссии С-СО<sub>2</sub> – от 1,7 до 3,0 т/га/год. В междуречье рек Белая и Уфа, в северной части Бугульминско-Белебеевской возвышенности, в Юрзано-Айском понижении, в Зауралье, в области распространения серых лесных почв, обыкновенных и южных черноземов и их засоленных вариантов сформировались зоны с эмиссией в 1,4–6,0 т/га/год.

Обширные равнинные и возвышенные территории по левобережью р. Белая, где господствуют выщелоченные и типичные черноземы, частично Юрзано-Айское холмисто-грядовое понижение, узкая полоса Зауральского пенеплена в границах Башкортостана, характеризуются наиболее высокими в условиях П-ХС Республики Башкортостан значениями эмиссии – от 6,0 до 9,0 т/га/год. Согласно расчетам, в результате дыхания почвы региона ежегодно выделяют от 19862x10<sup>3</sup> до 85269x10<sup>3</sup> т С-СО<sub>2</sub>. Полагаем, что это – нижний предел значений, поскольку была учтена эмиссия не со всей площади почвенного покрова Республики Башкортостан.

Помимо дыхания, почвы выделяют в атмосферу также некоторое количество углекислоты в результате выщелачивания почвенных карбонатов. Однако это явление в почвах Российской Федерации и Республики Башкортостан практически не изучено, имеются лишь некоторые общие оценки. Считается, что доля углерода, поступающего в атмосферу при выщелачивании почвенных карбонатов из 1-метровой почвенно-грунтовой толщи, равна примерно 3% от эмиссии за счет дыхания почвенным покровом Российской Федерации [Кудеяров, 1999]. Для территории нашего региона это дает величины, лежащие в интервале от 1796x10<sup>3</sup> до 2558x10<sup>3</sup> т в год углерода.

### **3.4. Расчет индустральной эмиссии углерода**

Основной источник антропогенной эмиссии углерода в атмосфере Земли, который можно учесть – это сжигание ископаемых топлив и продуктов их переработки.

Обсуждая проблему антропогенной эмиссии применительно к нашей стране, к ее регионам, в частности – к Башкортостану, невозможно не затронуть вопрос о динамике этого процесса, связанной с тотальным спадом в хозяйственной деятельности в последнее десятилетие XX века, который прослеживается и сейчас. В Российской

Федерации она (антропогенная эмиссия  $\text{CO}_2$ ) снизилась до 63,9% от уровня 1990 г. [Третье национальное сообщение..., 2002].

Аналогичные процессы имели место и в Башкортостане. Здесь также произошел спад производственной деятельности, сопровождавшийся уменьшением потребления топлива и соответственно эмиссии углерода [Кашапов, 2007б]. Общая картина динамики этих процессов за 2005–2009 гг. показана на рис. 7. 1990-й год, предшествовавший началу спада, взят в качестве масштаба для сравнения.

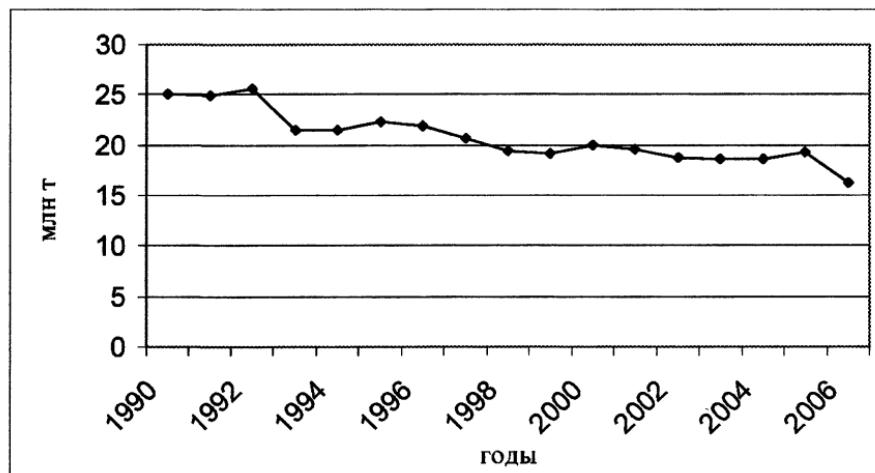


Рис. 7. Динамика эмиссии углерода в Республике Башкортостан от индустриальных источников (млн т в год)

Количество двуокиси углерода, которое поступило в атмосферу при сжигании (коммерческого) топлива, определили по коэффициенту пересчета условного топлива на углекислый газ [Луканин, Трофименко, 2001]: 2,8 кг  $\text{CO}_2$  на 1 кг топлива. Массу  $\text{CO}_2$  пересчитали в углерод с использованием переводного коэффициента 3,664 [Кобак, 1988; Луканин, Трофименко, 2001; Кондратьев, Лосев, Ананичева и др., 2002] (приложение 6).

Соотношение видов топлива в топливном балансе республики: газ – 83,88%, нефть и нефтепродукты (включая и мазут) – 14,05%, уголь – 2,07%, т.е. оценивается как весьма экологичное. В топливном балансе РФ доля газа также высока и составляет 71,5%; доля

других видов: уголь – 27,44%, нефть и газоконденсат – 0,43% [Российский статистический ежегодник, 2000].

### 3.5. Общий баланс углерода в природно-хозяйственной системе Республики Башкортостан

Окончательные результаты расчетов [Кашапов, 2006а] схематически показаны на схеме (рис. 8). Суммарная эмиссия составляет  $93631 \times 10^3 - 119799 \times 10^3$  ( $94 \times 10^6 - 120 \times 10^6$ ) т углерода в год. Доли эмитентов распределяются следующим образом: дыхание почв даёт 64–71%, сжигание топлив – 15–20%, за счет безвозвратного отчуждения части НПП – 9–12%, за счет эрозии – 2–3% и за счет выщелачивания почвенных карбонатов – 2%. Эмиссия превышает сток в 2,6–3,4 раза (т.е. при фотосинтезе фиксируется от 30 до 38% от суммарной эмиссии). Это же отмечается и для России в целом [Воздействие глобальных изменений..., 1995].



Рис. 8. Схема общего баланса углерода в природно-хозяйственной системе Республики Башкортостан

Сток в  $35642 \times 10^3$  ( $36 \times 10^6$ ) т/год – это суммарная масса углерода, связываемого всем растительным покровом П-ХС Республики Баш-

кортостан, т.е. травянистой (однолетней) и древесной (многолетней) растительностью. В балансовых расчетах во внимание принимается только углерод, надолго выводимый из биогеохимического цикла, т.е. связываемый многолетней (лесной) растительностью. Лесная растительность связывает  $23395 \times 10^3$  т/год углерода (табл. 11). Масса индустриальных выбросов –  $(20,3-18,0) \times 10^6$  т/год (рис. 8), т.е. сток превышает эмиссию на 15–25%.

### **3.6. Оценка влияния хозяйственной деятельности на окружающую среду по балансу углерода**

Количество выбросов углерода и вырабатываемая в П-ХС энергия взаимосвязаны: они дают достаточно полное обобщенное представление о силе антропогенного давления на окружающую среду.

Для Республики Башкортостан углеродная нагрузка, рассчитанная по количеству использованного коммерческого топлива, составляет  $142-126$  т/км<sup>2</sup> и 4,4 т/чел. соответственно; рассчитанная мощность выработанной первичной энергии составила  $23 \times 10^9$  Вт [Кашапов, 2005].

При площади Республики Башкортостан  $142,95 \times 10^5$  га нагрузка на территорию П-ХС составляет  $5,0 \times 10^{15}$  Дж, или ( $0,16 \times 10^9$  Вт) на 100 тыс. га. На основе этого критерия для сравнительных оценок мощности антропогенных воздействий на окружающую среду используется другой, безразмерный, показатель – коэффициент антропогенного давления [Данилов-Данильян и др., 1994]. Он рассчитывается как отношение энергетических вложений данной страны в петаджоулях на 100 тыс. га к среднеглобальному показателю ( $22 \times 10^{15}$  Дж на 100 тыс. га). Найденный таким способом коэффициент составляет для России – 0,7, Башкортостана – 0,21. Для сравнения: в Нидерландах он равен 41,5, Японии – 16,0 и США – 3,4 [Данилов-Данильян и др., 1994].

Другой аспект энергетической нагрузки на природно-хозяйственную систему – величина мощности выработанной первичной энергии, приходящейся на 1 чел., это есть энергопотребление ( $E_p$ ) [Поздняков и др., 2003]. Рассчитанное для П-ХС Башкортостана энергопотребление [Кашапов, 2005] составляет  $5,6 \times 10^3$  Вт/чел. Используется также понятие мощности прямого потребления, т.е. части НПП

растительного покрова, прямо отчуждаемой человеком, или биопотребление ( $E_b$ ). Мощность отчуждаемой части НПП  $25296 \times 10^3$  т с.м. (табл. 12) составляет  $16 \times 10^9$  Вт, или  $3,9 \times 10^3$  Вт/чел.

Суммарные выбросы углерода составляют  $(94-120) \times 10^6$  т, ассимиляционные возможности всего растительного покрова –  $36 \times 10^6$  т, способность растительности лесов фиксировать углерод –  $24 \times 10^6$  т в год. Следовательно, депонирующая способность лесной растительности превышена в 4-5 раз. Безвозвратные потери  $C_{\text{опр}}$ , как уже было отмечено, в 30 раз превышают допустимый уровень. Эти величины можно рассматривать в качестве меры нарушения природного равновесия в П-ХС Республики Башкортостан.

Таким образом, анализ последствий хозяйственной деятельности в Республике Башкортостан на основе оценки баланса углерода показал, что в природных системах региона произошли глубокие изменения, свидетельствующие о существенном нарушении естественного равновесия: цикл углерода в мезорегионе совершается с дефицитом [Кашапов, 2009].

Если же рассматривать П-ХС Республики Башкортостан с позиций соответствия требованиям Киотского протокола, т.е. по способности переводить антропогенные выбросы углерода в неактивное состояние, то она вполне укладывается в рамки этих требований, поскольку депонирующая способность лесной растительности в 1,2–1,3 раза превышает их массу. Однако для Республики Башкортостан, равно как и для других регионов, это принципиального значения не имеет; поскольку территория страны, по данным новейших исследований, «...может рассматриваться как территория абсолютного стока...» [Пулы и потоки углерода..., 2007, с. 285].

## **Г л а в а 4**

# **ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ПРИРОДНО- ХОЗЯЙСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ И ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН В ЦЕЛЯХ УПРАВЛЕНИЯ БАЛАНСОМ УГЛЕРОДА**

Территория Республики Башкортостан достаточно давно является объектом активных многосторонних исследований, разработано значительное число районирований в самых различных целях. В настоящее время насчитывается более трех десятков карт, разработанных в разное время: комплексные [Атлас Республики Башкортостан, 1992; Исянбаев и др., 1995; Крашенинников, 1954; Физико-географическое ..., 1964; Хисматов, 1987], отраслевые ботанико-географические [Крашенинников, Кучеровская-Рожанец, 1941; Тахаев, 1959], геоботанические [Атлас лесов СССР, 1973; Жудова, 1966], геоморфологические [Рождественский, 1971; 1992], гидрологические [Балков, 1978], карста [Лушников, 1961], экономико-географические [Хисматов, 1985], экономические [Исянбаев и др., 1995]. Различным аспектам районирования посвящен ряд наших публикаций: методике ландшафтно-экологических исследований, ландшафтно-экологическому районированию Башкирского Зауралья [Кашапов, Латыпова и др., 1998а, 1998б], вопросам использования данных районирования для решения узкопрактических задач.

Особенно многочисленны прикладные районирования: агроклиматические [Агроклиматический..., 1959; Власова, Кашапов, 1998; Почвенная карта ..., 1990], агропочвенные [Галимов, 1992; Система ведения сельского хозяйства ..., 1960; Тайчинов, 1973], лесораститель-

ное [Рябчинский, 1961], лесохозяйственное [Рябчинский, 1976], почвенно-лесорастительное [Мукатанов и др., 2000], почвенно-эрозионное [Гарифуллин и др., 1976; Галимов, 1992], почвенно-экологическое [Мукатанов, 1993, 1994, 1999], природно-мелиоративное [Гареев, 1990, 1992], природно-сельскохозяйственное [Почвенная карта ..., 1988], природно-техногенное [Шакиров, 1998], экологический напряженность [Барышников, 1996; Почвы Башкортостана, 1997].

К этой же группе можно отнести и появившиеся в последнее время карты сохранности ландшафтов, районирований по степени распределения интенсивности промышленной нагрузки, сельскохозяйственной нагрузки [Гареев, Нигматуллин, 2005]. При этом в качестве критериев оценки степени антропогенных нагрузок автор использовал показатели: плотности населения, плотности выбросов вредных веществ в атмосферу, содержание вредных веществ в сточных водах, плотность дорог, плотность трубопроводов, площадь урбанизированных территорий, распаханность, площади пастбищ, сенокосов, степень эродированности почв, поголовье скота в расчете на 100 га сельскохозяйственных угодий.

Это – далеко не полный перечень. Но даже из него видно, что территория охарактеризована в этом отношении довольно разносторонне.

Необходимо отдельно упомянуть вышедший недавно Атлас Республики Башкортостан [2005], представляющий наиболее полное систематическое собрание карт, всесторонне характеризующих территорию.

Из этого же списка видно, что проблема районирования территории Республики Башкортостан с учетом экологического состояния разработана слабо.

В ежегодных выпусках издания «Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды Республики Башкортостан» также публикуются карты районирований по различным показателям: плотности выбросов в атмосферу, эродированности почв, уменьшению мощности гумусового горизонта, пестицидной нагрузке в расчете на человека на 1 км<sup>2</sup> и т.д. Они составляются по принципу показа признака, по которому производится районирование в рамках административных границ, что делает их географически некорректными [Стурман, 1995, 2000]. Это – эколого-экономические карты.

Тем не менее такие карты вполне соответствуют своему узко-практическому назначению – обслуживать сферу принятия хозяйственных, управлеченческих решений и поэтому необходимы.

Весьма необходимы синтетические карты, составленные с учетом физико-географических условий территории и оценки последствий антропогенных воздействий на окружающую среду, т.е. карты геоэкологического районирования.

Карта «Районирование территории Республики Башкортостан по степени экологической напряженности» [Барышников, 1995; Почвы Башкортостана, 1997] представляет один из возможных ее вариантов. В ней выделены зоны: катастрофическая, критическая (кризисная), напряженная и условно удовлетворительная. Каких-либо сведений о принципах классификации, которые использует автор, не дается, не приведены критерии, на основе которых выделены зоны экологической напряженности. Поэтому невозможно оценить, насколько она соответствует действительному положению дел. Нет и ссылок на работы, где об этом можно было бы узнать.

## 4.1. Выделение геосистем

Одним из условий успешного решения задач оценки геоэкологического состояния территорий, выявления их геоэкологических проблем, соответственно разработки рациональных путей оптимизации является ландшафтно-экологическое картографирование. Общий анализ состояния окружающей среды П-ХС Республики Башкортостан по балансу углерода показал, что в результате хозяйственной деятельности природное равновесие сильно нарушено. Чтобы затормозить этот процесс и добиться стабилизации экологической ситуации необходима разработка и реализация соответствующего комплекса мер.

Разнообразие природных условий, различия в хозяйственной специализации и уровне экономического развития территорий Республики Башкортостан обусловили также и различия в степени их участия в формировании состояния окружающей среды. С целью оценки их «вкладов» в формирование общего баланса углерода было произведено районирование П-ХС Республики Башкортостан и дана харак-

теристика выделенных с учетом особенностей макрорельефа единиц – индивидуальных геосистем.

Деятельность таких отраслей, как сельское и лесное хозяйство, охота в главных чертах определяется природными условиями. В размещении этих отраслей и соответствующих воздействиях на природные комплексы явно прослеживается зональность [Исаченко, 1991, с. 347]. Они же определяют и основные особенности ее последствий. Поэтому в качестве основы районирования можно взять учет специфических особенностей природной среды. Для такого региона, как Башкортостан, по причине большого разнообразия природных условий, структуры народного хозяйства, характера хозяйственной деятельности, уровня социально-экономического развития регионов, это важно.

Основываясь на этом постулате, выполнено районирование Республики Башкортостан с учетом дифференциации природных условий как следствия особенностей устройства поверхности территории, т.е. в качестве опорного критерия при районировании избран рельеф.

С нашей точки зрения, наиболее существенными показателями степени влияния хозяйственной деятельности на природную среду, которые должны учитываться при характеристике геосистем, являются: преобразованность ландшафтов, мощность энергопотребления и производная от нее – энергетическая нагрузка на территорию, распаханность, доля естественных кормовых угодий (ЕКУ), нагрузка домашних животных на пашню и на ЕКУ, плотность сельского населения.

Первые три показателя дают общее представление о суммарном воздействии на окружающую среду всего хозяйственного комплекса региона. Остальные, включая и плотность сельского населения, являются более частными, т.к. отражают давление на природу сельскохозяйственного производства.

Сельское население оказывает на окружающую среду непосредственное воздействие, в то время как городское, сконцентрированное на относительно ограниченной территории – опосредованно, через вклад в биопотребление, энергопотребление и энергетическую нагрузку, выбросы в окружающую среду.

Особенностью воздействия сельского хозяйства является также рассеянный (площадной) характер, т.е. слабо интенсивные воздействия на больших площадях.

Практически вся площадь Башкортостана благоприятна для сельскохозяйственного производства. Но всеми необходимыми условиями для земледельческой отрасли обладают равнинные районы: Западная Башкирия, включающая Бугульминско-Белебеевскую платообразную возвышенность, грядово-холмистую возвышенность Приуральского Общего Сырта и обширное Камско-Бельское увалистое понижение, отделенное от остальной части Уфимским плато, Юрюзано-Айское холмисто-грядовое понижение; Зауральский пенеплен с Таналык-Баймакским понижением, включая также Сакмарскую межгорную долину.

Наиболее показательна в этом отношении картина пространственного распределения таких характеристик земледельческой освоенности, как плотность сельского населения и степень распаханности территории (рис. 9, 10) [Кашапов, 2008б]. По характеру их распределения в Республике Башкортостан выделяются три крупные структуры, соответствующие ландшафтной структуре П-ХС: одна слабоосвоенная, включающая Южный Урал и лесистые Уфимское и Зилаирское плато, две сильноосвоенные, это обрамляющие его с востока и запада лесостепные и степные равнины и возвышенности Западной Башкирии и Зауральский пенеплен. В соответствии с субмеридиональной ориентацией этого центра региона – Южного Урала, ориентированы и все указанные структуры.

Изолинии проведены по общепринятой методике: по имеющимся данным для каждого муниципального района [Административно-территориальное устройство..., 1999] рассчитаны плотность сельского населения (в чел./ $\text{км}^2$ ) и степень распаханности земель (в % от площади района), использованы данные о площади пашен из фондов Госкомзема Республики Башкортостан за 2005 г. Для составления картосхем использовали бланковую карту М 1:2 500 000.

Одним из показателей хозяйственной освоенности территории является плотность населения. Если она ниже 10 чел./ $\text{км}^2$ , территория оценивается как слабоосвоенная, если же выше – то как сильноосвоенная [Клюев, 2002].

Как видно из картосхемы (рис. 9), по плотности в Башкортостане выделяются одна слабоосвоенная и две сильноосвоенные области, границы между которыми маркируются изолинией в 10 чел./ $\text{км}^2$ . Они отражают главную особенность ландшафтной структуры территории.

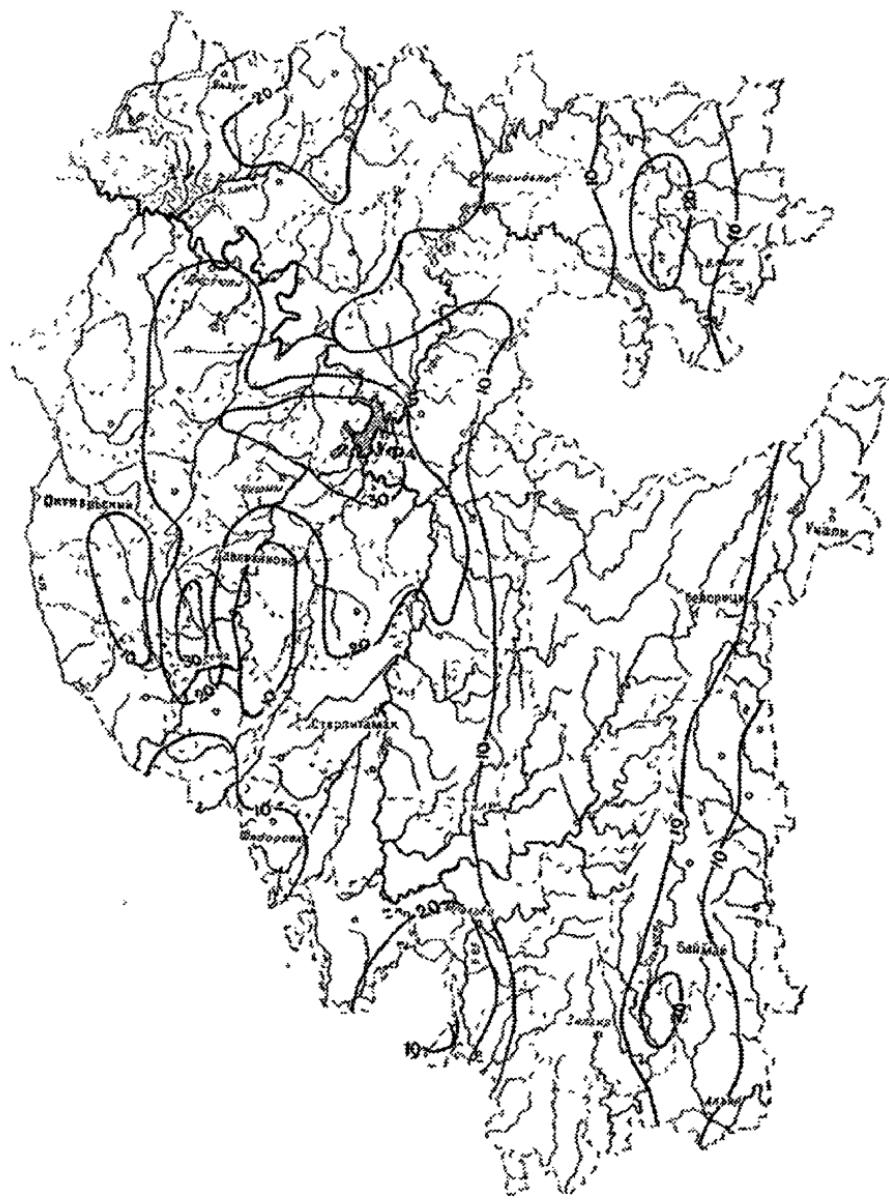
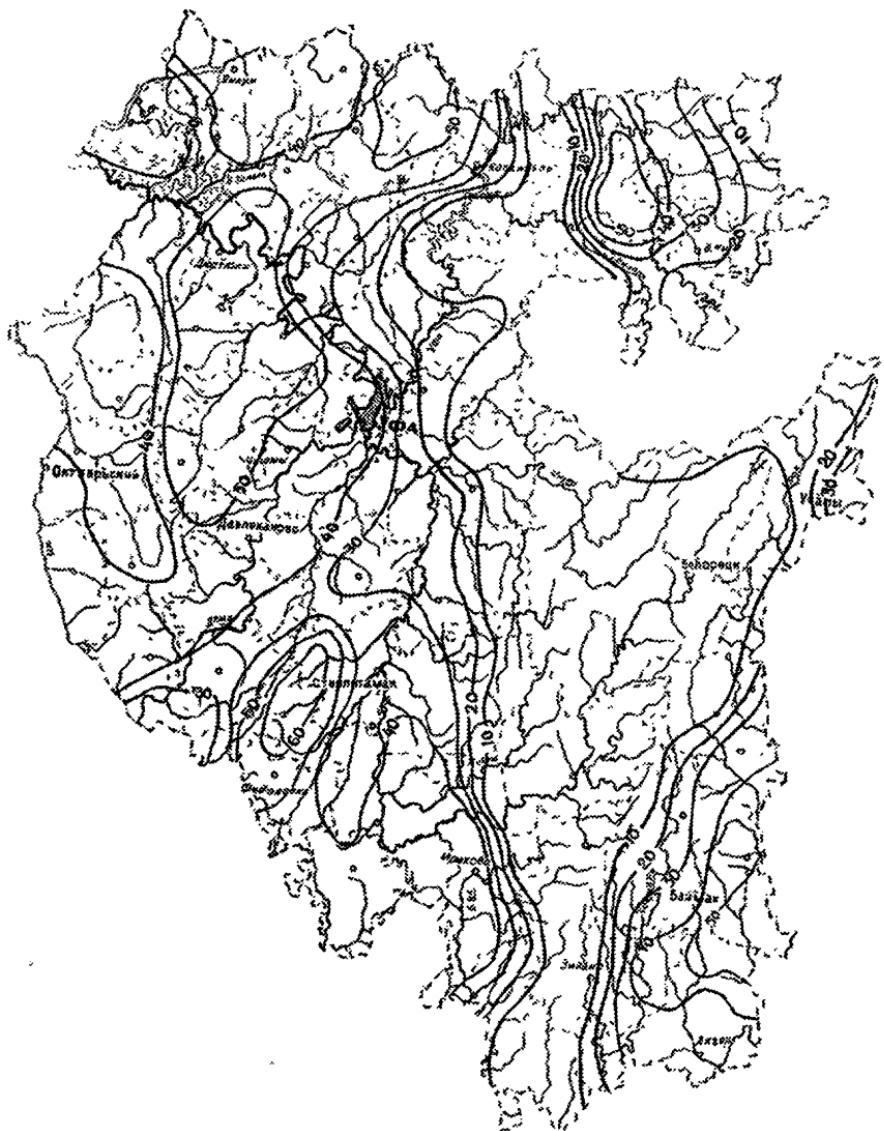


Рис. 9. Картосхема плотности сельского населения  
Республики Башкортостана (чел./км<sup>2</sup>)



**Рис. 10. Картосхема распаханности территории Республики Башкортостан (% от площади района)**

Горы и лесистые плато образуют центральную полосу с пониженной плотностью населения до 10 чел./км<sup>2</sup>; плотность населения на остальных территориях соответствует критерию сильной освоенности.

Районы с наиболее высокой плотностью (сельского) населения находятся в западной части, а в центральной части, в районе г. Уфы, они достигают максимума. В Юрзано-Айском холмисто-грядовом понижении и в Зауралье плотность сельского населения также высока.

Ситуация, которую иллюстрирует картосхема распаханности земель (рис. 10), аналогична картосхеме распределения плотности сельского населения. На этой картосхеме выделяется зона пониженной распаханности также в пределах Средне-низкогорного Южного Урала, его восточных и западных предгорий и лесистых плато, со степенью распаханности до 10% и сильно распаханные, до 50–60% и более, в Западной Башкирии, включая также и Юрзано-Айское понижение и Зауралье.

Изолинии плотности населения в 10 чел./км<sup>2</sup> и 10%-й распаханности почти совпадают.

Разделение территории по общим признакам хозяйственной освоенности и в соответствии с наиболее крупными геоморфологическими структурами можно рассматривать в качестве первого слоя ее дифференциации.

На следующем этапе производится выделение более мелких (частных) геосистем в пределах отмеченных выше трех крупных структур.

Выделение геосистем произведено по топографической карте М 1:500 000. Однако при этом использовались также топографические карты М 1:100 000, М 1:200 000, М 1:1 000 000, карта лесов Башкирии М 1:250 000 [Атлас лесов СССР, 1973]; карты: лесов М 1:2 000 000, ландшафтная М 1: 500 000, геоморфологического районирования М 1:4 000 000 [Атлас Республики Башкортостан, 1992], карта физико-географического районирования М 1:1 500 000 [Физико-географическое.., 1964], карта почвенно-экологических округов [Мукатанов, 1994], геолого-экономическая карта Республики Башкортостан М 1:500 000 [1999], провинции почвенно-растительного районирования Республики Башкортостан [Мукатанови др., 1999].

Всего выделено 14 геосистем [Кашапов, 2006а]. Они показаны на картосхеме (рис. 11).

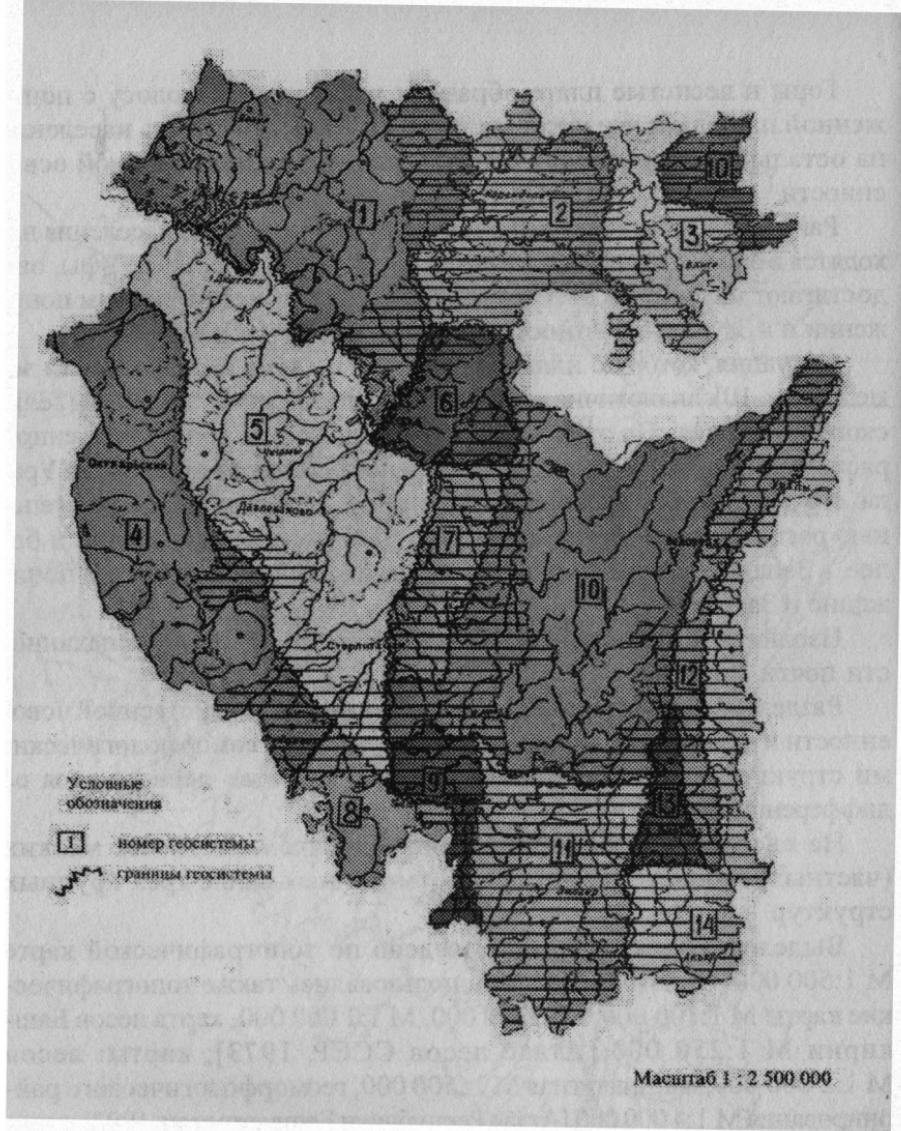


Рис. 11. Геоэкологическое районирование Республики Башкортостан (штриховкой выделены «переходные» районы).

**Геосистемы:** 1 – Тюйско-Бельская; 2 – Уфимская; 3 – Юрзянско-Айская; 4 – Бугульминско-Белебеевская; 5 – Чермасанско-Ашкадарская; 6 – Инзерско-Салдыбашская; 7 – Зилимско-Зиганская; 8 – Общесыртинская; 9 – Нугушско-Иксая; 10 – Южно-Уральская; 11 – Зилаирская; 12 – Крыктытауско-Ирандыкская; 13 – Сакмарская; 14 – Таналыкско-Янгельская

## 4.2. Состояние геосистем

### 4.2.1. Степень нарушенности естественных ландшафтов

Хозяйственная деятельность человека неизменно приводит к большим или меньшим нарушениям естественных ландшафтов.

Согласно имеющимся оценкам, в Башкортостане доля площади экосистем, на которой утрачены коренные экосистемы, составляет 22–36% ([www.biодat.ru](http://www.biодat.ru)). Однако для нас, в соответствии с решаемыми нами задачами, важна не только и не столько общая оценка, сколько характеристики конкретных геосистем, поскольку на значительных площадях, помимо утраченных, имеются в большей или меньшей степени измененные экосистемы, на которых природные процессы также изменены.

Поэтому анализ состояния необходимо начинать с установления степени нарушенности/сохранности конкретных ландшафтов. Это было осуществлено по известной методике – подсчетом процента площадей с ненарушенными и нарушенными хозяйственной деятельностью естественными ландшафтами [Данилов-Данильян и др., 1994]. Подсчеты производились по карте М 1:100 000. При этом была использована сетка прямоугольной системы координат с ячейкой идентификации в 4 км<sup>2</sup> [Кашапов, 2002]. Результаты представлены в табл. 14.

По рассматриваемому показателю (проценту площади измененных ландшафтов) геосистемы разделены на пять групп.

1. Исключительно сильно преобразованные. Степень трансформированности составляет 97–90%. Это – геосистемы Чермасанско-Ашкадарская (97%), Общесыртинская (92%), Бугульминско-Белебеевская (91%), Тюйско-Бельская (90%);

2. Очень сильно преобразованные (87–80%). Сюда относятся геосистемы: Сакмарская (87%), Юрзанско-Айская (85%), Таналыкско-Янгельская (82%), Зилимско-Зиганская (81%), Нугушско-Иksкая (80%);

3. Сильно преобразованные геосистемы: Инзерско-Салдыбашская (59%), Крыктытауско-Ирандыкская (54%);

4. Умеренно преобразованные геосистемы: Уфимская (45%), Зилаирская (35,5%);

5. Относительно слабо преобразованная геосистема Южно-Уральская (25%).

**Соотношение площадей геосистем Республики Башкортостан  
неизмененных и измененных хозяйственной деятельностью**

№ по карто-схеме	Геосистема	Площадь, км <sup>2</sup>	% площади	
			не изме-ненной	изме-ненной
1	Туйско-Бельская	18850	10,0	90,0
2	Уфимская	7675	55,0	45,0
3	Юрзанско-Айская	8165	15,0	85,0
4	Бугульминско-Белебеевская	16370	9,0	91,0
5	Чермасанско-Ашкадарская	24865	3,0	97,0
6	Инзерско-Салдыбашская	4330	41,0	59,0
7	Зилимско-Зиганская	4210	19,0	81,0
8	Общесыртинская	3530	8,0	92,0
9	Нугушско-Иксская	2570	20,0	80,0
10	Южно-Уральская	26510	75,0	25,0
11	Зилаирская	11440	64,5	35,5
12	Крыктытауско-Ирандыкская	5190	46,0	54,0
13	Сакмарская	1950	13,0	87,0
14	Таналыкско-Янгельская	7945	18,0	82,0

#### *4.2.2. Сток углерода в геосистемы*

Антропогенные нарушения естественных ландшафтов приводят к снижению способности ассимилировать атмосферный углерод [Голубев, 2006]. Особенно сильно она нарушается вследствие уничтожения лесной растительности [Горшков, 1980; Данилов-Данильян и др., 1999]. Поскольку по степени преобразованности геосистемы сильно различаются, то и по мощности потока углерода из атмосферы между ними должны быть различия. Основываясь на этом допущении, мы произвели оценку стока в геосистемы. Для этого потребовалось предварительно решить некоторые вопросы методического характера, в частности: обосновать расчеты приведенного стока, позволяющего унифицировать стоки в геосистемы; объемов стоков в условные (потенциальные) ландшафты [Голубев, 2006], аналогичные доиндустриальным (это дало бы возможность вести отсчеты изменений стока вследствие их хозяйственного освоения); необходи-

мо было дать представление об аналоге доиндустриального ландшафта («потенциальном» ландшафте); требовалось также решить вопрос об оценке степени корректности полученных результатов. В основу расчетов взяты данные о структуре земельных угодий в геосистемах (табл. 15).

Расчет стока углерода в геосистемы произвели с использованием показателя годичного связывания углерода в ботанико-географических формациях, определяемого по величине хлорофильного индекса (ХИ) [Мокроносов, 1994, 1999]. От ХИ зависит НПП растительности. Эти расчеты удобны тем, что нет необходимости в статистических материалах об объеме и пространственном распределении отчуждаемой в антропогенный канал продукции растительности, получить которые достаточно сложно и не всегда возможно. Значения годичного связывания углерода даны по [Мокроносов, 1994, 1999].

Цикл расчетов включает вычисление базовых и вспомогательных показателей.

Базовые показатели: сток в геосистему (мы назвали его общий сток); сток в П-ХС (суммарный сток); приведенный сток в геосистему. Они рассчитываются по величине массы углерода, фиксируемого в ботанико-географической формации, как произведение массы годичного связывания углерода на площадь формации.

Для защитных лесонасаждений, древесно-кустарниковой растительности, неиспользуемых земель, которые также вносят некоторый вклад в сток, в цитированных источниках данных о связываемой массе углерода нет. Чтобы учесть и эти группировки, мы первые две условно приравняли к формации лесостепей, а третий отнесли или к лугам, или к степи, в зависимости от географического положения геосистемы. Отметим также, что при расчете процентной доли сохранившейся естественной растительности (табл. 20) были учтены болота, акватории и неиспользуемые земли. Результаты расчетов приведены в табл. 16 и 17.

Геосистемы различаются по площади, интенсивности хозяйственной деятельности и другим характеристикам. Поэтому сравнивать их по общему стоку нельзя. Для этой цели необходим абстрагированный показатель, в частности, приведенный сток. Он представляет частное от деления общего стока в геосистему на ее площадь. Зна-

Таблица 15

## Структура земельных угодий геосистем Республики Башкортостан

№ гео-сис-темы	Геосистема	Площадь геосист. тыс. га	Площадь угодий, тыс. га								
			лес	за-щищн. лесо-насажд.	древес.-кустарн.	пашни	луга, степи	бо-логта	аква-тории	неис-польз. земли	
1	Туйской-Бельская	1885,0	138,05	390,3	11,288	31,233	627,405	553,674	15,34	34,085	13,06
2	Уфимская	767,5	127,48	370,82	—	8,648	6,509	6,748	1,9	12,411	1,425
3	Юрзанско-Айская	816,5	26,14	130,04	0,62	11,522	265,167	277,31	3,822	6,285	6,218
4	Бугульминско-Белебеевская	1637,0	52,68	283,02	6,474	33,812	680,623	465,007	2,636	7,745	37,47
5	Чермасанско-Ашкадарская	2486,5	29,42	268,28	13,912	50,37	1262,499	661,348	10,861	38,079	25,064
6	Инзерско-Салтыбашская	433,0	24,22	202,53	2,943	2,824	66,658	89,307	1,42	4,614	2,726
7	Зильманско-Зиганская	421,0	9,58	123,18	1,151	3,469	110,12	116,992	0,905	3,967	1,391
8	Общесыртинская	353,0	4,56	52,89	1,142	5,914	130,996	136,967	0,922	2,147	4,058
9	Нугушско-Иксая	257,0	1,47	32,42	2,058	2,24	100,699	99,574	0,363	2,083	7,18
10	Южно-Уральская	2651,0	606,65	1407,58	1,845	29,842	22,512	24,329	3,401	15,521	67,37
11	Зиландская	1144,0	152,79	454,5	0,957	21,757	44,283	43,283	0,88	3,888	86,659
12	Крыктытауско-Ирандайская	519,0	53,09	113,29	0,936	5,432	59,572	60,046	4,331	6,669	37,569
13	Самарская	195,0	1,25	5,01	0,294	0,815	51,144	106,415	0,593	0,967	15,261
14	Танатыксо-Янгельская	794,5	—	34,48	1,11	1,913	298,041	361,808	2,396	7,778	64,981

Таблица 16

## Сток углерода в геосистемы Республики Башкортостан, тыс. т

№ гео- си- те- мы	Геосистема	Ботанико-географическая формация							
		хвойные леса	листственные лесосос- пи	луга	степи	болота	аква- тории		
1	Тюйско-Бельская	564,62	1970,86	194,746	1581,188	—	31,783	24,712	2540,99
2	Уфимская	521,39	1872,64	39,608	22,803	—	3,933	8,998	26,361
3	Юрзанско-Айская	106,913	656,702	55,61	791,043	—	7,912	4,557	1073,926
4	Бутульминско-Белебеевская	215,461	1429,251	184,51	1401,911	—	5,457	5,615	2756,523
5	Чермасанско-Ашкадарская	120,328	1486,01	294,412	1915,089	—	22,482	27,607	5113,121
6	Инзерско-Салыбашская	99,06	1022,776	26,413	256,772	—	2,939	3,345	269,965
7	Зилимско-Зиганская	39,182	622,059	21,16	330,289	—	1,873	2,876	445,985
8	Общесыртинская	18,65	266,64	32,316	393,46	—	1,909	1,557	530,534
9	Нугушско-Иксая	6,012	163,721	11,441	297,844	—	0,751	1,51	407,831
10	Южно-Уральская	2154,57	7353,86	145,126	255,84	—	7,04	11,25	91,174
11	Зилайрская	624,91	2295,22	104,03	362,538	—	1,822	2,819	179,346
12	Крынтылауско-Иранильская	217,138	572,114	29,165	272,346	—	8,965	4,935	241,267
13	Сакмарская	5,112	25,3	5,079	—	492,788	1,228	0,708	207,133
14	Таналыкско-Янтельская	—	64,337	13,845	—	1728,536	4,96	5,639	1207,066
	Всего	4693,346	19801,49	1157,169	7881,123	2221,324	103,054	106,031	15091,222

Таблица 17

**Сравнение фактического стока углерода в геосистемах Республики Башкортостан со стоком в условный ландшафт**

№ геосистемы	Геосистема	Ландшафт	Площадь ботанико-географических формаций, тыс. га	Фактический сток, тыс. т	Приведенный сток, т/год	Максимальный сток, тыс. т	Фактический сток в % от максимального
1	Тюйско-Бельская	л/с	1885,0	1783,119	6908,899	3,67	8633,3
2	Уфимская	хв	767,5	504,641	2495,733	3,25	3875,875
3	Юрзанско-Айская	л/с	816,5	727,124	2696,663	3,3	3739,57
4	Бугульминско-Белебеевская	л/с	1637,0	1569,467	5998,728	3,66	7497,46
5	Чермасанско-Ашкадарская	л/с	2486,5	2361,493	8979,049	3,61	11388,17
6	Инзерско-Салтыбашская	л/с	433,0	397,242	1681,27	3,88	1983,14
7	Зилимско-Зиганская	л/с	421,0	370,755	1463,424	3,48	1928,18
8	Общесыртинская	л/с	353,0	339,596	1245,066	3,53	1616,74
9	Нуудуско-Иксая	л/с	257,0	246,287	889,11	3,46	1177,06
10	Южно-Уральская	гп/л	2651,0	2078,24	10018,863	3,78	12141,58
11	Зиландская	гп/л	1144,0	712,037	3570,69	3,12	5239,52
12	Крактытауско-Ирендыкская	гп/лс	519,0	340,935	1345,83	2,59	2377,02
13	Сакмарская	гп/лс	195,0	181,758	737,348	3,78	893,1
14	Таналыкско-Янгельская	ст	794,5	766,687	3024,383	3,81	3217,725
<b>Всего</b>			<b>14360,0</b>	<b>12379,441</b>	<b>51055,0</b>	<b>65708,44</b>	<b>77,7</b>

л/с – лесостепь; хв – хвойно-лесной; гп/л – горный лиственочно-лесной; г/лс – горно-лесостепной; ст – степной.

чения приведенного стока, максимального стока и процентные доли фактического стока показаны в табл. 17.

Для выяснения вопроса о сходстве или различиях приведенного стока в геосистемах, мы сгруппировали их в три географические совокупности с учетом особенностей макрорельефа: низко-среднегорья и плато, предгорий, равнин и возвышенностей (табл. 18). Как видно из результатов расчетов доверительных границ совокупностей (расчеты произведены вручную по [Плохинский, 1970], т.к. по причине недостаточно длинного ряда значений для выборки «предгорья», программа расчеты не выполнила), доверительные интервалы перекрываются:  $M_1 = 3,87 - 2,50$ ;  $M_2 = 3,86 - 3,36$ ;  $M_3 = 3,77 - 3,47$ .

Таблица 18

**Группы геосистем Республики Башкортостан, выделенные с учетом макрорельефа**

№ геосистемы	Геосистема	Приведенный сток, тС/га/год
2	<b>Низко-, среднегорья и плато</b>	
10	Уфимская	3,25
11	Южно-Уральская	3,78
12	Зилаирская	3,12
	Крыктытауско-Ирандыкская	2,59
	<b>Предгорий</b>	
6	Инзерско-Салдыбашская	3,88
7	Зилимско-Зиганская	3,48
9	Нугушско-Иксская	3,46
	<b>Равнин и возвышенностей</b>	
1	Тойско-Бельская	3,67
3	Юрюзанско-Айская	3,3
4	Бугульминско-Белебеевская	3,66
5	Чермасанско-Ашкадарская	3,61
8	Общесыртинская	3,53
13	Сакмарская	3,8
14	Таналыкско-Янгельская.	3,81

Итак, по приведенному стоку совокупности геосистем оказались однородными.

Аналогичным способом геосистемы были проверены также на наличие или отсутствие сходства по годичному связыванию углерода лесной растительностью по данным, приведенным в табл. 19.

Таблица 19

**Годичное связывание углерода лесной растительностью  
в пределах Республики Башкортостан**

№ геосистемы	Геосистема	Площадь лесов, тыс. га	Суммарный сток углерода в леса, тыс. т	Годичное связывание углерода, т/га
2	<b>Низко-, среднегорья и плато</b>			
10	Уфимская	616,5	2959,21	4,8
11	Южно-Уральская	2014,23	9589,48	4,76
12	Зилаирская	607,29	2920,13	4,84
	Крыктытауско-Ирандыкская	166,38	789,25	4,74
6	<b>Предгорий</b>			
7	Инзерско-Салдыбашская	226,75	1121,84	4,95
9	Зилимско-Зиганская	132,76	285,74	4,97
	Нугушско-Иксская	33,89	169,73	5,0
1	<b>Равнин и возвышенностей</b>			
3	Тюйско-Бельская	528,35	2523,48	4,8
4	Юрюзанско-Айская	156,18	763,61	4,89
5	Бугульминско-Белебеевская	335,7	1644,49	4,9
8	Чермасанско-Ашкадарская	297,7	1475,14	4,96
13	Общесыртинская	57,45	285,74	4,97
14	Сакмарская	6,26	30,41	4,86
	Таналыкско-Янгельская.	34,48	174,12	5,05

Как следует из таблицы, сток в лесные сообщества варьирует еще меньше, чем сток в геосистемы: значения годичного связывания углерода не выходят за пределы узкого диапазона от 4,74 до 5,05 т/га/год, доверительные интервалы также перекрываются.

Таким образом, в пределах Башкортостана влияние географических различий на приведенный сток и годичное связывание углерода лесами в пределах доступной нам точности расчетов не установлено; проявляются тренды их повышения в направлении от горных геосистем к равнинным [Кашапов, Кулагин, 2008].

Можно предположить, что сток углерода в геосистемы зависит от соотношения двух группировок сообществ – естественной и культурной растительности, сменившей естественную растительность.

С целью выявления тесноты связи с этими факторами по данным табл. 17 и 18 рассчитаны коэффициенты корреляции пар: приведенный

сток – доля (в %) естественной растительности и приведенный сток – доля (в %) культурной растительности. Сток положительно коррелирует с этими факторами, однако связи недостоверны:  $r_1 = 0,30^0$ ,  $n_1 = 14$ ,  $n_{st} = 43 - 73 - 117$ ; и  $r_2 = 0,35^0$ ,  $n_2 = 14$ ,  $-n_{st} = 32 - 53 - 85$  соответственно.

Такой параметр П-ХС, как суммарный сток углерода недостаточно информативен, в частности для осуществления сравнительных оценок, например, в качестве показателя каких-то специфических особенностей геосистемы или П-ХС в целом. Однако он весьма удобен для оценки изменений, произошедших в них в результате деятельности человека. Обобщенным показателем глубины преобразований, произведенных человеком в природной среде, является изменение стока углерода [Горшков, 1980]. Сравнив современный сток с его величиной в доиндустриальный период, можно получить количественную картину последствий влияния человека.

Сток в П-ХС (суммарный сток) можно найти двумя способами: по полной НПП растительности и по годичному связыванию углерода в ботанико-географических формациях. Большое значение имеет при этом корректность использованной методики расчетов.

На территории П-ХС Республики Башкортостан неизмененных ландшафтов сейчас практически не осталось, определить массу доиндустриального стока углерода (мы назвали его репером) экспериментальным путем невозможно, это можно сделать лишь косвенно. В качестве репера, для сравнения, был взят сток в условно неизмененный («потенциальный») ландшафт [Голубев, 2006], т.е. такой, вся площадь которого была бы занята сообществами одной ботанико-географической формации (степь, лесостепь, лиственный лес и т.д.), а пашни, пустоши отсутствовали.

Условно неизмененный ландшафт (аналогичный, по нашему мнению, доиндустриальному), который сменила современная геосистема, определяем следующим образом. Установив место геосистемы в схеме физико-географического районирования Республики Башкортостан [Физико-географическое..., 1964] и, как сказано выше, допустив, что до освоения здесь господствовала формация того физико-географического подразделения, к которому она (геосистема) относится, по величине годичного связывания углерода [Мокроносов, 1994, 1999] рассчитали сток, который и приняли в качестве репера (максимального стока).

Рассмотрим это на примере. Тюйско-Бельская геосистема площадью в 1885 тыс. га относится к подзоне северной лесостепи [Физико-географическое ..., 1964]. Годичное связывание углерода в сообществах лесостепи составляет 4,58 т/га/год. Допустив, что до хозяйственного освоения территории вся площадь представляла лесостепь, вычислили предполагаемую величину максимального стока:  $188500 \text{ га} \times 4,58 \text{ т/га/год} = 8633,3 \times 10^3 \text{ т С}$  (табл. 16). Из этого следует, что современный (фактический) сток 6909 тыс. т составляет 80,03% максимального. Геосистемы гор и плато при этом приравняли к тем равнинным, аналогами которых они являются.

Приняв величину репера за 100%, нашли процентную долю от него современного (фактического) стока для каждой геосистемы. Стоки в исходные (максимальный сток) и современные ландшафты, их процентные доли приведены в табл. 17.

Предполагается, что основные условия, от которых зависит интенсивность потока углерода в геосистему – степень трансформированности ландшафтов и сохранившаяся естественная растительность.

Разумеется, сток зависит и от других факторов: химического загрязнения почв, вод, атмосферы и растительности, снижающего биологическую продуктивность. Но поскольку этот аспект проблемы сейчас вообще еще не изучен, оценить его невозможно, и поэтому мы не рассматриваем.

Приведенный сток близок по значению к средней арифметической величине годичного связывания углерода в ботанико-географических формациях геосистемы, но не равен ей. Из этого следует, что чем больше в геосистеме площадей, не производящих биологической продукции, тем меньше абсолютный сток и, соответственно, его приведенное значение. Как видно из табл. 18, различия между геосистемами по этому показателю невелики. Наибольшее значение – 3,88 т/га/год (Инзерско-Салдыбашская геосистема), отличается от наименьшего – 2,59 т/га/год (Крыктытауско-Ирандыкская геосистема) всего в 1,7 раз.

Ранее было установлено, что хозяйственное освоение территории Башкортостана привело к уменьшению стока углерода. Но это общая картина, между геосистемами, безусловно, существуют различия, и снижение стока не могло быть ни равномерным, ни пропорциональным уже хотя бы потому, что исходные (не нарушенные) ландшафты не были одинаковыми и главное – они сильно различаются по уровню трансформации (табл. 14).

Геосистемы реагировали на антропогенное вмешательство однотипно – снижением стока. Однако отклик каждой из них был индивидуальным (табл. 17).

Наибольшее отклонение от максимального стока (56,62% в Крыктыауско-Ирандыкской геосистеме) отличается от наименьшего (94,0% в Таналыкско-Янгельской геосистеме) в 1,7 раза.

Интересно, что сток углерода в степную Таналыкско-Янгельскую геосистему сократился ненамного, примерно на 4%. Это можно объяснить тем, что степная растительность и растительность пашен по массе связываемого углерода довольно близки [Мокроносов, 1994, 1999]. Следовательно, замена на 298,041 тыс. га, или 37,5%, площади степей пашней практически не отразилась на массе стока. Причина наблюдаемого небольшого снижения, видимо, заключается в том, что в результате хозяйственного освоения здесь на 3,5% сократилась площадь, производящая биологическую продукцию, перешла в категорию пустоши.

Замена степной растительности посевами сельскохозяйственных культур практически не влияет на мощность потока углерода. Другое дело, что этот углерод не депонируется в геосистеме и большей частью выносится за ее пределы. Более того, она (степная геосистема) теряет ранее накопленные запасы этого элемента [Заварзин, 1993].

Максимальное снижение (на 43%) произошло в Крыктыауско-Ирандыкской геосистеме и около 39% – в Зилаирской геосистеме. Возможно, это произошло потому, что на этих территориях в результате деятельности человека значительно снизилась лесистость [Кашапов, 1996]. Возможно, также повлияли какие-то иные факторы. Утраченная при этом часть стока углерода оказалась достаточно большой и уже не могла быть восстановлена.

Снижение стока в остальных геосистемах заключается между отмеченными крайними значениями.

Средняя арифметическая всей совокупности – 77,7%, т.е. суммарный сток сократился по сравнению с доиндустриальным (с репером) почти на одну четвертую часть. Это значение не очень сильно отличается от величины найденной ранее другим способом и равной 80–82%.

Суммарный сток углерода в П-ХС Республики Башкортостан был рассчитан двумя независимыми способами: пересчетом на углерод массы полной нетто-первичной продукции растительности Гослесфон-

Таблица 20

**Количественные значения зависимости фактического стока углерода от условий стока  
в геосистемах Республики Башкортостан**

№ гео- сис- темы	Геосистема	Доля фактического стока от макси- мальн., % (по т. 8 (40))	Трансформирован- ность ландшафта, % (по т. 5 (36))	Сохранность есте- ственной расти- тельности, % (по т. 6 (37))	Раслаханность, % (по т. 6 (37))
1	Тюлько-Бельская	80,03	90,0	62,97	33,3
2	Уфимская	64,39	45,0	69,0	0,85
3	Юрзанско-Айская	72,11	85,0	56,68	32,5
4	Бугульминско-Белебеевская	80,01	91,0	54,3	41,6
5	Чермасанско-Ашкадарская	78,85	97,0	45,18	50,8
6	Инзерско-Салтыбашская	84,78	59,0	76,35	15,4
7	Зилимско-Зиганская	75,9	81,0	61,91	26,2
8	Общесыртинская	77,01	92,0	59,09	37,1
9	Нугупско-Иксая	75,54	80,0	56,65	39,2
10	Южно-Уральская	82,52	25,0	80,19	0,86
11	Зилайская	62,5	35,5	66,36	3,9
12	Крыктытауско-Ирандыкская	56,62	54,0	54,21	11,5
13	Сакмарская	82,56	87,0	66,98	26,21
14	Таналыкско-Янгельская	94,0	82,0	56,98	37,5

да (ГЛФ) и сельхозугодий (пашенной растительности, кормовых угодий) и по годичному связыванию углерода в сообществах тех же двух основных групп ботанико-географических формаций (ГЛФ и сельхозугодий). Сток, найденный первым способом, составляет  $35642 \times 10^3$  т С/год углерода, вычисленный вторым –  $49929 \times 10^3$  т С/год. Данные для сравнения приведены (табл. 21).

Основные условия, которые могут влиять на сток в геосистему – это степень трансформированности ландшафтов, площадь всех типов растительности (т.е. естественной и культурной), степень распаханности.

С целью выявления прочности связи фактического стока с перечисленными условиями по данным табл. 20 были рассчитаны попарно его корреляции. Согласно полученным результатам, корреляции с распаханностью территории составили:  $r_1 = 0,47^0$ ,  $n = 14$ ,  $n_{st} = 18 - 19 - 45$ , с показателем преобразованности ландшафтов –  $r_2 = 0,40^0$ ,  $n = 14$ ,  $n_{st} = 24 - 40 - 64$ , связь с почвой (не пашенной) растительностью –  $r_3 = 0,22^0$ ,  $n = 14$ ,  $n_{st} = 80 - 136 - 211$ . Таким образом, все рассмотренные связи оказались недостоверными. Возможно, в преобразованных человеком ландшафтах сток углерода определяется всей совокупностью условий как учтенных нами, так и неучтенных, а не отдельными из них.

Графики, построенные по данным табл. 20, иллюстрируют связь фактического стока с факторами, оказывающими на него влияние (рис. 12, А, Б, В). Как видно из графиков, ни одно из рассмотренных условий не может быть названо основным, определяющим сток.

Вывод, который можно сформулировать на основе полученных результатов, сводится к тому, что в геосистемах сток углерода не совсем соответствует простой и, казалось бы, логичной схеме: ниже степень трансформированности ландшафтов – интенсивнее сток, и наоборот.

Выше по результатам учета полной НПП растительности на основе статистических материалов о ее доле, отчуждаемой в антропогенный канал, было установлено, что в природно-хозяйственной системе фиксируется порядка  $35642 \times 10^3$  т/год углерода.

В результате расчетов по показателю годичного связывания в ботанико-географических формациях (назовем его для краткости вторым способом в отличие от первого, основанного на исчислении полной НПП) масса стока углерода составила  $49929 \times 10^3$  т/год, т.е. расхождение результатов составило 28–29% (табл. 21).

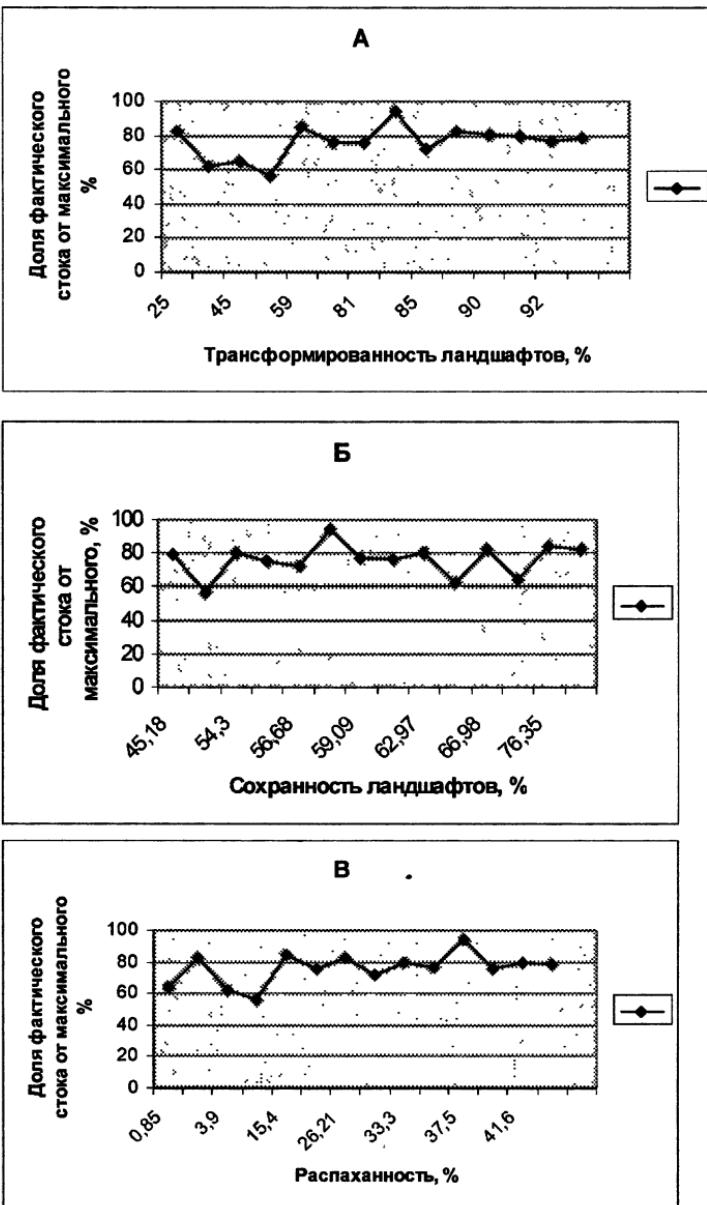


Рис. 12. Зависимость фактического стока углерода в Республике Башкортостан от условий, его определяющих

Таблица 21

**Сравнение результатов расчетов стока углерода в П-ХС  
Республики Башкортостан, полученных двумя способами**

	Сток углерода: рассчитан по годичному приросту НПП и по величине массы, отчуждаемой с сельхозугодий, $10^3$ т С/год:	Сток углерода: расчетан на основе годичного связывания углерода в различных ботанико-географических группировках, $10^3$ т С/год	Несовпадение результатов, %
Растительность ГЛФ	23395 [по: Родин, Базилевич, 1965]	24494	4,5–5,4
Сельхозугодья	10169 (по величине снимаемого урожая)	25194	48–49
Всего	35642	49488	28–29

Как видно, результаты расчетов по годичному связыванию углерода и для ГЛФ, и для сельхозугодий оказались выше, но разница для лесной растительности небольшая, ею можно пренебречь. Поскольку в данном случае два независимых метода расчетов, выполненные на основе принципиально разных исходных материалов, дали довольно близкие результаты, мы имеем достаточное основание для утверждения, что они (методы расчетов) корректны.

Поэтому мы допускаем, что разница в величине стока в 2,5 раза, полученная для сельхозугодий, не есть следствие некорректности или неточности использованных методов. Причина такой большой разницы обусловлена особенностью использованных исходных данных, которые представляют величину продукции, снимаемой с сельхозугодий республики. Известно, что по целому ряду причин продуктивность сельского хозяйства страны, включая и Республику Башкортостан, низка, значительно ниже потенциальных возможностей угодий, что и отражают, по нашему мнению, полученные результаты [Кашапов, 2007в].

С этой точки зрения для сельхозугодий сток, рассчитанный по величине годичного связывания углерода, нужно рассматривать как потенциальный, а вычисленный по массе реально снимаемой продукции – фактический. В случае с лесной растительностью они почти совпадают.

#### **4.2.3. Оценка нагрузки сельскохозяйственного производства на геосистемы**

Помимо рассмотренных выше характеристик: степени нарушенности ландшафтов и ее следствия – изменения стока углерода, имеется еще ряд критериев, позволяющих более детально характеризовать геосистемы.

Для их нахождения требуется довольно большой перечень репрезентативного исходного материала: о потреблении нетто-первичной продукции, количестве использованных традиционных и коммерческих видов топлив, структуре землепользования, пространственном распределении сельскохозяйственных угодий, численности населения, численности и пространственном распределении поголовья скота. Обязательно необходимы топографические карты (по возможности крупного масштаба).

Если административные районы, входящие в данную геосистему, расположены на однородной территории, которую не пересекает ни одна естественная граница, перечисленных материалов в общем достаточно. Если же район расположен в зоне контакта территорий, различающихся по мега- или макрорельефу и соответственно один или несколько естественных рубежей делят ее на части, заметно различающиеся по природным условиям, то эти материалы уже не могут быть экстраполированы на всю площадь. Ведь части района (микрорегиона) в данном случае обязательно будут различаться не только по ландшафтным условиям, но и по экономическим характеристикам. Это порождает проблему его дифференциации и по степени антропогенных воздействий. И тогда характеристику геосистем необходимо начинать с осуществления довольно сложной процедуры раздельной характеристики частей. На территории Башкортостана насчитывается 18 таких районов ранга микрорайона [Кашапов, 2009, 2012].

Для дифференциации необходимы сведения, характеризующие низшие единицы, мы назвали их нанорегионами. Это административные и хозяйствственные единицы, причем с обязательной их географической привязкой, т.е. указанием положения на территории района. Такие материалы можно получить в результате полевых обследований, совершая экспедиционные выезды непосредственно на места, или же по статистическим отчетам (что предпочтительнее, т.к. они

охватывают всю территорию, а экспедиционными обследованиями сделать это крайне сложно), имеющимся в районных органах – отделениях Госкомитета по статистике и Госкомитета по землеустройству и земельным ресурсам.

Всеобщая коммерциализация, с одной стороны, и сложности с финансированием научных исследований – с другой, сильно ограничили возможности получения данных из тех и других источников. К тому же некоторые сведения ведомствами отнесены к разряду конфиденциальных, что также затрудняет работу.

Имеется еще одна сложность. В течение 90-х годов прошлого столетия в стране произошел целый ряд преобразований. Их суть заключается в изменении названий и границ некоторых сельских советов, иногда – изменения в составе населенных пунктов, входящих в сельсовет. Этот процесс отчасти продолжается и сейчас. В хозяйственных структурах, нанорегионах эти процессы были особенно широкими: дробление бывших колхозов и совхозов на более мелкие структуры, перекомбинации их частей, очень часто (особенно в горных районах) распад колхозов и совхозов, изменение названий, выделение крестьянских (фермерских) хозяйств, исчезновение некоторых из них и т.д. Все это также создает дополнительные и весьма существенные трудности, поскольку новых картографических материалов нет, а старые не совсем соответствуют новой сетке границ – их просто не успевают обновлять.

Самая большая сложность, вытекающая из сказанного выше – невозможность получения необходимого материала в едином пространственно-временном ключе.

Это касается в первую очередь данных, характеризующих поголовье скота, т.к. по причине достаточно заметных колебаний общего поголовья по годам, его структуры, распределения по формам собственности материал устаревает и становится плохо сравниваемым. Поэтому остро стоит проблема по возможности более оперативного его сбора, что сильно тормозят перечисленные выше препятствия.

В нашем распоряжении необходимые материалы (перечни населенных пунктов, входящих в сельские администрации, численность жителей в них, распределение сельхозугодий – пашен, естественных кормовых угодий по всем формам хозяйств, структура поголовья скота – численность, распределение по формам собственности, хозяй-

ствам) в полном объеме имеются для 11 районов; для 7 районов имеется большинство необходимых данных, за исключением сведений о внутрирайонном распределении животных. Материалы, характеризующие численность населения и его распределение, имеются для всех 54 районов республики.

Представлены следующие фактические материалы:

- сведения о структуре распределения земельного фонда по данным Госкомитета по землеустройству и земельным ресурсам Республики Башкортостан за 2005 год;
- сведения об административно-территориальных единицах – сельских районах, сельских администрациях (сельских советах), поселках, их локализации, населенных пунктах в их составе, численности населения в них (приложение 7);
- материалы о локализации хозяйств (нанорегионов), структуре их земель для районов, занимающих переходные положение (т.е. расположенных частично на равнине, частью в горах, плато или возвышенности) – по данным ГУП «Башземоценка»;
- данные Башкортостанстата об общем поголовье скота для всех районов и нагрузке на сельхозугодья (приложение 8);
- сведения о наличии поголовья скота в общественных (ЗАО, МУП, ООО, СПК и т.д.) и личных хозяйствах граждан для 11 переходных районов – по данным Башкортостанстата.

Отсутствуют статистические данные о биопотреблении (количестве отчуждаемой нетто-первойной продукции) и энергопотреблении (количестве используемых традиционного и коммерческих видов топлив) в микрорегионах и нанорегионах. Имеются только общие (для всей республики) материалы.

Объем использованных материалов характеризует приложение 9.

Как уже было сказано, ни для городов, ни для районов получить сведения о потреблении нетто-первойной продукции и количестве использованных видов топлив не удалось. Поэтому мощности биопотребления и энергопотребления рассчитаны по вычисленным нами ранее среднедушевым для Башкортостана значениям: умножением данных биопотребления и энергопотребления на численность жителей в городе, районе или его части [Кашапов, 2005].

Значительно сложнее вычислить нагрузку домашних животных на территорию в разных частях переходных районов, для

которых сведения о внутрирайонном распределении животных отсутствуют. Это Белокатайский, Дуванский, Салаватский, Зианчуринский, Благовещенский, Караидельский, Аскинский районы. Мы нашли их теоретические значения восстановлением пропущенных данных по среднему значению с использованием пакета прикладных программ AtteStat. Восстановлены пропущенные значения относительного поголовья крупного рогатого скота в расчете на одного человека (для горных местностей) и на 1га пашни на равнинных территориях.

#### ***4.2.4. Отбор и оценка факторов, влияющих на величину поголовья скота***

Независимо от принадлежности животных к формам собственности на его численность может влиять следующий ряд объективных факторов: площадь района, площадь сельхозугодий, площадь пашни, площадь естественных кормовых угодий – ЕКУ (площади пашни и ЕКУ связаны обратной зависимостью), численность населения, природные условия, формы собственности, к которым относится поголовье.

Могут влиять еще и другие объективные и субъективные факторы. Однако перечисленные выше, как нам представляется, имеют приоритетное значение, и мы в своих расчетах учитывали именно их.

В целях количественной оценки вкладов факторов по схеме однофакторного дисперсионного анализа произведены расчеты для генеральной совокупности, т.е. для всех районов Башкортостана. Результаты приведены в табл. 22.

Таблица 22

**Результаты однофакторного дисперсионного анализа влияния факторов на поголовье домашнего скота в Республике Башкортостан**

Фактор	Площадь пашни	Численность сельского населения	Площадь с/х угодий	Площадь ЕКУ	Площадь района
$\hat{\gamma}_x^2$	0,45***	0,33***	0,29***	0,10 <sup>0</sup>	0,08 <sup>0</sup>

\*\*\* – влияние фактора достоверно в высшей степени.

<sup>0</sup> – влияние фактора не установлено.

Первые три фактора, достоверность влияния которых на численность поголовья домашнего скота доказана, в дальнейшем могут рассматриваться в качестве ведущих и использоваться при расчетах. Они, очевидно, сильно зависят от природных условий, которые в свою очередь определяются особенностями рельефа конкретной территории.

Известно также, что в связи с процессами, протекающими в современном сельском хозяйстве Российской Федерации, происходят изменения в его структуре, в частности, перегруппировка поголовья скота между двумя полярными формами собственности – общественной и частной.

#### *4.2.5. Изучение закономерностей распределения поголовья скота*

Чтобы выявить различия в распределении поголовья в частном и общественном животноводстве в зависимости от природных условий, т.е. в горных и равнинных территориях, мы составили схему его распределения (табл. 23).

Как видно, в распределении скота в соответствии с учтенными условиями различия имеются и довольно существенные.

В частности, в изученной совокупности районов две трети поголовья сосредоточено у населения и только одна треть принадлежит общественным формам хозяйств.

Кроме того, в горных районах скота в общественных хозяйствах вообще не имеется. В личных подсобных хозяйствах граждан в горных и предгорных районах скота значительно больше, чем на равнинах (47,96 и 18,97% соответственно).

#### *4.2.6. Выявление ведущих факторов, влияющих на распределение поголовья скота в зависимости от геоморфологических условий*

Поголовье скота в горных местностях (включая и предгорья) в основном принадлежит частному сектору. Поэтому мы рассчитали корреляцию с численностью населения. Помимо численности населения может иметь значение площадь кормовых угодий. И действительно, выявлены сильные связи между поголовьем скота и отме-

Таблица 23

**Распределение поголовья скота в Республике Башкортостан, относящегося к разным формам собственности, в переходных районах в зависимости от геоморфологических условий**

№ п/п	Район	Вличных подсобных хозяйствах				В общественном секторе (ЗАО, МУП, ООО и т.д.)			
		западные предгорья	горы восточных предгорья	равнинна	западные предгорья	горы	восточные предгорья	равнинна	
1	Учалинский	—	573	27281	4617	—	—	8712	7423
2	Абзелиловский	—	1507	27414	7971	—	—	190	13950
3	Баймакский	—	475	—	—	—	—	—	—
		—	2077	9614	5879	—	—	1914	—
		—	—	24440	—	—	—	20438	8521
4	Хайбуллинский	—	3348	—	27418	—	—	—	1992
5	Зилайрский	—	11193	—	8446	—	—	—	3181
6	Кугарчинский	9857	216	—	9008	8159	—	—	4111
			556	—	—	—	—	—	—
7	Медеузовский	8350	1301	—	9835	6420	—	—	12730
8	Ишимбайский	24336	1802	—	—	7494	—	—	—
9	Гафурийский	21119	889	—	—	5559	—	—	—
10	Архангельский	12315	1361	—	6107	5603	—	—	532
11	Нуримановский	8836	1581	—	—	3261	—	—	—
Итого		84813	26879	88749	79281	36496	0	31254	70440
Всего в разных типах хо- зяйств		20,29	6,43	21,24	18,97	8,73	0	7,48	16,86
			279722	66,93			138190	33,07	
В горных и предгорных хозяйствах		20041	47,96	79281	18,97	67750	16,21	70440	16,86
Всего					417912				
					100,0				

*Примечание. В числителе указано поголовье в условных головах КРС, в знаменателе – проценты.*

ченными двумя факторами. Корреляции поголовья с площадью ЕКУ ( $r_1^{***} = 0,63$ ,  $n_1 = 22$ ,  $n_{st} = 10-15-23$ ) и числом жителей ( $r_2^{***} = 0,93$ ,  $n_2 = 22$ ,  $n_{st} = 5-6-8$ ) оказались и достоверными в высшей степени, а связь с численностью населения близка к функциональной (рис. 13).

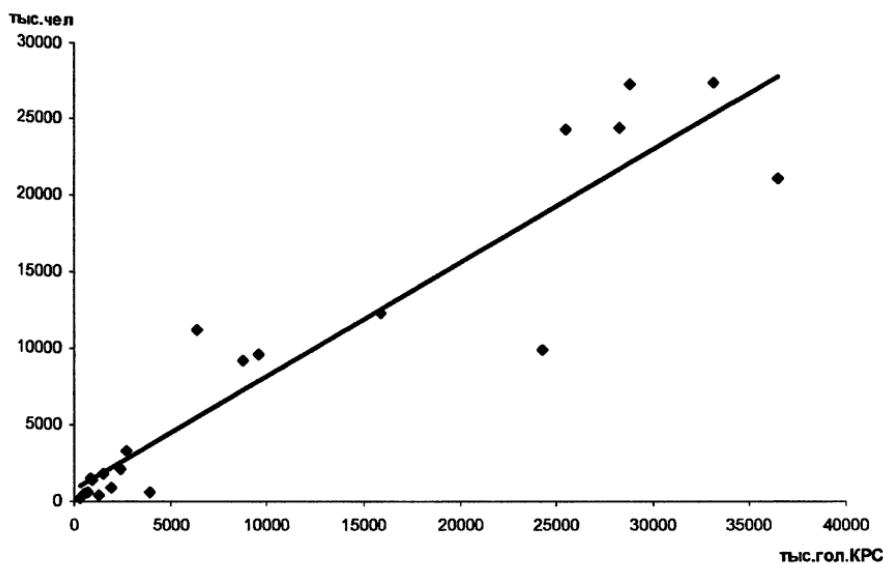


Рис. 13. Связь поголовья скота с численностью населения в горных районах Республики Башкортостан

В горной местности численность населения в большей степени определяет поголовье скота, чем площадь ЕКУ. Мы объясняем это тем, что в условиях Республики Башкортостан горные леса широко используются в качестве кормовой базы для животноводства. В частности, только в Горно-лесной зоне республики обеспеченность животноводства сеном составляет 100%, во всех остальных намного ниже [Концепция охраны окружающей ..., 1993].

В расчетах для равнинных территорий из трех факторов, достоверно влияющих на величину поголовья скота – площадь пашни, численность сельского населения и площадь сельскохозяйственных угодий (табл. 23) – второй отбрасываем на том основании, что в равнинных местностях в общественном секторе он заметной роли играть не

может, т.к. для ухода за животными, сконцентрированными в одном месте, большого количества людей не требуется.

Чтобы оценить вклады двух оставшихся факторов, были рассчитаны коэффициенты корреляции численности животных ( $N_{ж}$ ) с площадью пашни ( $S_p$ ) и площадью сельхозугодий ( $S_{сух}$ ).

Коэффициент корреляции с площадью пашни ( $r_1 = 0.88^{***}$ ,  $n_1 = 11$ ,  $n_{st} = 5 - 7 - 9$ ) (рис. 14) несколько выше, чем корреляция с площадью сельхозугодий.

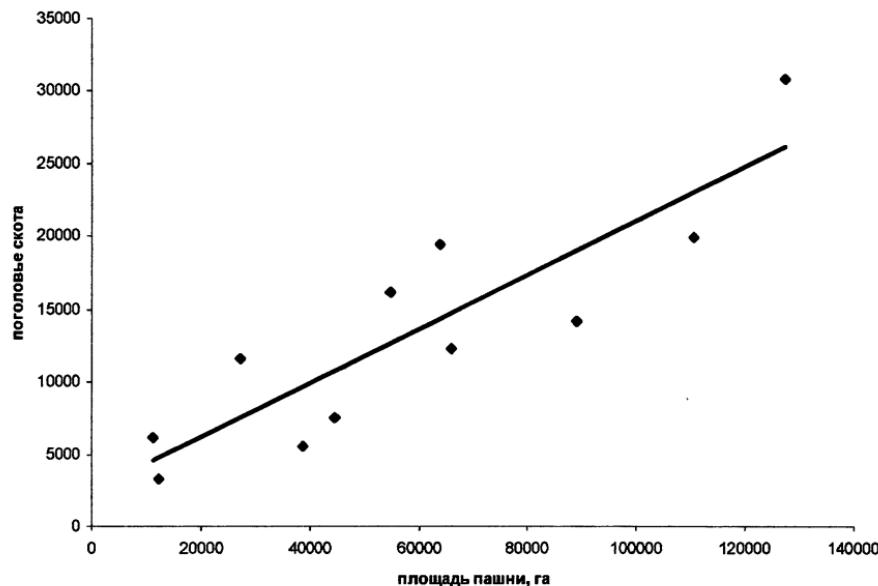


Рис. 14. Связь поголовья скота с площадью пашни в общественном секторе в равнинных частях горных районов Республики Башкортостан

Связь поголовья скота с площадью сельхозугодий тоже оказалась сильной и достоверной в высшей степени ( $r_2 = 0.86^{***}$ ,  $n_2 = 11$ ,  $n_{st} = 5 - 7 - 10$ ). Сельхозугодья включают два компонента – пашни и естественные кормовые угодья, влияние которых на поголовье может быть разным. С целью определить «вклад» только кормовых угодий рассчитали также отдельно корреляцию с площадью ЕКУ, она оказалась недостоверной ( $r_3 = 0.41^0$ ;  $n_3 = 11$ ,  $n_{st} = 23 - 38 - 60$ ). Следовательно, на равнинных участках переходных районов определяющее значение оказывает только один фактор – площадь пашни.

Восстановленные значения относительного поголовья КРС (в гол./чел. и гол./га пашни) были использованы для нахождения недостающих данных о поголовье в горных и равнинных частях переходных районов. Рассчитанные значения приведены в табл. 24, 25.

Таблица 24

**Расчет поголовья скота в горных местностях переходных районов Республики Башкортостан с использованием восстановленных по среднему относительному поголовью 1,0648 гол./чел.**

№ п/п	Район	Население, чел.	Расчетное поголовье
1	Благовещенский	3054	3252
2	Караидельский	9140	9732
3	Аскинский	1695	1805
4	Дуванский	2471	2631
5	Салаватский	1135	1209
6	Белокатайский	5278	5620
7	Зианчуринский: Нугуш-Иксский Зилаирского плато	19810 12575	21094 13390

Таблица 25

**Расчет общего поголовья скота в равнинных местностях переходных районов Республики Башкортостан с использованием восстановленных по среднему относительному поголовью 0,5113 гол./га**

№ п/п	Район	Площадь пашни, га	Расчетное поголовье
1	Белокатайский	48988	25048
2	Дуванский	79956	40882
3	Салаватский	35099	17946
4	Караидельский	51509	26336
5	Благовещенский	47293	24181
6	Аскинский	27918	14274

*Примечание.* В Зианчуринском районе равнинные местности занимают небольшую площадь и потому в расчеты не включены.

Рассчитанные значения поголовья (табл. 24–25) использованы при оценке антропогенного давления на окружающую среду геосистемы (табл. 26, приложение 8).

### **4.3. Обобщающие таблицы количественных характеристик геосистем**

На основе информации, сосредоточенной в табл. 13, приложениях 6, 7, даны детальные характеристики геосистем (приложение 10), использованные при составлении обобщающей табл. 26. Характеристика экологической инфраструктуры [Егоренков, Кочуров, 2005] геосистем приведена в табл. 27. Информация, заключенная в этих таблицах, использована ниже при описании геосистем.

В пределах некоторых геосистем имеются также города. Общее представление об их воздействиях на окружающую среду дает табл. 28. Данные этой таблицы также использованы при описании геосистем. Однако необходимо отметить, что это сделано по чисто формальному признаку – местонахождению города в той или иной геосистеме. Влияние городов и промышленных центров на окружающую среду распространяется в соответствии с естественными законами переноса выбросов в атмосфере и сбросов в водоемах и в зависимости от стечения факторов и мощности источников может иметь масштабы от регионального до глобального [Израэль, 1979; Стурман, 1995].

На основе информации, содержащейся в табл. 26, 27, 28, дано описание геосистем и по результатам их обобщения охарактеризовано состояние окружающей среды П-ХС Республики Башкортостан.

### **4.4. Типизация геосистем на основе сходства показателей их состояния**

Регионы Республики Башкортостан сильно различаются по уровню экономического развития. По этой причине они неоднородны и по перечню экологических проблем, их остроте и соответственно вкладу в определение общего состояния П-ХС Республики Башкортостан. В связи с этим на основе данных табл. 17, 18, 26, 27, 28 произвели оценку экологического состояния геосистем.

В качестве критериев характеристики использовано 19 показателей (табл. 28). Первые 10 из них даны в количественном выражении, остальные оценены качественно, методом экспертных оценок. В настоящее время не представляется возможным дать количественную

оценку такого фундаментального показателя, как баланс углерода в пределах каждой геосистемы, поскольку не имеется необходимых для этого фактических данных, точнее, имеются данные о стоке, но нет достаточно достоверных материалов для характеристики эмиссии углерода. Поэтому он также рассматривается на качественном уровне.

Первые два критерия в табл. 29 – доля пашни и залесенность, в исследованиях используются как показатели, демонстрирующие степень освоенности/сохранности ландшафтов. Помимо них мы использовали также показатель трансформированности. Это есть несколько более сложный критерий. Он учитывает не просто наличие лесных, степных и иных площадей, но также наличие или отсутствие объектов инфраструктуры [Данилов-Данильян и др., 1994]. Например, если территорию естественного ландшафта пересекает трубопровод, высоковольтная линия или там имеются нефтепромыслы и т.д., то он уже не может считаться не измененным.

Отношение площади лесов к пашне тоже используется достаточно часто. Однако этот показатель, по нашему мнению, имеет несколько ограниченные возможности. В частности, использование его для характеристики исконно малолесных ландшафтов будет не совсем правильным. Более универсален показатель площади компенсирующих участков, поскольку сюда относятся и леса, и вообще все естественные и мало измененные человеком биоценозы [Егоренков, Кочуров, 2005], а они имеются в любой природной зоне и на любой территории.

Сток является фундаментальной характеристикой. Он определяет вклад геосистемы в определение баланса углерода П-ХС.

Влияние городов на окружающую среду зависит не только и даже не столько от их площади, как от развития промышленности, ее структуры, специализации. Характер распространения в природных средах загрязнений, поступающих с городских территорий, в большой степени определяется особенностями циркуляции атмосферы, структурой речной сети, ее геологическим строением, рельефом, мало зависит от природных рубежей и практически не зависит от административных границ. Поэтому их роль в определении экологического состояния лучше оценивать не формально, по положению в той или иной геосистеме, а с учетом площади их влияния. Однако для городов Башкортостана сделать это сейчас сложно, поскольку проблема в подобном плане не изучалась.

Таблица 26

## Обобщенные показатели антропогенной нагрузки на геосистемы Республики Башкортостан

№ реестр	Геосистема	Излучение холода				Излучение тепла				Излучение света				Излучение звука				Излучение радиации			
		Нагрузка донесенного скота, усл. голов.	КРС/га	Нагрузка на птицю	ЕКУ	Нагрузка донесенного скота, усл. голов.	КРС/га	Нагрузка на птицю	ЕКУ	Нагрузка донесенного скота, усл. голов.	КРС/га	Нагрузка на птицю	ЕКУ	Нагрузка донесенного скота, усл. голов.	КРС/га	Нагрузка на птицю	ЕКУ	Нагрузка донесенного скота, усл. голов.	КРС/га	Нагрузка на птицю	ЕКУ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14								
1	Тюльско-Бельская	90,0	<u>101,0*</u>	<u>145,1</u>	<u>94,6</u>	<u>35,0</u>	<u>26,23</u>	<u>0,53</u>	<u>0,60</u>	<u>16,9</u>	<u>62,7</u>	<u>28,1</u>	<u>0,84</u>								
1		27,5-	39,5-	45,3-	21,7-	19,7-	0,41-	0,18-	8,1-	41,6-	18,34-	0,43-									
1		119,0**	171,5	121,6	57,5	48,2	0,66	1,3	21,7	92,8	46,0	2,36									
2	Уфимская	45,0	<u>11,9</u>	<u>15,47</u>	<u>20,2</u>	<u>0,35</u>	<u>8,8</u>	<u>4,5</u>	<u>0,42</u>	<u>3,6</u>	<u>8,85</u>	<u>84,0</u>	<u>265,0</u>								
2		6,4-	7,7-	0,12-	2,36-	0,41-	0,22-	1,4-	2,5-	1,4-	2,5-	71,9-	16,0-								
2		35,6	51,2	31,13	4,53	15,6	30,5	0,90	7,1	12,9	95,8	779,0									
3	Юрюзанско-Айская	85,0	<u>109,9</u>	<u>157,8</u>	<u>88,6</u>	<u>34,0</u>	<u>32,52</u>	<u>0,53</u>	<u>0,43</u>	<u>15,8</u>	<u>69,2</u>	<u>24,5</u>	<u>0,67</u>								
3		73,4-	105,4-	72,6-	18,9-	29,0-	0,46-	0,26-	1,3-	56,1-	6,14-	0,11-									
3		117,8	169,2	115,7	54,7	41,5	0,53	1,0	20,6	83,7	36,5	4,43									
4	Бугульминско-Белебеевская	91,0	<u>108,4</u>	<u>172,4</u>	<u>78,5</u>	<u>40,3</u>	<u>28,2</u>	<u>0,53</u>	<u>0,7</u>	<u>14,0</u>	<u>69,1</u>	<u>20,8</u>	<u>0,66</u>								
4		15,6-	85,2-	34,2-	21,8-	22,7-	0,4-	0,5-	6,1-	45,9-	11,5-	0,23-									
4		165,5	237,6	208,4	48,5	42,3	0,6	0,9	37,2	90,4	35,5	1,12									
5	Чермасанско-Ашкадарская	97,0	<u>132,8</u>	<u>189,5</u>	<u>99,5</u>	<u>49,7</u>	<u>26,4</u>	<u>0,53</u>	<u>1,0</u>	<u>19,3</u>	<u>75,9</u>	<u>12,8</u>	<u>0,23</u>								
5		31,5-	45,2-	35,5-	33,6-	22,1-	0,35-	0,4-	6,3-	56,1-	3,1-	0,07-									
6	Инзерско-Салыбашская	59,0	<u>57,6</u>	<u>82,7</u>	<u>81,9</u>	<u>12,2</u>	<u>18,14</u>	<u>0,98</u>	<u>0,66</u>	<u>14,63</u>	<u>30,33</u>	<u>48,8</u>	<u>2,85</u>								
6		18,1-	26-	31,7-	4,9-	14,4-	0,46-	0,52-	5,7-	19,3-	34,8-	2,38-									
6		173,6	219,3	101,6	20,5	24,1	1,6	0,56	18,1	44,6	83,7	16,97									

Окончание табл. 26

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
7	Зилимско-Зиганская	81,0	<u>99,2</u>	<u>142,5</u>	<u>111,8</u>	<u>22,9</u>	<u>33,3</u>	<u>0,64</u>	<u>0,7</u>	<u>20,0</u>	<u>55,6</u>	<u>33,6</u>	<u>1,51</u>
8	Общесыртинская	92,0	<u>19,05</u>	<u>43,2</u>	<u>60,7</u>	<u>46,8</u>	<u>38,8</u>	<u>0,5</u>	<u>0,58</u>	<u>10,8</u>	<u>89,8</u>	<u>37,34</u>	<u>0,79-</u>
			<u>5,6-</u>	<u>8-</u>	<u>51,8-</u>	<u>19,9-</u>	<u>31,9-</u>	<u>0,4-</u>	<u>0,24-</u>	<u>9,1-</u>	<u>51,8-</u>	<u>8,7-</u>	<u>0,18-</u>
			<u>101,7</u>	<u>146</u>	<u>111,3</u>	<u>121,7</u>	<u>48,3</u>	<u>0,7</u>	<u>0,7</u>	<u>21,7</u>	<u>97,9</u>	<u>52,5</u>	<u>1,87</u>
9	Нугупско-Икская	80,0	<u>49,0</u>	<u>70,4</u>	<u>101,1</u>	<u>42,9</u>	<u>43,32</u>	<u>0,53</u>	<u>0,73</u>	<u>18,42</u>	<u>88,3</u>	<u>17,65</u>	<u>0,41</u>
			<u>46-</u>	<u>66,1-</u>	<u>100,1-</u>	<u>41,9-</u>	<u>30,7-</u>	<u>0,33-</u>	<u>0,30-</u>	<u>17,9-</u>	<u>73,6-</u>	<u>9,94-</u>	<u>0,41-</u>
10	Южно-Уральская	94,7	<u>136</u>	<u>177,4</u>	<u>45,9</u>	<u>45,4</u>	<u>0,72</u>	<u>0,75</u>	<u>31,7</u>	<u>88,4</u>	<u>30,35</u>	<u>0,67</u>	
11	Зиландская	25,0	<u>5,4</u>	<u>8,4</u>	<u>14,07</u>	<u>0,53</u>	<u>8,16</u>	<u>3,19</u>	<u>0,31</u>	<u>1,56</u>	<u>9,58</u>	<u>87,0</u>	<u>100,0</u>
			<u>12,2-</u>	<u>1,8-</u>	<u>3,16-</u>	<u>0,04-</u>	<u>0,94-</u>	<u>1,2-</u>	<u>0,1-</u>	<u>0,6-</u>	<u>1,0-</u>	<u>72,26-</u>	<u>34,0-</u>
			<u>122,5</u>	<u>176,6</u>	<u>30,3</u>	<u>2,8</u>	<u>28,58</u>	<u>16,4</u>	<u>0,64</u>	<u>5,4</u>	<u>32,0</u>	<u>98,4</u>	<u>2919,0</u>
12	Крыктытауско-Ирангильская	35,5	<u>10,6</u>	<u>15,2</u>	<u>17,1</u>	<u>2,6</u>	<u>12,32</u>	<u>1,27</u>	<u>0,18</u>	<u>2,6</u>	<u>15,1</u>	<u>48,6</u>	<u>35,0</u>
			<u>2,8-</u>	<u>4-</u>	<u>6,7-</u>	<u>0,2-</u>	<u>10,1-</u>	<u>0,62-</u>	<u>0,05-</u>	<u>0,6-</u>	<u>10,2-</u>	<u>32,4-</u>	<u>4,44-</u>
			<u>77,3</u>	<u>110,9</u>	<u>37,7</u>	<u>8,3</u>	<u>29,8</u>	<u>23,74</u>	<u>0,37</u>	<u>6,7</u>	<u>38,0</u>	<u>64,7</u>	<u>72,30</u>
13	Сакмарская	54,0	<u>129,2</u>	<u>185,6</u>	<u>81,9</u>	<u>13,2</u>	<u>43,62</u>	<u>0,83</u>	<u>0,33</u>	<u>14,63</u>	<u>56,8</u>	<u>42,4</u>	<u>3,22</u>
			<u>37,4-</u>	<u>53,7-</u>	<u>46,7-</u>	<u>0,8-</u>	<u>11,9-</u>	<u>0,8-</u>	<u>0,23-</u>	<u>8,3-</u>	<u>12,7-</u>	<u>21,0-</u>	<u>1,17-</u>
14	Танайльско-Янгельская	137,2	<u>197</u>	<u>120,7</u>	<u>18,0</u>	<u>45,1</u>	<u>22,2</u>	<u>1,51</u>	<u>21,6</u>	<u>63,0</u>	<u>79,4</u>	<u>98,4</u>	

Приложение. Одной звездочкой выделены медианы, двумя – минимальные и максимальные значения.

Таблица 27

## Экологическая инфраструктура геосистем Республики Башкортостан

№ п/п	Геосистема	Виды компенсирующих участков и их доля от площади геосистемы, %							
		Суммарная доля компенсирующих участков от площади геосистемы, %	покрытые лесом	защитные лесонасаждения	древесно-кустарниковая растительность	луга, степи	особо охраняемые природные территории	болота	акватории
1	Тюйско-Бельская	32,02	27,83	0,60	1,66	29,37	1,52	0,81	1,81
2	Уфимская	91,24	85,65	-	1,13	0,88	2,60	0,25	1,62
3	Юрюзанско-Айская	26,74	22,46	0,08	1,41	33,96	1,47	0,47	0,72
4	Бугульминско-Белебеевская	27,56	22,45	0,40	2,07	28,41	2,33	0,16	0,47
5	Чермасанско-Ашкадарская	18,37	11,65	0,56	2,03	26,60	2,46	0,44	1,53
6	Инзерско-Салльбашская	54,68	51,69	0,68	0,65	20,63	0,03	0,33	1,07
7	Зилимско-Зиганская	42,15	34,53	0,27	0,83	27,79	6,07	0,21	0,94
8	Общесыртинская	20,32	12,07	0,32	1,68	38,80	6,75	0,26	0,61
9	Нугушско-Иксая	16,92	14,99	0,10	0,87	38,74	-	0,14	0,81
10	Южно-Уральская	84,60	81,88	0,07	1,13	0,92	23,93	0,13	0,59
11	Зеландская	62,41	51,67	0,08	1,90	3,78	8,33	0,08	0,34
12	Крыктыгауско-Иранлыкская	44,06	38,03	0,18	1,05	11,57	2,87	0,83	1,28
13	Сакмарская	4,65	3,77	0,15	0,42	54,57	-	0,30	0,50
14	Таналыкско-Янчельская	8,91	7,47	0,14	0,24	47,33	0,11	0,30	0,98
И т о г о		47,80	38,31	0,30	0,14	20,91	6,83	0,35	1,02

Таблица 28

## Общие показатели влияния городов на окружающую среду в Республике Башкортостан

№ п/п	Города	Плотность выбросов, т/м <sup>2</sup> земельной поверхности										Суммарные выбросы, т/год	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	Уфа, Нефтекамск, Янаул, Агидель, Бирск, Благовещенск	<u>114066,0</u> 6,05	<u>31138</u> 1,65	<u>1336759</u> •	<u>5213</u>	<u>7486</u>	<u>6560</u>	<u>397,5</u> 0,3–187,2	<u>0,180–</u> <u>2,8–159,1</u> 0,331	<u>0,901–</u> 4,53	<u>201,163</u>	<u>97,84</u>	
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
4	Октябрьский, Туймазы, Белебей	<u>21213</u> 1,3	<u>7693</u> 0,47	<u>293269</u>	<u>1144</u>	<u>1642</u>	<u>7745</u>	<u>42,7</u> 1,8–7,8 7,2–13,7	<u>0,099–</u> 0,322	<u>1,083–</u> 3,44	<u>24,22</u>	<u>10,01</u>	
5	Стерлитамак, Салават, Дортмоли, Давлеканово, Мелеуз	<u>31679</u> 1,27	<u>16144</u> 0,65	<u>538467</u>	<u>2100</u>	<u>3015</u>	<u>9511</u>	<u>173,9</u> 0,5–86,6 2,9–22,4	<u>0,138–</u> 0,431	<u>0,860–</u> 8,656	<u>117,39</u>	<u>829,18</u>	

*Окончание табл. 28*

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	12
6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7 Ишимбай	<u>10308</u> 2,45	<u>6403</u> 1,52	<u>71041</u>	<u>277</u>	<u>398</u>	<u>3864</u>	<u>6,2</u> <u>2,2</u> <u>4,0</u>	<u>0,089</u>	<u>0,601</u>	<u>6,55</u>	<u>1,66</u>	—
8 Күмертай	<u>169,47</u> 4,8	<u>4696</u> 1,33	<u>74370</u>	<u>290</u>	<u>416</u>	<u>2461</u>	<u>21,9</u> <u>14,5</u> <u>7,4</u>	<u>0,340</u>	<u>1,29</u>	<u>7,43</u>	<u>1,16</u>	—
9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10 Белорецк, Межгорье	<u>28511</u> 1,01	<u>6275</u> 0,24	<u>109076</u>	<u>425</u>	<u>611</u>	<u>2144</u>	<u>15,3</u> <u>0,5–2,7</u> <u>2,0–10,05</u>	<u>0,135–</u> <u>0,181</u>	<u>0,113–</u> <u>1,989</u>	<u>24,27</u>	<u>6,75</u>	—
11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12 Учалы	<u>5824</u> 1,12	<u>3826</u> 0,74	<u>41198</u>	<u>161</u>	<u>231</u>	<u>3983</u>	<u>10,05</u> <u>2,5</u> <u>8,0</u>	<u>0,281</u>	<u>1,803</u>	<u>7,75</u>	<u>8,41</u>	—
13 Баймак	<u>20849</u> 10,69	<u>6246</u> 3,2	<u>17090</u>	<u>67</u>	<u>96</u>	<u>462</u>	<u>3,4</u> <u>0,4</u> <u>3,0</u>	<u>0,198</u>	<u>0,163</u>	<u>0,46</u>	<u>0,10</u>	—
14 Сибай	<u>15401</u> 1,94	<u>4174</u> 0,53	<u>58930</u>	<u>230</u>	<u>330</u>	<u>2143</u>	<u>15,2</u> <u>2,3</u> <u>12,9</u>	<u>0,252</u>	<u>0,987</u>	<u>11,74</u>	<u>5,52</u>	—

Таблица 29

## Оценка состояния геосистем природно-хозяйственной системы Республики Башкортостан

Показатели		Номера геосистем по табл. № 36													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1. Распаханность, %		35	0,35	34	40,3	49,7	12,2	22,9	46,8	42,9	0,63	2,6	13,2	35,7	36
2. Залесенность, %		28,1	84	24,5	20,8	12,8	48,8	33,6	37,3	17,6	87	48,6	42,4	4,25	9,45
3. Степень трансформированности ландшафтов, %		90	45	85	91	97	59	81	92	80	25	35,5	54	87	82
4. Площади компенсирующих участков, % от площади геосистемы		32	91,2	26,8	27,6	18,4	54,7	42,1	20,3	16,9	84,6	62,4	44,1	4,6	8,9
5. Отношение площади лесов к пашне		0,86	100,0	0,70	0,57	0,27	3,35	1,32	0,37	0,37	98,0	14,0	3,72	0,16	0,22
6. Отношение площади компенсирующих участков к пашне		0,96	108,0	0,82	0,66	0,36	3,55	1,61	0,55	0,43	100,0	16,0	3,84	0,18	0,24
7. Приведенный сток, т/га/год (табл. 41)		3,67	3,25	3,3	3,66	3,61	3,88	3,48	3,53	3,46	3,78	3,12	2,59	3,78	3,81
8. Площадь городов, %		6,05	-	-	1,3	1,3	-	2,45	4,8	-	1	-	1,12	10,7	1,9
9. Энергетическая нагрузка на территорию, $10^3 \text{Бт}/\text{км}^2$		94,6	20,2	88,6	78,5	99,5	81,9	111,8	60,7	101,1	14,1	17,1	81,9	110,2	60,1
10. Биопотребление, $10^6 \text{Вт}$		101,0	11,9	109,9	108,4	132	57,6	99,2	19,1	49,0	5,4	10,6	129,2	103,4	42,9
11. Баланс углерода	Нриш Схр Нриш Нриш Нриш Нриш Схр Нриш Нриш														
12. Эрозия почв		+	0	+	+	+	+	+	+	+	0	0	+	+	+
13. Химическое загрязнение почв		+	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	+	+	+
14. Загрязнение атмосферы		+	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Окончание табл. 29

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
15. Выпадение кислотных осадков	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
16. Условия существования лесной растительности	Ухд													
17. Качество поверхностных вод	Ухд	Схр	Ухд	Ухд	Ухд	Схр	Ухд	Схр	Ухд	Схр	Ухд	Схр	Ухд	Ухд
18. Качество подземных вод	Ухд	Схр	Схр	Ухд	Ухд	Схр								
19. Площадь непродуктивных земель.	>	Cх	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>

*Условные обозначения.* Нрш – нарушено; Схр – сохраняется; + – процесс регистрируется; 0 – процесс не регистрируется; Ухд – качество, состояние ухудшается; > – происходит рост.

Значения мощности биопотребления и энергетической нагрузки приведены в приложении 10.

Баланс углерода и все последующие показатели охарактеризованы на качественном уровне на основе экспертных оценок по результатам анализа совокупности имеющейся информации.

С учетом общности экологического состояния геосистем, т.е. набора и остроты экологических проблем, по данным табл. 29 произведена их типизация. Выделено 4 типа (рис. 15): с критически острым, резко неблагополучным, с неблагополучным и относительно благополучным экологическим состоянием [Кашапов, 2009].

Первый тип – с критически неблагополучным экологическим состоянием. Включает 7 геосистем – Тюйско-Бельскую, Бугульминско-Белебеевскую, Чермасанко-Ашкадарскую, Общесыртинскую, Нугушско-Иксскую, Сакмарскую, Таналыкско-Янгельскую (№ 1, 4, 5, 8, 9, 13, 14, по табл. 14, рис. 15).

Второй тип – с резко неблагополучным экологическим состоянием. Включает 2 геосистемы – Юрзанско-Айскую, Зилимско-Зиганскую (№ 3, 7, по табл. 14, рис. 15).

Третий тип – с неблагополучным экологическим состоянием. Включает геосистемы – Инзерско-Салдыбашскую, Крыктытауско-Ирандыкскую (№ 6, 12, по табл. 14, рис. 15).

Четвертый тип – с относительно благополучным экологическим состоянием. Включает геосистемы Уфимскую, Южно-Уральскую, Зилаирскую (№ 2, 10, 11, по табл. 14, рис. 15).

Обобщенные характеристики типов геосистем и средние арифметические показатели, характеризующие их экологическое состояние, приведены в табл. 30 с учетом показателей техногенных воздействий.

Как видно, первый тип – с критически острым экологическим состоянием – во всех отношениях является преобладающим. Он включает наибольшее количество геосистем, занимающих в сумме более половины площади республики, здесь живет почти три четверти сельского населения Республики Башкортостан, городские территории занимают наибольшие площади, соответственно велика и доля городского населения. Естественные ландшафты сильно трансформированы, почти полностью разрушены. Хотя геосистема занимает самую большую площадь, сток углерода немногим превышает четверть суммарного стока во все леса П-ХС Республики Башкортостан. Для

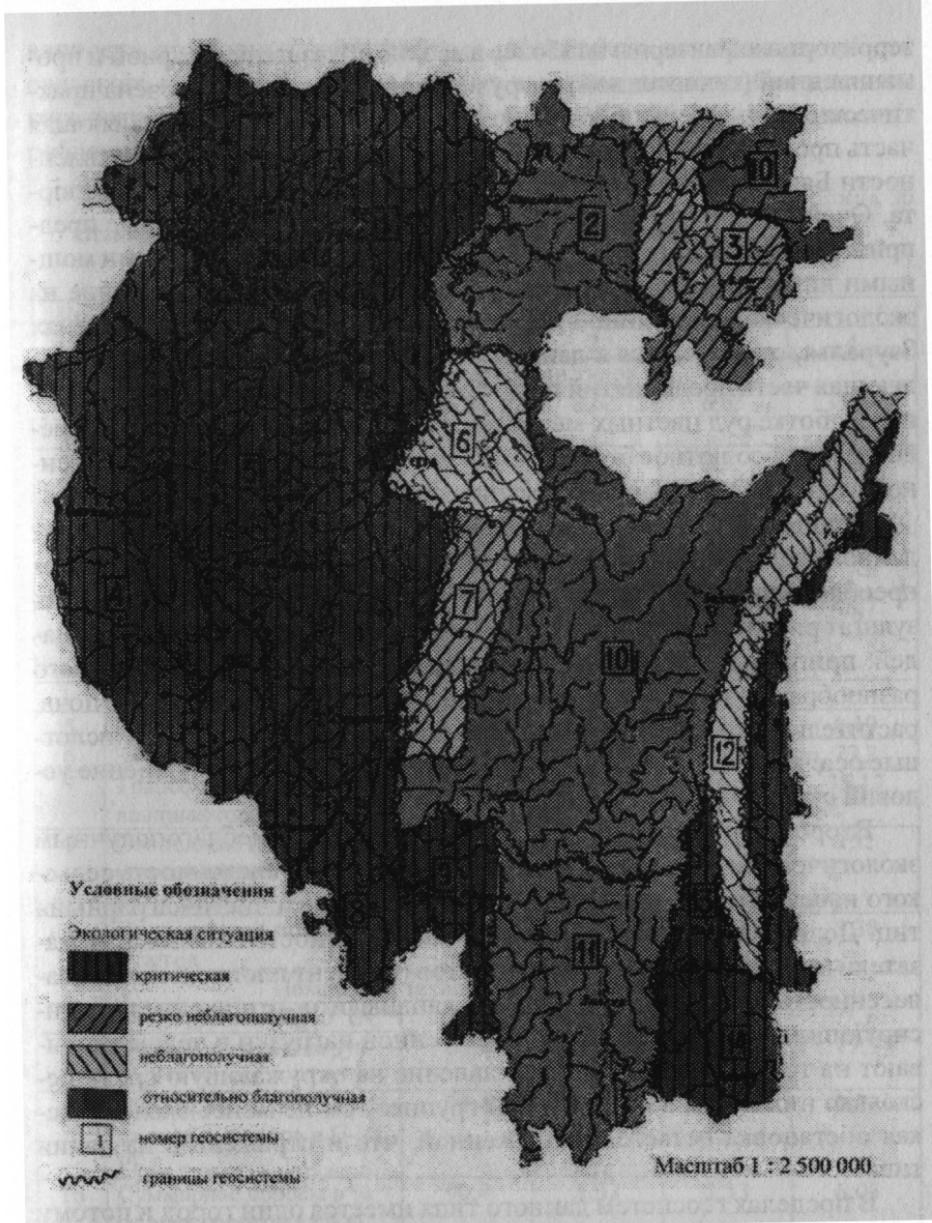


Рис. 15. Картосхема геоэкологических ситуаций в геосистемах  
Республики Башкортостан

территории характерны наиболее высокие показатели аграрной и промышленной (техногенной) нагрузки, поскольку сосредоточена практически вся нефтегазодобывающая промышленность, подавляющая часть промышленных предприятий почти всех отраслей промышленности Башкортостана, предприятий энергетики, все виды транспорта. Очень развит трубопроводный транспорт. Промышленные предприятия, теплоэнергетика, транспорт региона являются самыми мощными источниками выбросов в атмосферу и оказывают влияние на экологическое состояние всех остальных геосистем. В геосистемах Зауралья, относящихся к данному типу, сосредоточена также подавляющая часть предприятий по добыче, транспортировке и первичной переработке руд цветных металлов. Наконец, в пределах типа сосредоточено абсолютное большинство предприятий сельскохозяйственной отрасли. Это аграрно-промышленный тип.

Основные экологические проблемы, характерные для геосистем данного типа – сильнейшее нарушение углеродного баланса с резким преобладанием его эмиссии над стоком, дегумификация почв как результат развитой эрозии и «холодного горения», уменьшение площадей, пригодных для сельского хозяйства, снижение биологического разнообразия, загрязнение атмосферы, химическое загрязнение почв, растительности, животных, поверхностных и подземных вод, кислотные осадки и закисление почв (в отдельных районах), ухудшение условий существования лесной растительности.

Второй тип, включающий территории с резко неблагополучным экологическим состоянием, невелик по площади. Численность сельского населения несколько повышена. Это – почти чисто «аграрный» тип. Доля стока углерода в лесную растительность невелика. Показатели преобразованности ландшафтов (процент площади пашен, залесенность, трансформированность ландшафтов, отношение компенсирующих участков к пашне), техногенной нагрузки в целом указывают на то, что антропогенное давление на окружающую среду несколько ниже, чем в предыдущей группе. Тем не менее экологическая обстановка остается напряженной, что и отражено в названии типа.

В пределах геосистем данного типа имеется один город и потому доля промышленности невелика. Основная причина резко неблагополучного экологического состояния – сельскохозяйственное производство (большая степень распаханности), значительная трансформиро-

ванность природных ландшафтов), достаточно высокая плотность сельского населения, определяющая высокие значения биологического потребления первичной продукции растительности и энергопотребления.

Таблица 30

**Основные усредненные характеристики типов геосистем природно-хозяйственной системы Республики Башкортостан**

№ п/п	Обобщенные показатели	Номера типов геосистем			
		1	2	3	4
<b>Общие характеристики типов</b>					
1	Общая площадь, % от площади П-ХС РБ	52,97	8,62	6,63	31,78
2	Доля сельского населения, % от сельского населения РБ	72,17	12,15	8,35	7,33
3	Площадь городов, % от площади типа геосистем	2,89	0,83	0,61	0,62
4	Доля городского населения от населения типа геосистем	65,43	61,6	22,51	46,7
<b>Показатели преобразованности ландшафтов</b>					
5	Распаханность, %	40,91	28,45	12,7	1,19
6	Залесенность, %	18,61	29,05	45,6	73,2
7	Трансформированность ландшафтов, %	88,43	83	56,5	35,17
8	Отношение площади компенсирующих участков к пашне	0,42	0,9	3,07	152
9	Приведенный сток, т/га/год	3,66	3,39	3,23	3,38
<b>Показатели техногенных воздействий</b>					
10	Биопотребление, $10^6$ Вт	79,6	104,6	93,4	9,3
11	Энергетическая нагрузка, $10^3$ Вт/км <sup>2</sup>	86,4	100,2	81,9	17,1
15	Суммарное выбросы в % от всех выбросов в П-ХС РБ	95,4	0,9	1,46	2,23
16	Суммарное сбросы в % от всех сбросов в П-ХС РБ	90,4	1,63	1,13	6,05
	Номера геосистем	1, 4, 5, 8, 9, 13, 14	3, 7	6, 12	2, 10, 11

Важнейшие экологические проблемы – нарушение баланса углерода с превышением эмиссии над стоком, дегумификация почв вследствие развитой эрозии и «холодного горения», уменьшение площади почв, пригодных для сельскохозяйственного производства, снижение биологического разнообразия, кислотные осадки, ухудшение условий существования лесной растительности.

Третий тип (геосистемы с неблагополучным экологическим состоянием) занимает менее 7% площади П-ХС Республики Башкортостан. Более 1/5 населения – это городские жители. Показатели, характеризующие измененность природной среды, сравнительно низки. Участие в общем стоке углерода в леса Республики Башкортостан невелико. Площадь компенсирующих участков преобладает над пашней, тем не менее естественные ландшафты на большей части преобразованы; техногенная нагрузка также может быть оценена как сравнительно низкая.

Экологические проблемы имеют локальный характер. На западе, в Инзерско-Салдыбашской геосистеме, города отсутствуют, нарушения окружающей среды есть результат деятельности агропромышленного комплекса, а также автомобильного транспорта. В восточной части в пределах Крыктытауско-Ирандыкской геосистемы действует мощный горнодобывающий комплекс по добыче и переработке руд цветных металлов, а также связанный с ним автомобильный транспорт. Локальные нарушения производят сельское хозяйство.

Основные экологические проблемы – локальное загрязнение воздуха, эрозия расстилаемых почв, «холодное горение» и потери гумуса вследствие этого, уменьшение площади почв, пригодных для сельскохозяйственного производства, снижение биологического разнообразия, кислотные осадки, ухудшение условий существования лесной растительности.

Четвертый тип – геосистемы с относительно благополучным экологическим состоянием. Занимает около 1/3 площади Башкортостана. Города занимают относительно небольшую часть территории. Трансформированность естественных ландшафтов минимальная в П-ХС Республики Башкортостан. Площади компенсирующих участков значительно выше площади пашни. Сток углерода в геосистему составляет более 60% суммарного стока в леса Башкортостана. Развита лесопромышленная деятельность. Техногенные нагрузки сравнительно низки. Преобладание залесенных территорий (73,2%) дает основание говорить о сбалансированности круговорота углерода.

Основные местные факторы нарушения окружающей среды – это города Белорецк и Межгорье. Кроме того, территорию в разных направлениях пересекают транспортные магистрали – железнодорожная и автомобильные, магистральный трубопровод, высоковольтные линии (ЛЭП). В пределах геосистемы активно функционирует лесо-заготовительная отрасль, и коренные леса на значительных площадях вырублены, их сменили вторичные сообщества. Во многих лесных угодьях производится выпас скота. В центральной части, в пределах Южно-Уральской геосистемы, значительные площади отведены под особо охраняемые природные территории – заповедники, национальный и природный парки, заказники, памятники природы. Планируется также создание новых ООПТ.

На территории экологическая обстановка весьма контрастная: здесь наряду с особо охраняемыми природными территориями существуют и достаточно мощные источники загрязнений окружающей среды. Однако мы оцениваем ее как центр стабилизации окружающей среды П-ХС.

Основные экологические проблемы – это снижение биологического разнообразия, локальные загрязнения атмосферы, почв, растительности, поверхностных вод, кислотные осадки, ухудшение условий существования лесной растительности.

Общее представление о наиболее крупномасштабных проблемах нарушения окружающей среды территорий, их распространении, напряженности дает табл. 31.

Первый тип характеризуется наиболее полным спектром экологических проблем, в основном высших степеней остроты; второй тип отличается от первого несколько более коротким перечнем и чуть меньшей их остротой. Главное, что объединяет эти типы – резкое нарушение баланса углерода. Экологическое состояние этих геосистем и определяет в основном уровень нарушения биогеохимического круговорота этого биогена на всей территории П-ХС Республики Башкортостан.

Третий тип характеризуется сравнительно коротким списком не очень острых экологических проблем, которые к тому же зачастую являются локальными.

Четвертый тип – геосистемы с относительно благополучным экологическим состоянием. Разумеется, экологические проблемы имеются и здесь. Однако их перечень более короткий, и они представлены в основном такими, которые имеются на любой территории, где

Таблица 31

**Основные экологические проблемы природно-хозяйственной системы  
Республики Башкортостан**

№ п/п	Экологическая проблема	Номера типов геосистем			
		1	2	3	4
1	Нарушение баланса углерода	4т	3т	-	-
2	Эрозия почв	4ш	4ш	2м	-
3	Дегумификация	4ш	4ш	1м	-
4	Сокращение площади сельскохозяйственных земель	2ш	1ш	1м	-
5	Снижение биологического разнообразия	4т	3т	2т	1т
6	Загрязнение атмосферы	2т, 4м	1т	1м	1м
7	Загрязнение почв	4м, 3м	1м	1м	1м
8	Загрязнение поверхностных вод	3м, 2ш	1м	1м	3м, 2м
9	Загрязнение подземных вод	3м	-	-	-
10	Кислотные осадки	2т	1т	1т	1т
11	Ухудшение условий существования лесной растительности	2т	1т	1т	1т
12	Доля площади типа геосистем от площади П-ХС РБ, %	52,97	8,62	6,63	31,78
	Номера геосистем	1, 4, 5, 8, 9, 13, 14	3, 7	6, 12	2, 10, 11

*Условные обозначения.* Степень напряженности экологического состояния в условиях единицах: очень высокая – 4, высокая – 3, средняя – 2, низкая – 1.

Распространение: повсеместное – т, широкое – ш, местное – м.

ведутся какие-либо формы хозяйственной деятельности. Высокая и средняя степень остроты проблемы, вызываемой загрязнением поверхностных вод, обусловлены наличием двух городов.

Особенность, общая для этих типов, это преобладание площади компенсирующих участков над пашней (табл. 30) и сбалансированность круговорота углерода.

Геосистемы четвертого и, возможно, третьего типа выполняют в настоящее время, т.е. в условиях промышленного спада и снижения массы выбросов в П-ХС Республики Башкортостан и прилегающих регионах, средостабилизирующую функцию. Однако уже при достижении массы выбросов уровня 1992–1993 гг. ассимиляционные возможности могут оказаться исчерпанными.

## Г л а в а 5

### ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ УПРАВЛЕНИЯ БАЛАНСОМ УГЛЕРОДА В ПРИРОДНО- ХОЗЯЙСТВЕННОЙ СИСТЕМЕ

В настоящее время «разработка мер и практические шаги по ограничению индустриальных выбросов углекислого газа, их реализация стали обязательной задачей, и решать ее нужно незамедлительно». Таково требование Киотского протокола (г. Киото, 1997), предъявляемое к странам, его подписавшим. Российская Федерация подписала Протокол в 2005 г.

Пока что перед РФ задача стоит не так остро, как перед многими другими государствами. На то имеются две причины. Первая из них заключается в том, что спад в 90-е годы промышленной деятельности привел к значительному уменьшению индустриальных выбросов углекислоты, которые в 2002 г. составили 64% от уровня 1990 г. [Третье национальное сообщение..., 2002]. С 2004 г. в стране наметилась тенденция роста промышленной эмиссии углерода [Четвертое национальное сообщение..., 2006]. Поэтому имеется некоторый «запас прочности». Вторая причина сводится к тому, что все больше появляется фактов, подтверждающих гипотезу, согласно которой наша страна является пространством чистого стока. Более того, имеются серьезные доказательства того, что территория страны вообще является пространством чистого стока углерода и потому «... вступление в Протокол носит более моральный, чем экологический характер» [Пулы и потоки углерода..., 2007, с. 287]. Разумеется, из этого еще вовсе не следует, что проблема ограничения эмиссии углекислоты не существует. Безусловно, она есть в отдельных экономически развитых регионах с сильно освоенной территорией. Башкортостан также относится к их числу.

Выше уже было отмечено, что П-ХС Республики Башкортостан является территорией с значительно нарушенным природным равновесием, суммарные выбросы углерода превышают ассимиляционные возможности лесов в 4–5 раз. Чтобы они могли полностью поглощать всю углекислоту, площадь лесов должна быть примерно во столько раз больше современной, т.е. превышать площадь республики.

Если рассматривать ситуацию с точки зрения возможности ассимилировать индустриальные выбросы CO<sub>2</sub>, то некоторый «запас прочности» у республики еще есть на то, чтобы подготовиться к волне нарастания выбросов по мере активизации промышленной деятельности. Если же рассматривать регион как систему с сильно нарушенным балансом углерода, то, очевидно, уже сейчас необходимо принимать меры по уменьшению дисбаланса – сокращению разрыва между стоком и эмиссией.

Особо подчеркнем, что речь идет о неполном восстановлении баланса. Это невозможно, да и необходимости в этом нет, учитывая, что Республика Башкортостан является частью территории Российской Федерации с благополучной ситуацией по углероду. Однако меры по увеличению стока, по оптимизации углеродного состояния территории, безусловно, должны быть приняты, что мы и имеем в виду.

По данным пространственно-временного анализа геоэкологической ситуации, по результатам изучения общего баланса углерода, в пределах П-ХС Республики Башкортостан выделяются две области: с сильно дестабилизированной средой, на долю которой приходится более половины территории и область, занимающая около 1/3 площади, где природное равновесие сохранено. В соответствии с этим и должны разрабатываться меры по уменьшению последствий нарушения природного равновесия. В целом в П-ХС полностью восстановить баланс уже не удастся, можно только сократить разрыв между стоком и эмиссией.

Как представляется, в природно-хозяйственной системе Республики Башкортостан эту задачу нужно решать, с одной стороны, стремясь увеличить сток углерода в резервуар длительного хранения, с другой – сокращением индустриальных выбросов [Кашапов, 2009].

К первой группе относятся меры по консервации экосистем с слабовозмущенной биотой и по восстановлению («реанимации») экосистем с «возмущенной» биотой. Наиболее эффективное увеличение

стока возможно расширением площади лесных насаждений, в первую очередь за счет быстрорастущих пород – березы, осины, тополей в малолесных равнинных и возвышенных районах Западной Башкирии. При этом существенно повысится способность растительного покрова фиксировать углерод и выводить его на длительное время из круговорота.

Мероприятия по расширению и восстановлению лесов могут быть рекомендованы только для тех регионов, где они исторически были распространенным типом растительности, но вследствие неумеренного выпаса скота и нерациональной вырубки сильно сократились. Это обширные пространства Бельско-Уфимского междуречья и левобережья Белой, где массивы лесов были сведены в ходе хозяйственного освоения территории во второй половине XVIII и в XIX вв. [Кашапов, 1992, 1996].

В Зауральском регионе также возможны лесовосстановительные мероприятия в пределах предгорных хребтов на участках с неполноразвитыми, щебнистыми и каменистыми почвами, которые в прошлом были заняты лесами, а также в долинах рек и озерных котловинах.

Достаточно эффективной мерой может быть «омоложение» лесов, поскольку 24,0% площади хвойных, 60,1 – твердолиственных и 49,7% мягколиственных насаждений в лесах республики относятся к возрастным группам спелых и перестойных. Нужно полагать, что замена их более молодыми возрастными группами заметно активизирует сток углерода.

Применительно к горно-лесной зоне, являющейся основной сырьевой базой лесопромышленной деятельности, этот метод в принципе может быть рекомендован. Однако при этом необходимо не упускать из виду, что Южный Урал является центром биологического разнообразия и в целом центром стабилизации окружающей среды в регионе и в этом качестве его ценность неизмеримо выше, чем как источника сырья.

В этом же ключе необходимо рассматривать предложение [Гареев, Нигматуллин, 2005] о создании системы особо охраняемых природных территорий именно как системы, где Южный Урал играет ключевую роль: имеющаяся в настоящее время сеть ООПТ не вполне отвечает этому критерию.

Необходимо отметить, однако, что данный прием, видимо, надо применять достаточно осторожно. Во всяком случае, А.А. Тишков

[2005] резко критикует его (применительно к лесам всей страны) из опасения, что желание «омолодить» леса в масштабе РФ может привести к необоснованному вырубанию значительных площадей лесов: «Связывание атмосферного углерода – все-таки функция молодых растущих лесов, способных создавать чистую продукцию. Как это совместить с лозунгами охраны девственных лесов и лесных заповедников?», задает он резонный вопрос (с. 65). Исходя из существующих в стране реалий, отметим, что это опасение весьма оправданное.

В сельском хозяйстве уменьшение потерь углерода почвами возможно за счет сокращения процессов деградации почв, которые приняли в настоящее время почти катастрофический характер.

В П-ХС Республики Башкортостан существенное сокращение индустриальной эмиссии может быть достигнуто внедрением энерго- и ресурсосберегающих технологий, в первую очередь в ведущих отраслях промышленности, и в целом осуществлением обширного перечня организационных, инженерных, технологических и иных мер. К таким мерам можно отнести, в частности, такие, как закрытие, перепрофилирование наиболее «грязных» энергоемких производств, внедрение новых технологий, замена устаревшего оборудования, углубление переработки сырья и т.д.

Другое направление деятельности – это изменение структуры промышленности с сокращением доли выпуска сырья и полуфабрикатов и увеличением выпуска готовой продукции, обладающей высокой потребительской стоимостью.

Использование огромных, слабо используемых в настоящее время рекреационных ресурсов Южного Урала позволило бы сокращать долю промышленности (снижать антропогенное давление на окружающую среду) без снижения доходов, что, несомненно, произойдет вследствие реализации мер по уменьшению эмиссии углерода.

Таков перечень мер, осуществление которых позволило бы несколько сократить разницу между стоком и эмиссией углерода на территории П-ХС Республики Башкортостан.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Природа ограничивает физический рост цивилизации. Лимитирует в глобальном масштабе этот процесс предел хозяйственной емкости биосфера, а в региональном и локальном масштабах – предел устойчивости экосистем.

Порогом воздействия на биосферу является величина прямого потребления нетто-первичной продукции: она не должна превышать 1%. В течение XX столетия человечество далеко «перешагнуло» через этот «порог» и не остановилось. Процесс разрушения биосферы пока не остановлен. В результате этого нарушился глобальный баланс процессов синтеза и деструкции органического вещества (деструкция начала преобладать), на что указывает рост концентрации CO<sub>2</sub> в атмосфере, нарушаются биогеохимические циклы и других основных биогенных элементов, происходит деградация окружающей среды [Горшков, 1995; Лосев и др., 1993; Лосев, 2001].

С различной интенсивностью аналогичные процессы развивались в регионах с выраженной активной хозяйственной деятельностью человека. Это происходит и в региональной природно-хозяйственной системе Башкортостана. Прямыми свидетельством выступает обширный перечень экологических проблем региона. Специфика развития хозяйственной деятельности в Башкирии в течение многих десятилетий связана со специализацией промышленности, с развитием ресурсыодобывающих и ресурсопотребляющих отраслей, а также в экстенсивном развитии сельского хозяйства за счет конверсии обширных площадей лесных земель, степей в сельскохозяйственные угодья. В процессе освоения территории было полностью или частично трансформировано более 69% площади естественных экосистем.

В итоге суммарная эмиссия превысила способность растительности (главным образом, лесной) извлекать углерод из атмосферы, переводить его в неактивную форму и надолго выводить из круговорота. В то же время в результате разрушения экосистем происходит

потеря запасов углерода за счет активной эмиссии. С позиций теории биотической регуляции окружающей среды [Горшков, 1980, 1990, 1995, 1998], степень разомкнутости баланса является мерой нарушения природного равновесия. Величина разомкнутости, рассчитанная для природно-хозяйственной системы Республики Башкортостан, составляет от -1,6 до -2,3.

Между отдельными регионами республики проявляются значительные различия. Выделяются две резко отличающиеся области: с сильно дестабилизированной природной средой, занимающая две трети территории республики, и область, где природное равновесие сохранено (центр стабилизации), на ее долю приходится одна треть площади республики. Безусловно, центр стабилизации несколько смягчает ситуацию, но, как видно по величине разомкнутости баланса углерода, его мощности оказывается недостаточно, чтобы полностью компенсировать влияние деструктивных процессов.

Полученные результаты дают общие количественные характеристики состояния природной среды Республики Башкортостан, при этом неблагоприятные изменения принимают системный характер [Мартъянов и др., 2002; Печаткин и др., 2005; Кулагин А.А., Зайцев, 2008; Кулагин А.Ю. и др., 2010]. На это указывают признаки деградации лесных экосистем, обеднение видового состава растительности. В связи с изменениями состояния окружающей среды, промышленным загрязнением, серьезными последствиями грозят усыхание основных лесообразующих пород, увеличение площадей больных, зараженных вредителями лесов, слабое естественное возобновление в лесах [Кулагин Ю.З., 1974, 1980, 1985; Габдрахимов, 1997; Хайретдинов и др., 1997; Чурагулов, 1999; Кулагин А.Ю. и др., 2000; Кулагин А.Ю., 1998; Кулагин А.А., Шагиева, 2005; Зайцев, Кулагин А.Ю., 2006; Водоохранно-защитные леса..., 2007; Горичев и др., 2012].

Следует отметить, что при оценке состояния окружающей среды природно-хозяйственной системы по балансу углерода на примере Республики Башкортостан показано место региональной природно-хозяйственной системы (П-ХС) в глобальном круговороте углерода.

Для Республики Башкортостан выполнены расчеты общего баланса углерода и дана интегрированная оценка состояния окружающей среды региона. На основе геоэкологического районирования природно-хозяйственной системы региона выделено 14 индивидуальных геосистем и охарактеризовано состояние окружающей среды выде-

ленных единиц. Предложены рекомендации по оптимизации нарушенного баланса углерода в природно-хозяйственной системе. Характер природопользования на Южном Урале и сопредельных территориях в рамках административных границ Республики Башкортостан требует корректировки в плане сохранения естественных ландшафтно-природных комплексов, реализации проектов по восстановлению и рекультивации нарушенных ландшафтов и усиления биосферных функций геосистем.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Абдулов М.Х.* В гармонию с природой через экологизацию лесного хозяйства // Комплексная экологическая оценка лесных экосистем. – Уфа, 1994. – 40 с.
2. Агрохимические исследования почв. – М.: Изд. АН СССР, 1960. – 555 с.
3. Административно-территориальное устройство Республики Башкортостан. Справочник. – Уфа: Издательство «Башбланкиздат», 1999. – 416 с.
4. *Алексеев В.А., Бердси Р.А.* Углерод в экосистемах лесов и болот России. – Красноярск: ВЦ СО РАН, 1994. – 232 с.
5. *Алексеева Т.И.* Географическая среда и биология человека. – М., 1974. – 302 с.
6. Атлас лесов СССР. – М.: ГУГК, 1973. – 222 с.
7. Атлас Республики Башкортостан / Комитет по геодезии и картографии Российской Федерации. – М., 1992. – 40 с.
8. Атлас Республики Башкортостан. Роскартография. ФГУП «Омская картографическая фабрика», 2005. – 419 с.
9. *Базилевич Н.И., Родин Л.Е.* Продуктивность и круговорот элементов в естественных и культурных фитоценозах (по материалам СССР) // Биологическая продуктивность и круговорот химических элементов в растительных сообществах. – Л.: Наука, 1971. – С. 5 – 32.
10. *Базилевич Н.И., Гребенников О.С., Тишков А.А.* Географические закономерности структуры и функционирования экосистем. – М.: Наука, 1986. – 296 с.
11. *Балацкий Ф.Ф., Мельник Л.Г., Яковлев А.Ф.* Экономика и качество окружающей среды. – Л.: Гидрометеоиздат, 1984. – 186с.
12. *Балков В. А.* Водные ресурсы Башкирии. – Уфа, 1978. – 181 с.
13. *Барышников В.И.* К вопросу об экологической оценке территории Республики Башкортостан // Проблемы экологического мониторинга. Материалы конференции от 16-19 октября 1995 г. Ч.1. – Уфа, 1995. – С. 73–78.
14. *Болин Б.* Круговорот углерода // Биосфера. Пер. с англ. А.М. Гилярова и Ю.М. Фролова / под ред. и с предисловием чл.-корр. АН СССР М.С. Гилярова. – М.: Мир, 1972. – С. 91–104.

15. Вальтер Г. Общая геоботаника. – М.: Мир, 1982. – 259 с.
16. Ващенко И.М. и др. Практикум по основам сельского хозяйства: Учеб. пособие для студентов биол. спец. пед ин-тов / И.М. Ващенко, К.П. Ланге, М.П. Меркулов; под ред. И.М. Ващенко. – М.: Просвещение, 1982. – 399 с.
17. Вернадский В.И. Биосфера // Избранные труды по биогеохимии. М., 1967. – С. 3–23.
18. Вернадский В.И. Живое вещество. – М., 1978. – 358 с.
19. Власова Т.И., Карапов Р.Ш. Опыт агроклиматического районирования Республики Башкортостан // Современные экологические проблемы (межвузовский сборник научных трудов). – Уфа, 1998. – С. 193–202.
20. Водоохранно-защитные леса Уфимского плато: экология, синтаксономия и природоохранная значимость / колл. авт. под ред. А.Ю. Кулагина. – Уфа: Гилем, 2007. – 443 с. (Э.З. Баишева, А.Н. Давыдычев, Н.Н. Егорова, С.Н. Жигунова, С.Е. Журавлева, Г.А. Зайцев, Н.Г. Кужлева, А.А. Кулагин, А.Ю. Кулагин, В.Б. Мартыненко, Н.А. Мартынов, А.А. Мулдашев, А.И. Соломец, Р.В. Уразгильдин).
21. Воздействие глобальных изменений на биосферу / отв. ред. акад. Н.П. Лаверов. – М.: НПО «Алькор», 1995. – 60 с.
22. Габдрахимов К.М. Повышение стабильности сосновых биоценозов Южного Урала // Леса Башкортостана: современное состояние и перспективы. – Уфа, 1997. – С. 89–91.
23. Галимов Г.Ф. Агропочвенное районирование // Атлас Республики Башкортостан. – М.: Комитет по геодезии и картографии Российской Федерации, 1992. – С. 15–25.
24. Гареев А.М. Географо-экологические основы комплексного использования и охраны водных ресурсов бассейна реки. – Челябинск, 1989. – 122 с.
25. Гареев А.М., Нигматуллин А.Ф. Система охраняемых территорий Республики Башкортостан (географо-экологический аспект). – Уфа. Изд-во БашГУ, 2005. – 168 с.
26. Гарифуллин Ф.Ш., Ивонина Г.Д., Пономарева М.Н. и др. Почвенно-эрзационное районирование Башкирской АССР // Охрана почв Башкирии. – Уфа: БФ АН СССР, 1976. – С. 15–25.
27. Геолого-экономическая карта Республики Башкортостан. М 1:500 000. На 1 листе / глав. ред. Р.А. Хамитов // Мин. природных ресурсов. – 1999.
28. Герасимов И.П. Избранные труды. Конструктивная география. – М.: Наука, 1996. – 144 с.
29. Голубев Г.Н. Геоэкология. – М.: Изд-во ГЕОС, 1999. – 338 с.
30. Голубев Г.Н. Геоэкология: Учебник для студентов вузов / Г.Н. Голубев. 2-е изд. – М.: Аспект Пресс, 2006. – 288 с.

31. Голубятников Л.Л., Денисенко Е.А. Отклик первичной биологической продукции растительности Европейской России на изменения климата // Известия РАН. Сер. географич. – 2001. № 6. – С. 42–50.
32. Горичев Ю.П., Давыдовичев А.Н., Алибаев Ф.Х., Кулагин А.Ю. Широколиственно-темнохвойные леса Южного Урала. Пространственная дифференциация, фитоценотические особенности, естественное возобновление. – Уфа: Гилем, 2012. – 176 с.
33. Горшков В.Г. Структура биосферных потоков энергии // Бот. журн. 1980. Т.65. № 11. – С. 1579–1590.
34. Горшков В.Г. Антропогенное возмущение глобального круговорота углерода // Изв. ВГО. – 1987. – Т.119, вып. 2. – С. 106–118.
35. Горшков В.Г. Энергетика биосфера и устойчивость состояния окружающей среды. Под ред. д.г.н. К.С. Лосева. Итоги науки и техники. Сер. Теоретические и общие вопросы географии. Т. 7. – М., 1990. – 237 с.
36. Горшков В.Г. Физические и биологические основы устойчивости жизни. – М.: ВИНИТИ, 1995. Т. XXIII. – 472 с.
37. Горышнина Т.К. Экология растений. – М.: Высшая школа, 1979. – 366 с.
38. Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды Республики Башкортостан в 1993–2003 гг. – Уфа, 1994. – 182 с.
39. Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды Республики Башкортостан в 1996 г. – Уфа, 1997. – 229 с.
40. Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды Республики Башкортостан в 1998 г. – Уфа, 1999. – 301 с.
41. Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды Республики Башкортостан в 2001 г. – Уфа, 2002. – 240 с.
42. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель Республики Башкортостан за 2003 год. Государственный Комитет Республики Башкортостан по земельным ресурсам и землеустройству. – Уфа, 2004. – 74 с.
43. Данилов-Данильян В.И., Горшков В.Г., Арский А.Ю., Лосев К.С. Окружающая среда между прошлым и будущим: Мир и Россия. – М., 1994. – 133 с.
44. Добровольский Г.В., Трофимов С.Я., Седов С.Н. Углерод в почвах и ландшафтах Северной Евразии // Круговорот углерода на территории России / под ред. Н.П. Лаверова и Г.А. Заварзина. – М., 1999. – С. 233–270 (НТП «Глобальные изменения природной среды и климата»: Избр. науч. тр.).
45. Доля площади регионов, на которой утрачены коренные экосистемы (%) // <http://www.biodat.ru>.

46. *Дылис Н.В., Носова Л.М.* Фитомасса лесных биогеоценозов Подмосковья. – М.: Наука, 1997. – 142 с.
47. *Егоренков Л.И., Кочуров Б.И.* Геоэкология. – М.: Финансы и статистика, 2005. – 320 с.
48. *Жудова П.П.* Геоботаническое районирование Башкирской АССР. – Уфа, 1966. – 120 с.
49. *Заварзин Г.* Грядет самый сильный кризис со времени оледенения. Готовы ли мы это понять? // Знание – сила. – 1989, сентябрь. – С. 9–16.
50. *Заварзин Г.А.* Предисловие // Дыхание почвы: Сборник научных трудов / отв. ред.: чл.-кор. РАН Г.А. Заварзин; д-р биол. наук, проф. В.Н. Кудеяров. – Пущино: Пущинский научный центр, 1993. – С. 3–10.
51. *Заварзин Г.А.* Цикл углерода в природных экосистемах России // Природа. – 1994. № 7. – С. 15–18.
52. *Заварзин Г.А.* Вступление // Избр. науч. тр. по проблеме: Глобальная эволюция биосферы. Антропогенный вклад / под общ. ред. акад. Г.А. Заварзина. – М., 1999. – С. 11–16.
53. *Зайцев Г.А., Кулагин А.Ю.* Сосна обыкновенная и нефтехимическое загрязнение: дендроэкологическая характеристика, адаптивный потенциал и использование. – М.: Наука, 2006. – 124 с.
54. *Израэль Ю.А.* Экология и контроль состояния природной среды. – Л: Гидрометеоиздат, 1979. – 371 с.
55. *Исаев А.С., Коровин Г.Н.* Углерод в лесах Северной Евразии // Круговорот углерода на территории России / под ред. Н.П. Лаверова и Г.А. Заварзина. (НТП «Глобальные изменения природной среды и климата»: Избр. науч. тр.). – М., 1999. – С. 63–95.
56. *Исаев А.С., Коровин Г.Н.* Актуальные проблемы национальной лесной политики. – М.: Институт устойчивого развития / Центр экологической политики России, 2009. – 108 с.
57. *Исаев А.С., Коровин Г.Н., Сухих В.И.* Экологические проблемы поглощения углекислого газа посредством лесовосстановления и лесоразведения в России. – М.: Центр экологической политики России, 1995. – 155 с.
58. *Исаков Ю.А., Казанская Н.С., Тицков А.А.* Зональные закономерности динамики экосистем. – М.: Наука, 1986. – 149 с.
59. *Исаченко А.Г.* Экологическая география России. – СПб.: Изд. СПб. ун-та, 2001. – 328 с.
60. *Исаченко А.Г.* Ландшафтovedение и физико-географическое районирование. – М.: Высш. шк., 1991. – 366 с.

61. Исянбаев М.Н., Баймуратова Х.Г., Габитов Х.Ш., Хайруллина В.Г., Юмагужина С.М. Экономические подрайоны Республики Башкортостан: проблемы формирования и развития. – Уфа, 1995. – 181с.
62. Кадильников И.П., Тайчинов С.А. Условия почвообразования на территории Башкирии и его провинциальные черты // Почвы Башкирии. Т. 1. – Уфа, 1973. – С. 15–71.
63. Карнацевич И.В. Теплоэнергетические ресурсы климатов Северной Америки // Известие РГО. – 2002. – Т.134. Вып. 3. – С. 35–39.
64. Карнацевич И.В., Тусупбеков Ж.А. Теплоэнергетические и водные ресурсы водосборов на территории Сибири. – Омск: Изд-во ОмГАУ, 2002. – 60 с.
65. Картинская Р.С., Никольский С.А. Социобиология. – М.: Мысль, 1998. – 202 с.
66. Карапов Р.Ш. Географические аспекты экологии. – Уфа, 1992а. – 134 с.
67. Карапов Р.Ш. Введение в основные экологические проблемы Башкирии. – Уфа, 1992б. – 106 с.
68. Карапов Р.Ш. Экологические проблемы Башкортостана. – Уфа, 1996. – 120 с.
69. Карапов Р.Ш. Опыт оценки структуры энергетических потоков в природно-хозяйственной системе Башкортостана // Изв. РГО. – 2001. – Т.133. Вып. 4. – С. 59–64.
70. Карапов Р.Ш. О балансе органического углерода в природно-хозяйственной системе Башкортостана // Известия РГО. – 2002. – Т. 134. Вып. 3. – С. 39–42.
71. Kasharov R.Sh. The quantitative estimation of the antropogenical transformation on the basis of the theory of biological regulation of environment // Роль естественно-научного образования в свете социальных и экономических перемен в странах Центральной и Восточной Европы. IV симпозиум стран Центральной и восточной Европы 18-21 июня. – Курск: Изд-во КГУ, 2003. – С. 257–260.
72. Карапов Р.Ш. Оценка бюджета общего углерода на региональном уровне (на примере Республики Башкортостан // Изв. РГО. – 2004. – Т. 136. Вып. 1. – С. 75–80.
73. Карапов Р.Ш. Использование энергетических критериев для оценки антропогенной нагрузки на окружающую среду (на примере Республики Башкортостан) // Изв. РГО. – 2005.– Т. 137. Вып. 2. – С. 83–87.
74. Карапов Р.Ш. Геосистемы Республики Башкортостан. Деп. в ВИНИТИ, 28. 02. 2006. № 210–В. 2006б. – 27 с.

75. Кашапов Р.Ш. Геоэкологическая проблема нарушения баланса углерода (глобальные и региональные аспекты) // Вестн. Башкирского гос. пед. ун-та Сер. Естеств. науки. 1 (7). 2006а. – С. 69–79.
76. Кашапов Р.Ш. Углерод в биомассе лесных геосистем Башкортостана // Изв. Самарского НЦ РАН. Т.9, № 1, 2007а. – С. 122–127.
77. Кашапов Р.Ш. Углеродная нагрузка на территорию Республики Башкортостан (РБ) и ее динамика в связи с изменениями хозяйственной активности // Вестник Оренбургского гос. ун-та. Спец. выпуск (75). – 2007б. – 156–158 с.
78. Кашапов Р.Ш. Определение стока углерода в геосистемы и природно-хозяйственные системы // Изв. РГО. – 2007в. – Т. 139. Вып. 6. – С. 43–46.
79. Кашапов Р.Ш. Эмиссия углерода углекислого газа почвенным покровом Башкортостана // Учен. запис. Казан. ун-та. Естеств. науки. – 2008а. – Т. 150, кн. 3. – С. 98–102.
80. Кашапов Р.Ш. Влияние ландшафтных условий на плотность сельского населения и степень распаханности земель в Башкортостане // Проблемы региональной экологии. – 2008б. № 4. – С. 54–57.
81. Кашапов Р.Ш., Латыпова З.Б., Гильманова Г.Р., Фахретдинов А.А. Ландшафтная характеристика южной части Зауральского пленоплена // Актуальные проблемы географии и геоэкологии. Межвуз. сб. науч. тр. – Уфа, 1998а. – С. 131–138.
82. Кашапов Р.Ш., Латыпова З.Б., Гильманова Г.Р., Фахретдинов А.А. Ландшафтная характеристика северной части Зауральского пленоплена // Актуальные проблемы географии и геоэкологии. Межвуз. сб. науч. тр. – Уфа, 1998б. – С. 139–149.
83. Кашапов Р.Ш., Кулагин А.А. Опыт оценки стока атмосферного углерода в Башкортостане (РБ) // Изв. Самарского НЦ РАН. – 2008. Т. 10, № 2. – С. 298–302.
84. Кашапов Р.Ш. Баланс углерода – критерий оценки состояния региональной природно-хозяйственной системы: автореф. дис. ... д-ра географ. наук. – Казань, 2009. – 38 с.
85. Кашапов Р.Ш. Дифференциация статистических данных для оценки влияния животноводства на сельскохозяйственные угодья в зоне контакта Южного Урала и прилегающих равнин (Республика Башкортостан) // Проблемы региональной экологии. – 2012. № 5. – С. 89–93.
86. Клюев Н.Н. Россия на экологической карте мира // Изв. РАН. Сер. географич. – 2002. № 6. – С. 5–16.
87. Кобак К.И. Биологические компоненты углеродного цикла. – Л.: Гидрометеоиздат, 1988. – 246 с.

88. *Коломыц Э.Г.* Региональная модель глобальных изменений природной среды / Коломыц Э.Г.: отв. ред. Г.С. Розенберг. – М.: Наука, 2003. – 371 с.
89. *Кондратьев К.Я., Лосев К.С., Ушаков С.А.* Экологические проблемы современности: возможные концепции развития и решения // Взаимодействие общества с природой: географические проблемы (сборник научных трудов). – СПб., 1995. – С. 67–76.
90. *Кондратьев К.Я., Лосев К.С., Ананичева М.Д., Чеснокова И.В.* Баланс углерода в мире и России // Изв. РАН. Сер. географ. – 2002. № 4. – С. 7–17.
91. Концепция охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов Республики Башкортостан. – Уфа, 1993. – 241 с.
92. *Кочуров Б.И.* Экологически безопасное и сбалансированное развитие региона // Изв. РАН. Сер. географ. – 2001. № 4. – С. 87–92.
93. *Кочуров Б.И., Иванов Ю.Г.* Оценка эколого-хозяйственного состояния территории административного района // География и природные ресурсы. – 1987. № 4. – С. 49–54.
94. *Кравцов С.З., Попов А.И., Мелочников А.С.* Научное обоснование депонирующей способности лесов с учетом опыта реализации Международного Российско-Американского проекта RUSAFOR-SAP по созданию углеродоемких лесов в Саратовской области // Научные аспекты экологических проблем России: Труды Всероссийской конференции, посвященной памяти академика А.Л. Яншина в связи с 90-летием со дня рождения. Москва, 13–16 июня, 2001. Т. 2. – М.: Наука, 2002. – С. 78–87.
95. Краткое руководство для геоботанических исследований. – М.: Изд-во АН СССР, 1952. – 188 с.
96. *Кудеяров В.Н.* Выделение углекислого газа почвенным покровом России // Природа. – 1994. № 7. – С. 37–43.
97. *Кудеяров В.А.* Почвенные источники углекислого газа на территории России // Круговорот углерода на территории России / под ред. Н.П. Лаверова и Г.А. Заварзина (НТП «Глобальные изменения природной среды и климата»: Избр. науч. тр.). – М., 1999. – С. 165–201.
98. *Кудеяров В.А.* Современные оценки углеродного цикла в глобальном масштабе и на территории России // Эмиссия и сток парниковых газов на территории Северной Евразии / под ред. Н.П. Лаверова. – Пущино: ОНТИ ПНЦ РАН, 2004. – С. 17–26.
99. *Кулагин А.А., Шагиева Ю.А.* Древесные растения и биологическая консервация промышленных загрязнителей. – М.: Наука, 2005. – 190 с.
100. *Кулагин А.А., Зайцев Г.А.* Лиственница Сукачева в экстремальных лесорастительных условиях Южного Урала. – М.: Наука, 2008. – 171 с.

101. Кулагин А.Ю. Ивы: техногенез и проблемы оптимизации нарушенных ландшафтов. – Уфа: Гилем, 1998. – 193 с.
102. Кулагин А.Ю., Гиниятуллин Р.Х., Уразгильдин Р.В. Средостабилизирующая роль лесных насаждений в условиях Стерлитамакского промышленного центра. – Уфа: Гилем, 2010. – 108 с.
103. Кулагин А.Ю., Кагарманов И.Р., Блонская Л.Н. Тополя в Предуралье: дендроэкологическая характеристика и использование. – Уфа: Гилем, 2000. – 124 с.
104. Кулагин Ю.З. Древесные растения и промышленная среда. – М.: Наука, 1974. – 125 с.
105. Кулагин Ю.З. Лесообразующие виды, техногенез и прогнозирование. – М: Наука, 1980. – 116 с.
106. Кулагин Ю.З. Индустриальная дендроэкология и прогнозирование. – М.: Наука, 1985. – 118 с.
107. Культиасов И.М. Экология растений. – М.: Изд-во МГУ, 1982. – 379 с.
108. Кучма В.Р., Сердюковская В.Н., Демин А.К. Руководство по гигиене и охране здоровья школьников. – М., 2000. – 151 с.
109. Крашенников И.М. Географические работы. – М.: Географиз, 1954. – 611 с.
110. Крашенников И.М., Кучеровская-Рожсанец С.Е. Растительность Башкирской АССР. – Л.: АН СССР, 1941. – 155 с.
111. Лархер В. Экология растений. – М.: Мир, 1978. – 183 с.
112. Лосев К.С. Экологические проблемы и перспективы устойчивого развития России в XXI веке. – М.: Космоинформ, 2001. – 420 с.
113. Луканин В.Н., Трофименко Ю.В. Промышленно-транспортная экология. – М.: Высшая школа, 2001. – 270 с.
114. Лушиников Е.А. Районирование карста Башкирии // Региональное картоведение. – М.: Изд. АН СССР, 1961. – С. 65–69.
115. Львович М.И. Мировые водные ресурсы и их будущее. – М.: Мысль, 1974. – 444 с.
116. Малиновский Ю.М. Недра – летопись биосферы. – М.: Недра, 1990. – 159 с.
117. Мартынов Н.А., Баталов А.А., Кулагин А.Ю. Широколиственно-хвойные леса Уфимского плато: фитоценотическая характеристика и возобновление. – Уфа: Гилем, 2002. – 222 с.
118. Мильков Ф.Н. Человек и ландшафты. Очерки антропогенного ландшафтования. – М.: Мысль, 1973. – 223 с.
119. Миркин Б.М., Наумова Л.Г., Злобин Ю.А. Состояние и тенденции развития современной агроэкологии. Итоги науки и техники. ВИНИТИ. Сер. Растениеводство. – 1991. – 10. – С. 1–182.

120. *Моисеев Н.Н.* Алгоритмы развития (Моисеев Н.Н. Сер. «Академические чтения»). – М.: Наука, 1987. – 303 с.
121. *Мокроносов А.Т.* Фотосинтез и изменение содержания CO<sub>2</sub> в атмосфере // Природа. – 1994. № 7. – С. 25–27.
122. *Мокроносов А.Т.* Глобальный фотосинтез и биоразнообразие растительности // Круговорот углерода на территории России / под ред. Н.П.Лаверова и Г.А. Заварзина (ИТП «Глобальные изменения природной среды и климата»: Избр. науч. тр.). – М., 1999. – С. 19–62.
123. *Мокроносов А.Т., Кудеяров В.Н.* Сток и эмиссия углекислого газа на территории России // Государственная научно-техническая программа России. Глобальные изменения природной среды и климата. Избранные научные труды / под общ. ред. акад. Н.П. Лаверова. – М., 1997. – С. 292–306.
124. *Молчанов А.А.* Гидрологическая роль леса. – М.: Изд-во АН СССР, 1960. – 485 с.
125. *Молчанов А.А.* Научные основы ведения хозяйства в дубравах лесостепи. – М.: Наука, 1964. – 357 с.
126. *Молчанов А.А.* Продуктивность органической массы в лесах различных зон. – М.: Наука, 1971. – 274 с.
127. *Молчанов А.А.* Влияние леса на окружающую среду. – М.: Наука, 1973. – 357 с.
128. Мониторинг биоты полуострова Ямал в связи с развитием объектов добычи и транспорта газа. – Екатеринбург: Изд. УРЦ «Агрокосмоэкология», 1997. – 197 с.
129. *Мукатанов А.Х.* Горно-лесные почвы Башкирской АССР. – М.: Наука, 1982. – 147 с.
130. *Мукатанов А.Х.* Почвенно-экологическое районирование Республики Башкортостан (почвенно-экологические округа): Препринт. УНЦ РАН. – Уфа, 1994. – 33 с.
131. *Мукатанов А.Х.* Почвенно-экологическое районирование Башкирии // Почтоведение. – 1993. № 9. – С. 47–50.
132. *Мукатанов А.Х., Харисов М.К.* Введение в экологию землепользования Башкирского Зауралья. – Уфа: Китап, 1996. – 157 с.
133. *Мукатанов А.Х.* Вопросы эволюции и районирования почвенного покрова Республики Башкортостан. – Уфа: Гилем, 1999. – 226 с.
134. *Мукатанов А.Х., Мартынов Н.А., Соломещ А.И.* Почвенно-лесорастительное районирование Республики Башкортостан как основа организации охраны природы // Башкирский экологический вестник. – 2000. № 2. – С. 3–7.

135. Народонаселение стран мира: Справочник / под ред. проф. Б.Ц. Урланиса. – М.: Статистика, 1978. – 525 с.
136. Население Республики Башкортостан (по данным Всероссийской переписи населения 2002 года). Статистический сборник. – Уфа, 2005. – 225 с.
137. Научно обоснованные системы земледелия по зонам Башкирской АССР на 1981–1985 гг. – Уфа, 1982. – 256 с.
138. Научно-обоснованные системы земледелия по зонам Башкирской АССР. – Уфа: Башк. кн. изд-во, 1990. – 262 с.
139. О состоянии окружающей природной среды Российской Федерации за 1988–1998 гг. – М.: Гос. центр экологических программ, 1999. – 136 с.
140. Общегеографический региональный атлас Республики Башкортостан. М 1:200 000. Изд-е 1-е, 1999. – М.: 439 ЦЭВКФ, 1999. – 120 с.
141. Одум Ю. Основы экологии. – М.: Мир, 1975. – 736 с.
142. Органическое вещество почв Башкирии// Ф.Х. Хазиев, А.Х. Мукатанов, Ф.Я. Багаутдинов и др. / БНЦ УрО АН СССР. – Уфа, 1991. – 273 с.
143. Орлов Д.С. Химия почв. – М.: Изд-во МГУ, 1985. – 376 с.
144. Основы лесной биогеоценологии / под ред. акад. В.Н. Сукачева и д-ра биол. наук Н.В. Дылиса. – М.: Наука, 1964. – 568 с.
145. Печаткин В.В., Гарипов Ф.Н., Кулагин А.Ю. Современные проблемы эколого-экономической оценки лесов Республики Башкортостан. – Уфа: Гилем, 2005. – 130 с.
146. Плохинский Н.А. Биометрия. 2-е изд. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1970. – 367 с.
147. Поздняков Д.В., Тикунов В.С., Федотов А.П. Разработка и картографирование интегральных показателей устойчивого развития стран мира // Вестник Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. – 2003. № 2. – С. 19–29.
148. Почвенная карта Башкортостана. 1988. М 1:600 000. – М.: ГУГК, 1990.
149. Почвы Башкирии. Т. 1. – Уфа, 1973. – 458 с.
150. Почвы Башкортостана. Т. 2 / под ред. чл.-корр. АН РБ, проф. Ф.Х. Хазиева. – Уфа: Гилем, 1995. – 383 с.
151. Почвы Башкортостана. Т. 1 / под ред. гл-корр. АН РБ, проф. Ф.Х. Хазиева. – Уфа: Гилем, 1997. – 326 с.
152. Пулы и потоки углерода в наземных экосистемах России / В.Н. Кудеяров, Г.А. Заварзин, С.А. Благодатский и др. / отв. ред. Г.А. Заварзин; Ин-т физ.-хим. и биол. проблем почвоведения РАН. – М.: Наука, 2007. – 315 с.
153. Реймерс Н.Ф. Природопользование: Словарь-справочник. – М.: Мысль, 1990. – 637 с.

154. Рекомендации по расчету испарения с поверхности суши. – Л.: Гидрометеоиздат, 1976. – 96 с.
155. Родин Л.И., Базилевич Н.И. Динамика органического вещества и биологический круговорот в основных типах растительности. – М.; Л.: Наука, 1965. – 249 с.
156. Рождественский А.П. Геоморфологическое районирование. М 1:4 000 000. Атлас Республики Башкортостан. Комитет по геодезии и картографии Российской Федерации, 1992. – С. 10.
157. Рождественский А.П. Новейшая тектоника и развитие рельефа Южного Приуралья. – М.: Наука, 1971. – 302 с.
158. Российский статистический ежегодник: Стат. сб. / Госкомитет России. – М., 2000. – 642 с.
159. Рябчиков А.М. Структура и динамика геосферы, ее естественное развитие и изменение человеком. – М.: Мысль, 1972. – 222 с.
160. Рябчинский А.Е. Лесорастительное районирование Башкирской АССР // Сборник трудов по лесному хозяйству. Вып. V. – Уфа: БЛОС, 1961. – С. 5–40.
161. Рябчинский А.Е. Лесохозяйственные районы Башкирской АССР. – Уфа: Башк. кн. изд-во, 1976. – С. 7–15.
162. Савенко В.С. Трансформация силикатов в процессе литогенеза как фактор, контролирующий содержание CO<sub>2</sub> в атмосфере // Вестник МГУ. Сер. 5. География. – 2005. № 5. – С. 5–11.
163. Сбруев Ю.И. Методические аспекты изучения физического состояния населения разных климато-географических зон СССР // Экология человека. Основные проблемы. – М.: Наука, 1988. – С. 176–180.
164. Система ведения сельского хозяйства по зонам Башкирской АССР. – Уфа: Башкнигоиздат, 1960.
165. Система рекомендаций по ведению лесного хозяйства в Башкирской АССР. – Уфа, 1976. – 371 с.
166. Сочава В.Б. Введение в учениях о геосистемах. – Новосибирск: Наука, 1978. – 318 с.
167. Справочник лесничего. Изд. 2-е, исправ. и доп. – М.: Изд-во «Лесная промышленность», 1965. – 663 с.
168. Справочник по климату СССР. Вып. 9. Ч. IV. – Л.: Гидрометеоиздат, 1968. – 372 с.
169. Стурман В.И. Основы экологического картографирования. – Ижевск: Изд-во Удм. ун-та, 1995. – 221 с.
170. Стурман В.И. Экологическое картографирование. – Ижевск: Издательский дом «Удмуртский университет», 2000. – 152 с.

171. *Тайчинов С.Н.* Природные зоны и агропочвенные районы Башкирии // Почвы Башкирии. Т.1. – Уфа: Ин-т биологии БФ АН СССР, 1973. – С. 72.
172. *Тахаев Х.Я.* Природные условия и ресурсы Башкирской АССР. – Уфа, 1959.
173. *Тимофеев-Ресовский Н.В.* Биосфера и человечество // Научные труды Обнинского отдела ГО СССР. – М., 1968. Сб.1.2.1.
174. *Титлянова А.А.* Биологический круговорот углерода в травяных биогеоценозах. – Новосибирск: Наука, 1977. – 219 с.
175. *Титлянова А.А.* Биологический круговорот азота и зольных элементов в травяных биогеоценозах. – Новосибирск: Наука, 1979. – 149 с.
176. *Тишков А.А.* Биосферные функции природных экосистем России / А.А.Тишков; отв. ред. Н.И.Коронкевич; Ин-т географии РАН. – М.: Наука, 2005. – 309 с.
177. Третье национальное сообщение Российской Федерации, представленное в соответствии со статьями 4 и 12 рамочной Конвенции Организации Объединенных Наций об изменениях климата. Межведомственная комиссия Российской Федерации по проблемам изменения климата. – М., 2002. – 158 с.
178. *Туровцев М.М.* Водная эрозия почв в Башкирии. – Уфа: Башк. кн. изд-во, 1958. – 75 с.
179. *Усольцев В.А.* Фитомасса лесов Северной Евразии: база данных и география. – Екатеринбург: УрО РАН, 2001. – 707 с.
180. *Усольцев В.А.* Биологическая продуктивность лесов Северной Евразии: методы, база данных и приложения. – Екатеринбург: УрО РАН, 2007. – 636 с.
181. *Усольцев В.А.* Фитомасса и первичная продукция Евразии. – Екатеринбург: УрО РАН, 2010. – 569 с.
182. Физико-географическое районирование Башк. АССР / Уч. Зап. БГУ. Т. XV1. Сер. географ. № 1. – Уфа, 1964. – 208 с.
183. *Хайретдинов А.Х., Габдрахимов К.М., Хатмуллин Р.З.* Концепция восстановления естественных лесов Южного Урала // Леса Башкортостана: современное состояние и перспективы. – Уфа, 1997. – С. 144–145.
184. *Хисматов М.Ф.* ТERRITORIALНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ СИЛ Башкирии и пути ее совершенствования. – Уфа: Башк. кн. изд-во, 1987. – 272 с.
185. *Ходашова К.С.* Динамика биомассы позвоночных животных и ее связь с зональными особенностями фитомассы и водно-теплового режима // Биологическая продуктивность и круговорот химических элементов в растительных сообществах. – Л.: Наука, 1971. – С. 186–188.
186. Четвертое национальное сообщение, представляемое в соответствии со статьями 4 и 12 Рамочной Конвенции ООН об изменении климата и статьей 7 Киотского протокола. Российская Федерация, 2006 г. – М., 2006. – 163 с.

187. Четырехъязычный энциклопедический словарь терминов по физической географии. Русско-англо-немецко-французский // под ред. проф. А.И. Спиридонова; сост. проф. И.С. Щукин. – М.: Изд-во «Советская энциклопедия», 1980. – 703 с.
188. Чурагулов Р.С. Экология лесов Южного Урала. – М.: Наука, 1999. – 416 с.
189. Шальт М.С. Подземная часть некоторых луговых, степных и пустынных растений и фитоценозов. Сер. III. Геоботаника. Под ред. Е.М. Лавренко, С.Я. Соколова и А.П. Шенникова. Вып. 6. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1950. – С. 205–442.
190. Шакиров А.В. Эколо-географическое районирование Башкортостана. – М.: Химия, 2003. – 356 с.
191. Швебс Г.И. Концепция природно-хозяйственных территориальных систем и вопросы рационального природопользования // География и природные ресурсы. – 1987. № 4. – С. 30–38.
192. Швебс Г.И., Позаченюк Е.А. Географические основы социально-экологической экспертизы и мониторинга // География на пороге третьего тысячелетия // Сб. научных трудов к X съезду РГО. – СПб., 1995. – С. 91–98.
193. Швиденко А.З., Нильссон С., Столбовой В.С., Рожков В.А., Глюк М. Опыт агрегированной оценки основных показателей биопродукционного процесса и углеродного бюджета наземных экосистем России. 2. Нетто-первичная продукция экосистем // Экология. – 2001. № 2. – С. 83–90.
194. Шенников А.П. Экология растений. – М.: Советская наука, 1950. – 372 с.
195. Шенников А.П. Введение в геоботанику. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1964. – 447 с.
196. Шипунов Ф.Я. Организованность биосферы. – М.: Наука, 1980. – 288 с.
197. Шнитников А.В. Изменчивость общей увлажненности материков северного полушария // Записки Географического общества Союза ССР. Т. 16, Нов. серия. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1957. – 334 с.
198. Экология Ханты-Мансийского автономного округа / сост. Л.Н. Добринский, В.В. Плотников / под ред. В.В. Плотникова. СОФТ Дизайн. – Тюмень, 1997. – 286 с.
199. Эмиссия и сток парниковых газов на территории Северной Евразии / под ред. Н.П. Лаверова. – Пущино: ИФХ и БПП РАН, 2004. – 105с.
200. Bryant D., Nielsen D., Tangleay L. The last frontier forests. World Resources Institute. – 1997. – 42 p.
201. Global Environment Outlook. 2000. L.: Earth scan. Publ. Ltd., 1999. – 398 p.
202. Houghton R.A., Mairi Filho L.G., Callender B.A. et al. (eds). Climate Change 1995. The Science of Climate Change. Cambridge. Univ. Press. 1996. – 968 p.
203. Magnitude and significance of carbon burial in lakes, reservoirs and northern peatlands // US Ged. Surv. – 1999. № 058-99. – P. 1–2.

## Приложение 1

**Площади основных лесообразующих пород в лесах  
Республики Башкортостана**  
(из фондовых данных Министерства лесного хозяйства РБ)

Лесообразующие породы	Площадь, 10 <sup>3</sup> га		% по группам пород
	по породам	по группам пород	
Сосна	744,0	793,0	14,9
Лиственница	48,5		1,0
Ель	269,0	326,0	5,08
Пихта	57,5		1,19
Дуб	333,0	546,0	6,41
Клен	191,0		3,46
Вяз	22,25		0,46
Липа	1040,0	3141,0	21,05
Береза	1292,0		26,25
Осина	809,0		16,26
Ольха	169,0	213,0	3,02
Тополь	9,25		0,19
Прочие	35,0		0,73
<b>Всего</b>			<b>100,0</b>

**Сводная таблица данных о запасах гумуса в почвах Республики Башкортостан**  
 (по данным различных источников)

Почвы	Запасы гумуса, г/га	Использованные источники
1	2	3
Дерново-ползолистые	160, 115–157 200, 231	Почвы Башкортостана, 1995; Мукатанов, 1999
Дерново-карбонатные	180, 250 220, –	Почвы Башкортостана, 1995; Мукатанов, 1999
Светлосерые лесные	148±2 200 125 120 188,32 $\frac{186\pm9}{186}$ ; $\frac{250}{162,5*}$ ; $\frac{156*}{207,57}$	Комплексная программа..., 1990; Хазиев, Мукатанов и др., 1990; Почвы Башкортостана, 1995; Мукатанов, 1999
Серые лесные	$\frac{216\pm2}{247\pm12}$ ; $\frac{244\pm14}{276\pm17}$ ; $\frac{204\pm15}{240\pm21}$ ; $\frac{285}{360}$ ; $\frac{185}{240,5*}$ ; $\frac{210\pm262}{295}$ ; $\frac{185}{240,5*}$ ; $\frac{197,14}{256,28*}$	Комплексная программа..., 1990; Хазиев, Мукатанов и др., 1990; Почвы Башкортостана, 1997; Мукатанов, 1999
Темносерые лесные	$\frac{318\pm18}{352\pm19}$ ; $\frac{355\pm7}{401\pm19}$ ; $\frac{358\pm13}{415\pm19}$ ; $\frac{340\pm31}{381\pm34}$ ; $\frac{360}{400}$ ; $\frac{290}{377*}$ ; $\frac{300}{390*}$ ; $\frac{320}{416*}$	Комплексная программа..., 1990; Хазиев, Мукатанов и др., 1990; Почвы Башкортостана, 1997; Мукатанов, 1999
Черноземы:	480 $\frac{528*}{528*}$	Почвы Башкортостана, 1997
вывшелоченные	$\frac{568\pm18}{438\pm16}$ ; $\frac{565\pm19}{608\pm30}$ ; $\frac{352,2\pm30,3}{426,4\pm25,8}$ ; $\frac{508\pm10}{547\pm10}$ ; $\frac{550}{605*}$ ; $\frac{485-500}{540}$ ;	Комплексная программа..., 1990; Хазиев, Мукатанов и др., 1990; Мукатанов, Харисов, 1996; Почвы Башкортостана, 1997

*Продолжение прил. 2*

1	2	3
тиличные	$428 \pm 25$ , $490 \pm 9$ , $530$ , $530$ , $475$ $468 \pm 30$ , $539 *$ , $583 *$ , $583 *$ , $522,5 *$	Комплексная программа..., 1990; Хазиев, Мукатанов и др., 1990; Почвы Башкортостана, 1997
тиличные к карбонатные	$455$ , $455$ $500,5 *$ , $500,5 *$	Комплексная программа..., 1990; Хазиев, Мукатанов и др., 1990
обыкновенные	$362 \pm 42,1$ , $370$ , $362 \pm 42$ , $450$ $426 \pm 46,4$ , $407 *$ , $426 \pm 46,4$ , $495 *$	Комплексная программа..., 1990; Хазиев, Мукатанов и др., 1990
обыкновенные солонцеватые		
обыкновенные карбонатные южные	$232,3 \pm 37,1$ , $275$ , $282$ , $275$ , $232,3 \pm 37,1$ , $350$ $254,3 \pm 27,4$ , $302,5 *$ , $338$ , $302,5 *$ , $254,3 \pm 27,4$ , $385 *$	Комплексная программа..., 1990; Хазиев, Мукатанов и др., 1990; Мукатанов, Хазиев, 1996; Почвы Башкортостана, 1997;
южные солонцеватые		
южные карбонатные	$455 \pm 24$ $500,5 *$	
Лугово-черноземные	$-$ , $400$ , $-$ $525,24$ , $-$ , $541,35$	Курчесев, Долгова, 1975; Почвы Башкортостана, 1995; Мукатанов, Хазиев 1996
Переувлажненные (влажно-луговая, болотные, болотные)	$856,1510,558,39,2000$	Курчесев, Долгова, 1975; Органическое вещество почв Башкирии, 1991
Солонцы	$-$	Мукатанов, Хазиев, 1996;
Солончаки	$215$	

*Окончание прил. 2*

1	2	3
Аллювиальные	$268,589,320,465,707,580; \frac{-}{403}, \frac{225}{487,2}, \frac{-}{300}, \frac{475}{139,5}, \frac{600}{}$	Курчев, Долгова, 1975; Органическое вещество почв Башкирии, 1991; Мукатанов, 1999
Горно-луговые (тундровые)	$\frac{-}{135}$	Органическое вещество почв Башкирии, 1991; Мукатанов, 1991
Горно-лесные (дерново-подзолистые, серые лесные, бурые)	$\frac{-}{142}, \frac{-}{116}, \frac{-}{225}, \frac{-}{310}, \frac{-}{240}, \frac{-}{155}, \frac{-}{270}, \frac{-}{566}, \frac{-}{340}, \frac{-}{200}, \frac{-}{255}, \frac{-}{561,55}, \frac{-}{402,99}, \frac{-}{116}, \frac{-}{255}, \frac{-}{310}, \frac{-}{240}, \frac{-}{150}, \frac{-}{100-150}, \frac{-}{310}$	Органическое вещество..., 1991; Мукатанов, 1982, 1986, 1990, 1999; Бурангулова, Мукатанов, 1975
Горные черноземы	$\frac{580}{638}, \frac{440}{484}, \frac{585}{525}, \frac{493}{480}, \frac{500}{640}, \frac{542,3}{542}, \frac{640}{550}$	Бурангулова, Мукатанов, 1975; Мукатанов, 1982, 1986, 1999; Почвы Башкортостана, 1995, 1997; Органическое вещество..., 1991
Неполноразвитые	$\frac{290,210}{150}, \frac{-}{110}, \frac{75}{255}$	Мукатанов, 1986; Органическое вещество..., 1991
Овражно-балочные		
Прочие		

*Примечания:* 1) В числителе – запасы в пахотных почвах, в знаменателе – в целинных;  
 2) Звездочкой выделены значения, полученные расчетным путем.

### Биомасса растительности и запасы углерода в растительном покрове Республики Башкортостан

№ выде-ла	Основные растительные сообщества и их сочетания	Биомасса растительности, т/га, (по: табл. б; Родин, Базилевич, 1965)	Запасы углерода, т/га
1	Сельхозуголья, хвойно-широколистственные леса (с сосновой, елью, березой, листвой)	25 – 267 – 288	12 – 130
2*	Широколиственно-ельовые леса с преобладанием ели	267	120
3	Сельхозуголья в сочетании с березовыми лесами	25 – 133	12 – 59
4	Сельхозуголья в сочетании с березовыми, осиновыми лесами	25 – 133 – 227	12 – 59 – 104
5	Сельхозуголья в сочетании с дубовой лесостепью, лиловыми, основными лесами	25 – 214	12 – 200
6	Сельхозуголья на месте степей	25	12
7	Сельхозуголья в сочетании с лиловыми, дубовыми, осиновыми лесами, с абсолютным преобладанием сельхозуголья	25 – 214	12 – 59
8	Сельхозуголья в сочетании с дубовыми, лиловыми, основными лесами	25 – 214 – 227	12 – 96
9*	Горные смешанные лиственные: из осины, липпы, клена и березы, отчасти сосновые, леса	214 – 227	97 – 104
10*	Горные темнохвойные леса с господством ели	267	120
11*	Горные сосновые леса	288	130
12	Степи и сельхозуголья на месте степей		

\* – горная территория.

**Таблица отбора наиболее распространенных почв  
Республики Башкортостан для характеристики распределения  
запасов органического углерода**

№ выдела	Индексы наиболее распространенных почв	Интервалы содержания гумуса, т/га	Интервалы содержания углерода, т/га
1	П <sup>н</sup> , Л <sub>1</sub> , Л <sub>2</sub>	156 – 280	90 – 162
2	Л <sub>2</sub> , Л <sub>3</sub>	330 – 480	191 – 270
3*	Л <sub>1</sub> , Л <sub>2</sub> , П <sup>н</sup> , Д <sup>к</sup>	160 – 280	93 – 162
4	Л <sub>3</sub> , Ч <sup>оп</sup>	330 – 520	191 – 300
5	Л <sub>2</sub>	220 – 280	128 – 162
6	Л <sub>1</sub> , Л <sub>2</sub> , Л <sub>3</sub> , Ч <sup>оп</sup> , Ч <sup>в</sup>	220 – 330	128 – 190
7	Л <sub>1</sub> , Л <sub>2</sub> , Л <sub>3</sub> , Ч <sup>в</sup> , Ч	220 – 390	128 – 230
8	Л <sub>2</sub> , Л <sub>3</sub> , Ч, Ч <sup>в</sup> , Ч <sub>к</sub>	390 – 497	226 – 288
9	Ч, Ч <sub>к</sub> , Ч <sup>в</sup> , Ч <sub>ок</sub>	460 – 500	267 – 290
10	Л <sub>2</sub> , Л <sub>3</sub> , Ч <sup>в</sup> , Ч <sup>оп</sup>	330 – 497	190 – 290
11*	Ч <sub>к</sub> , Ч <sup>в</sup> , ГЧ <sub>к</sub>	167 – 176	97 – 102
12*	ГП <sub>д</sub> , ГЛг, ГЛб.	до 100	58
13*	ГД <sub>к</sub> , ГЛг, Г <sub>пр</sub> , ГЧ <sup>оп</sup>	198 – 571	115 – 330
14*	ГЧ <sub>к</sub>	167 – 176	97 – 102
15	Ч <sup>в</sup> , Ч <sup>ю</sup> , БЛ, ВЛг, С <sup>ч</sup> <sub>к</sub>	282 – 497	164 – 290
16	Ал	350 – 440	200 – 260

\* – горная территория.

*Примечание:* П<sup>н</sup> – дерново-подзолистая; Д<sup>к</sup> – дерново-карбонатная; Л<sub>1</sub> – светло-серая лесная; Л<sub>2</sub> – серая лесная; Л<sub>3</sub> – темносерая лесная; Ч<sup>оп</sup> – чернозем оподзоленный; Ч<sup>в</sup> – чернозем выщелоченный; Ч<sup>т</sup> – чернозем типичный; Ч<sub>к</sub> – чернозем карбонатный; Ч<sup>т</sup><sub>к</sub> – чернозем типичный карбонатный; Ч<sup>ю</sup> – чернозем южный, Ч<sup>т</sup><sub>ок</sub> – чернозем типичный остаточно-карбонатный; ГЧ<sub>к</sub> – горный чернозем неразвитый; ГП<sub>д</sub> – горная дерново-подзолистая; ГЛг – горно-луговая; ГЛб – горная лугово-болотная; ГЧ<sup>оп</sup> – горный чернозем оподзоленный; БЛ – лугово-болотная; ВЛг – влажнолуговая; С<sup>ч</sup><sub>к</sub> Ал – аллювиальная.

**Сводная таблица контуров растительности и почв  
Республики Башкортостан для определения суммарных запасов  
органического углерода**

№ контура	Выбранный интервал сумм запасов углерода, т/га
1	102 – 292
2	202 – 400
3*	100 – 220
4	200 – 400
5	140 – 260
6	140 – 320
7	140 – 330
8	280 – 350
9	240 – 390
10	290
11	200 – 390
12*	200
13*	до 180
14*	250 – 330
15*	250 – 460
16*	220 – 430
17*	200
18	180 - 290

\* – горная территория.

## Приложение 6

### Динамика эмиссии углерода в результате сжигания ископаемого топлива и продуктов его переработки (млн т с 1991 по 2006 гг.)

Год	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Выбросы углекислоты	91,67	91,0	93,88	78,57	78,72	81,76	80,3	75,77	70,92	70,14	72,91	71,4	68,32	68,04	68,04	70,56	59,64
Выбросы углерода	25,02	24,84	25,62	21,44	21,51	22,31	21,92	20,68	19,36	19,14	19,9	19,49	18,65	18,57	19,26	16,82	

**Распределение численности сельского населения  
Республики Башкортостан по геосистемам региона (составлено  
на основе данных: Административно-территориальное деление..., 1999)**

Геосистема	Район, часть района	Численность населения
		1
Уфимско-Бельская	Аскинский	24804
	Дюртюлинский	7063
	Янаульский	23972
	Краснокамский	27127
	Калтасинский	30017
	Татышлинский	29872
	Балтачевский	27005
	Бураевский	30620
	Караидельский	31126
	Мишキンский	29196
	Бирский	20691
	Благовещенский	17825
	Дуванский	2471
	Нуримановский	9034
Уфимская	Благовещенский	3054
	Караидельский	9140
	Аскинский	2106
	Салаватский	1135
	Белокатайский	18830
	Салаватский	29377
Юрюзанско-Айская	Дуванский	30214
	Кигинский	21878
	Мечетлинский	28176
	Федоровский	15210
	Стерлибашевский	4007
Бугульминско- Белебеевская	Альшеевский	42428
	Миякинский	34486
	Бишбулякский	29674
	Белебеевский	18245
	Ермекеевский	18245
	Туймазинский	31885
	Шаранский	25939
	Бакалинский	34130
	Дюртюлинский	27415
	Илишевский	37804
Чермасанско- Ашкадарская	Чекмагушевский	36340
	Кушнаренковский	31062
	Уфимский	55640

1	2	3
	Чишминский	52417
	Благоварский	26747
	Бузлякский	33838
	Давлекановский	19424
	Альшеевский	8077
	Кармаскалинский	50552
	Аургазинский	43149
	Стерлитамакский	36900
	Стерлибашский	18383
	Мелеузовский	14526
Инзерско-Салдыбашская	Нуримановский	14766
	Архангельский	4642
Зилимско-Зиганская	Архангельский	15997
	Гафурийский	36466
	Ишимбайский	25447
Общесыртинская	Федоровский	6173
	Мелеузовский	1426
	Кугарчинский	9239
	Куюргазинский	26082
Нугушско-Иксая	Мелеузовский	11796
	Кугарчинский	24290
	Зианчуринский	12575
Южно-Уральская	Белокатайский	5278
	Учалинский	3920
	Абзелиловский	914
	Баймакский	548
	Кугарчинский	314
	Мелеузовский	1291
	Ишимбайский	1504
	Гафурийский	1888
	Архангельский	982
Зилаирская	Хайбуллинский	2716
	Зилаирский	19810
	Кугарчинский	706
	Баймакский	2400
	Зианчуринский	19710
Крыктытау-Ирандыкская	Учалинский	28812
	Абзелиловский	33135
	Баймакский	9591
Сакмарская	Баймакский	28247
Таналыкско-Янгельская	Учалинский	4734
	Абзелиловский	10996
	Баймакский	6796
	Хайбуллинский	32478

**Сводные данные о нагрузке домашних животных на сельхозугодья  
в геосистемах Республики Башкортостан**

Геосистема	Административный район, часть района							
	Поголовье скота, усл.гол КРС	Пашня, га	Нагрузка на пашню, гол КРС/га	Естественные кормовые угодья (ЕКУ), га	Нагрузка на ЕКУ, гол КРС/га	Сельскохозяйственн. уголья, га	Нагрузка на сельхоз. угодья, гол КРС/га	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Тюйско-Бельская	Краснокам-ский	30770	46906	0,66	39047	0,79	89953	0,34
	Янаульский	45520	85077	0,54	57987	0,79	143064	0,32
	Калтасин-ский	25505	50262	0,51	36280	0,70	86542	0,29
	Татышлин-ский	32420	51496	0,63	24996	1,30	76492	0,42
	Аскинский	14274	27918	0,51*	43751	0,34*	71669	0,16
	Балтачев-ский	35830	67107	0,53	33563	1,07	100670	0,36
	Бураевский	40375	80538	0,50	47820	0,84	128358	0,31
	Караидель-ский	26336	51509	0,51*	53471	0,50*	104980	0,20
	Мишキン-ский	22405	54916	0,41	49017	0,46	103933	0,22
	Бирский	23475	54515	0,43	54436	0,43	108951	0,22
Уфимская	Благове-щенский	24131	47293	0,51*	67712	0,37*	115005	0,21
	Дюртюлин-ский	5229*	9866	0,53*	29172	0,18*	18996	0,41
	Нуриманов-ский	1581	392	4,03	3836	0,41	4228	0,37
	Дуванский	2631*	219	12,0*	4248	0,59*	4467	0,59
	Благове-щенский	3252*	101	32,2*	3430	0,91*	3531	0,92
	Караидель-ский	9732*	1882	5,17	21429	0,44*	23311	0,42
	Аскинский	1805*	4154	0,43*	7698	022*	11852	0,15
	Салаватский	1209*	153	7,9*	5070	0,23*	5223	0,23

*Продолжение прил. 8*

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Юрюзан-ско-Айская	Мечетлинский	32931	57144	0,58	50632	0,53	107776	0,25
	Белокатайский	25045*	48988	0,51*	59831	0,43*	108819	0,18
	Салаватский	17944*	35099	0,51*	72722	0,26*	107821	0,13
	Дуванский	17946	79956	0,51*	42445	1,0*	122401	0,26
	Кигинский	21906	43098	0,51	51680	0,38	94778	0,20
Бугуль-минско-Белебеевская	Федоровский	6487*	49976	0,53*	28071	0,94*	78047	0,33
	Стерлибашевский	7572*	14287	0,53*	15755	0,48*	30042	0,24
	Альшеевский	29109*	54923	0,53	48236	0,60*	103159	0,27
	Миякинский	48430	84408	0,57	69272	0,70	153680	0,32
	Бижбулякский	36885	94309	0,39	68269	0,54	162578	0,23
	Белебейский	26130	63912	0,41	44804	0,58	108716	0,24
	Ермекеевский	32945	69726	0,47	43437	0,76	113163	0,29
	Туймазинский	49130	82793	0,59	53669	0,92	136462	0,36
	Бакалинский	34225	75979	0,45	46788	0,73	122767	0,28
	Шаранский	32990	54681	0,60	42552	0,78	97333	0,34
Чермасан-ско-Аш-кадарская	Илишевский	57650	93132	0,62	48562	1,19	141694	0,41
	Дюртюлинский	31421*	59285	0,53*	29671	1,06*	88956	0,62
	Чекмагушевский	53125	90947	0,58	48270	1,10	139217	0,38
	Кушнаренковский	30075	86876	0,35	48640	0,62	135516	0,22
	Буздякский	42385	85604	0,50	47488	0,89	133092	0,32
	Благоварский	39750	88779	0,45	49030	0,81	137809	0,29
	Уфимский	35030	67740	0,52	33685	1,04	101425	0,35
	Чишминский	38680	87201	0,44	47705	0,81	134906	0,29
	Давлекановский	32330	94279	0,35	65482	0,49	159761	0,20
	Альшеевский	28343*	53478	0,53	28164	1,0*	81642	0,23
	Кармаскалинский	48015	80506	0,60	45708	1,05	126214	0,38

*Продолжение прил. 8*

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Инзерско-Салдыбашская	Аургазинский	53485	95651	0,56	57183	0,94	152834	0,35
	Стерлита-макский	79945	129693	0,62	57925	1,38	187618	0,43
	Стерлибашский	31327*	59108	0,53*	27565	1,14*	86673	0,31
	Мелеузовский	26655*	35705	0,75*	23878	1,12*	59583	0,17
Зилимско-Зиганская	Нуримановский	12097	12303	0,98	18297	0,66	30599	0,40
	Архангельский	6639	4040	1,64	11755	0,56	15795	0,42
	Иглинский	30660	50315	0,46	59255	0,52	109570	0,28
Общесыртинская	Архангельский	17918	17058	1,05	25493	0,70	42551	0,42
	Гафурийский	26678	41449	0,64	38157	0,70	79606	0,36
	Ишимбайский	31830	51613	0,62	51488	0,62	103101	0,31
	Мелеузовский	1201	3105	0,39	4974	0,24	8079	0,15
Нугушско-Икская	Федоровский	18883*	35629	0,53*	25107	0,75*	60312	0,23
	Кугарчинский	13119	19148	0,69	20542	0,64	39690	0,33
	Куюргазинский	42549	108743	0,39	84061	0,51	192804	0,22
Южно-Уральская	Мелеузовский	14770	28253	0,52	20286	0,73	48539	0,30
	Кугарчинский	18016	54554	0,33	62078	0,30	116632	0,15
	Зианчуринский	21094	17892	1,18	17210	0,75*	35102	0,60
	Архангельский	1361	566	2,40	2112	0,64	2678	0,51
	Мелеузовский	407	147	2,77	4030	0,10	4177	0,10
	Гафурийский	889	250	3,56	6705	0,13	6925	0,13
	Ишимбайский	1802	110	16,38	9715	0,19	9825	0,18

*Окончание прил. 8*

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Баймакский	475	407	1,17	3860	0,12	4267	0,11
	Абзелилов-ский	1507	473	3,19	4831	0,31	5304	0,28
	Кугарчин-ский	216	79	2,73	5605	0,39	5763	0,04
	Учалинский	573	105	5,46	1468	0,39	1573	0,36
	Белокатай-ский	5620	1418	3,80*	15994	0,34*	17412	0,32
	Белорецкий	20490	14743	1,39	92067	0,22	106810	0,19
	Бурзянский	19845	4245	4,67	38282	0,52	42527	0,47
Зилаирская	Баймакский	2077	1636	1,27	11396	0,18	13032	0,16
	Хайбуллин-ский	3348	141	23,74	8947	0,37	9088	0,37
	Кугарчин-ский	556	72	7,72	41	13,6	11978	0,05
	Зилаирский	11193	18038	0,62	64024	0,17	82602	0,14
	Зианчурин-ский	13390	24396	0,55	87572	0,23*	111968	0,12
Крыкты-тау-Иран-дышская	Баймакский	11528	15142	0,76	50155	0,23	65297	0,18
	Абзелилов-ский	27604	1241	22,24	18311	1,51	19552	1,41
	Учалинский	35993	43194	0,83	108421	0,33	151615	0,24
Сакмар-ская	Баймакский	44878	68367	0,66	98727	0,45	167094	0,27
Танаalyк-ско-Ян-гельская	Баймакский	14400	51144	0,28	31530	0,46	82674	0,17
	Абзелилов-ский	21921	92923	0,24	82150	0,27	175073	0,13
	Хайбуллин-ский	47340	111627	0,42	182013	0,26	293640	0,16
	Учалинский	12040	15801	0,76	24609	0,49	40410	0,30
	Зилаирский	11627	26546	0,44	37117	0,31	63663	0,18

*Примечание: \* – теоретические значения.*

**Объем использованной в районировании выборки материалов**  
 (для территорий районов Республики Башкортостан,  
 расположенных в переходных зонах)

№ п/п	Район	Использованная часть нетто- первичной продукции	Структура землепользования	Структура землепользования сельских хозяйств и советов	Картосхема распределения хо- зяйств	Картосхема расположения сель- ских советов	Данные о населенных пунктах	и численности населения	Данные о численности скота	по районам	Данные о численности скота	в хозяйствах	Данные о численности скота	у населения	Картографические материалы	Использованные традиционные и коммерческие виды топлива
1	Белокатайский	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
2	Дуванский	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
3	Салаватский	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
4	Учалинский	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
5	Абзелиловский	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
6	Баймакский	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
7	Хайбуллинский	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
8	Зилаирский	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
9	Зианчуринский	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
10	Кугарчинский	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
11	Мелеузовский	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
12	Ишimbайский	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
13	Гафурийский	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
14	Архангельский	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
15	Благовещен- ский	-	+	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
16	Нуримановский	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
17	Караидельский	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
18	Аскинский	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-

### Основные параметры антропогенной нагрузки на геосистемы Республики Башкортостан

Район, часть района	Площадь, км <sup>2</sup>	Пашни, %	Естественные коренные угодья, ЕКУ, %	Нагрузка на ЕКУ в усл. гол. КРС/га	Нагрузка на ЕКУ в усл. гол. КРС/га	Сельскохозяйственные угодья, %	Плотность населения, чел./км <sup>2</sup>	Мощность биологического потребления энергии, Е <sub>с</sub> , 10 <sup>3</sup> Вт	Энергетическая нагрузка на грузка на территории, Вт/км <sup>2</sup>	Численность населения, N чел.	Облесенность, %	Отношение лесной площади к пашне S <sub>л</sub> /S <sub>п</sub>	
Основные параметры антропогенной нагрузки на Тойской-Бельскую геосистему													
Янаульский	2103	40,45	27,57	0,54	0,79	68,02	11,40	93490	134243	63834	23972	26,42	0,65
Краснокамский	1494	31,39	26,13	0,66	0,79	57,42	18,16	105795	151911	101680	27127	24,91	0,79
Калгасинский	1548	32,46	23,43	0,51	0,70	55,89	19,39	117066	168095	108588	30017	36,74	1,31
Татышинский	1376	37,42	18,17	0,63	1,30	55,59	21,71	116500	167283	121570	29872	38,08	1,02
Аскинский	1625	57,52	35,27	0,53	0,34	92,79	15,27	96762	138940	85500	24811	40,56	2,36
Балтаевский	1598	41,99	21,00	0,53	1,07	62,99	16,9	105320	151228	94635	27005	29,74	0,71
Бураевский	1814	44,39	26,34	0,50	0,84	70,73	16,88	119418	171472	945270	30620	20,44	0,46
Караидельский	1214	41,88	48,23	0,53	0,50	90,11	18,11	85745	123120	101420	21986	18,34	0,43
Мишкинский	1689	32,51	29,02	0,41	0,46	61,53	17,29	113864	163498	96880	29196	33,54	1,03
Бирский	1744	31,25	19,71	0,43	0,43	50,96	11,86	80695	115870	66440	20691	26,03	0,83

*Продолжение прил. 10*

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Дюртюлинский	457	21,66	19,91	0,53	0,18	41,57	15,46	27545	39550	86540	7063	45,94	2,1
Благовещенский	1828	26,16	41,78	0,53	0,37	67,94	8,08	57606	82720	45250	14771	21,90	0,85
Основные параметры антропогенной нагрузки на Уфимскую геосистему													
Дуванский	1781	0,12	2,38	11,15	0,59	2,5	1,39	9637	13838	7770	2471	95,82	779,0
Нуримановский	1625	0,24	2,36	4,03	0,41	2,6	5,56	35233	50590	31132	9034	86,36	358
Благовещенский	431	0,23	7,95	30,5	0,9	8,18	7,09	11910	17102	39680	3054	92,88	396,0
Караандельский	2450	0,77	8,75	4,9	0,43	9,52	3,73	35646	51184	20891	9140	81,62	106,47
Аскинский	917	4,53	8,4	0,41	0,22	12,93	1,85	6470	9492	10351	1695	71,88	15,87
Салаватский	325	0,47	15,60	1,39	0,22	16,07	3,49	4426	6356	19557	1135	81,14	172,0
Основные параметры антропогенной нагрузки на Юрюзанско-Айскую геосистему													
Белокатайский	1443,0	33,95	41,46	0,53	0,43	75,41	13,05	73437	105448	73075	18830	10,37	0,31
Кигинский	1688,0	25,53	30,61	0,46	0,38	56,14	12,96	85324	122517	72581	21878	36,49	4,43
Салаватский	1857,0	18,9	39,16	0,53	0,26	58,06	15,82	114570	164511	88590	29377	33,13	1,75
Дуванский	1462,0	54,69	29,03	0,53	1,0	83,72	20,63	117835	169198	115730	30214	6,14	0,11
Мечетлинский	1557,0	36,70	32,52	0,47	0,53	69,22	18,10	109886	157785	101339	28176	24,48	0,97
Основные параметры антропогенной нагрузки на Бутыльникско-Белебевскую геосистему													
Федоровский	1075	41,86	26,14	0,53	0,94	68,00	10,15	59319	85176	79233	15210	11,48	0,23

*Продолжение прил. 10*

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Стерлибашевский	656	21,8	24,1	0,53	0,48	45,90	6,11	15627	22439	34206	4007	24,49	1,12
Альшеевский	1140,0	48,16	42,28	0,53	0,60	90,44	37,22	165469	237596	208418	42428	16,34	0,72
Минкинский	2051	41,16	33,8	0,57	0,7	74,96	16,81	134495	193122	94160	34486	17,71	0,43
Бижбулякский	2134	44,19	32,0	0,39	0,54	76,19	13,91	115729	166174	77850	29674	13,55	0,31
Белебеевский	1865	34,27	24,02	0,41	0,5	58,29	9,78	71155	102172	54784	18245	35,45	1,03
Ермекеевский	1438	48,5	30,2	0,47	0,76	78,70	13,66	76635	110040	76523	19650	12,84	0,26
Туймазинский	2365	35,0	22,7	0,59	0,92	57,70	13,48	1243529	178556	75450	31885	29,84	0,84
Шаранский	1384	39,5	30,74	0,6	0,78	70,24	18,74	101162	145258	104955	25939	23,90	0,60
Бакалинский	1951	38,9	24,0	0,45	0,73	62,90	17,49	133107	191128	97964	34130	31,47	0,81
Основные параметры антропогенной нагрузки на Чемасанско-Ашкадарскую геосистему													
Илишевский	1974	47,19	24,60	0,62	1,19	71,79	19,15	147435	211702	107245	37804	17,58	0,37
Дюртюлинский	1175	50,47	25,28	0,53	1,06	75,75	23,33	106919	153524	130659	27415	11,75	0,23
Чекмагушевский	1692	53,74	28,52	0,58	1,10	82,26	21,48	141726	203504	120274	36340	11,78	0,22
Кушнаренковский	1748	49,69	27,82	0,35	0,62	77,51	17,77	121141	173947	99512	31062	11,27	0,23
Уфимский	1513	44,78	22,27	0,52	1,04	67,05	36,77	216996	311584	205938	55640	18,98	0,42
Чипилинский	1824	47,81	26,40	0,44	0,81	74,21	28,74	204426	293535	160929	52417	16,19	0,34
Благоварский	1611	55,10	30,43	0,45	0,81	85,53	16,6	1043,13	148254	92026	26747	7,96	0,14

*Продолжение прил. 10*

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Давлека-новский	1863	50,60	35,15	0,35	0,49	85,75	10,43	75754	108774	58386	19424	5,76	0,11
Альшевес-ский	1275	42	22,12	0,53	0,07	64,12	6,33	31500	45231	35475	8077	3,10	0,07
Кармаска-линский	1751	45,98	26,11	0,60	1,05	72,09	28,87	197153	283091	161674	50552	19,05	0,41
Аургазин-ский	2014	47,49	28,39	0,56	0,94	75,88	21,42	168281	241634	119977	43149	17,61	0,37
Стерлига-макский	2227	58,24	26,01	0,62	1,38	84,25	16,57	143910	206640	92789	36900	5,92	0,10
Стерлиба-шевский	953	62	29,0	0,53	1,14	91,00	19,29	71694	102945	108022	18383	13,79	0,22
Мелсузов-ский	1062	33,62	22,48	0,53	1,12	56,10	13,68	56651	81345	76596	14526	3,3	0,10
<i>Основные параметры антропогенной нагрузки на Инзерско-Салдыбашскую геосистему</i>													
Нуриманов-ский	1009	12,19	18,14	0,98	0,6	30,33	14,63	57384	82690	81952	14766	34,78	2,85
Иглинский	2455	20,50	24,14	0,46	0,52	44,64	18,14	173648	249340	101564	44525	48,78	2,38
Архангель-ский	819	4,93	14,36	1,64	0,56	19,29	5,57	18104	25995	31740	4642	83,70	16,97
<i>Основные параметры антропогенной нагрузки на Зилимско-Зитанскую геосистему</i>													
Архангель-ский	765	22,3	33,33	1,05	0,70	55,63	20,9	62388	89583	117102	15997	33,6	1,51
Гафурий-ский	1826	22,90	20,9	0,64	0,70	43,80	19,97	142217	204210	111835	36466	43,13	1,90
Ишимбай-ский	1543	33,45	33,37	0,62	0,62	66,82	16,49	99243	142503	92355	25447	26,38	0,79
<i>Основные параметры антропогенной нагрузки на Общесартинскую геосистему</i>													
Федоровский	616	57,79	40,1	0,53	0,75	97,89	10,02	24075	34569	56119	6173	-	-

*Продолжение прил. 10*

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Култагазин- ский	2238,0	48,6	37,6	0,39	0,51	86,20	11,65	101720	146059	63263	26082	8,68	0,18
Кутарчин- ский	425	45,05	48,33	0,69	0,64	93,38	21,74	36032	51738	121736	9239	52,49	1,17
Мелеузов- ский	156	19,9	31,9	0,39	0,24	51,80	9,14	5561	7986	51192	1426	37,34	1,87
Основные параметры антропогенной нагрузки на Нугушско-Иксскую геосистему													
Мелеузов- ский	660	42,88	30,75	0,53	0,73	0,73	73,63	46004	66058	100088	11796	17,65	0,41
Кутарчин- ский	1319	41,87	45,40	0,33	0,30	0,30	82,27	93731	136024	103127	24290	9,94	0,41
Зианчурин- ский	397	45,09	43,32	0,72	0,75	1,9	88,41	49042	70420	177380	12575	30,35	0,67
Южно-Уральскую геосистему													
Белокатай- ский	1594	0,89	10,03	3,86	0,34	10,92	3,31	20584	29557	18543	5278	84,54	95,04
Учалинский	1560	0,07	0,94	5,46	0,39	1,03	2,51	15288	21952	14072	3920	90,58	1345,81
Абзелилов- ский	169	2,8	28,58	3,19	0,31	31,36	5,41	3565	5118	30284	914	96,27	34,40
Баймакский	413	1,0	9,36	1,17	0,12	10,36	1,33	2137	3069	7431	548	98,0	99,85
Кутарчин- ский	513	0,1	10,93	2,73	0,39	11,10	0,61	1225	1758	3427	314	86,96	564,68
Мелеузов- ский	1322	0,11	3,05	2,77	0,10	3,16	0,98	5035	7230	5469	1291	72,26	65,0
Ишimbай- ский	2663	0,04	3,65	16,38	0,19	3,69	0,56	5865	8422	3163	1504	86,61	29,9
Гафурий- ский	1213	0,21	5,55	3,56	0,13	5,76	1,56	7363	10573	8717	1888	97,38	472,48

*Окончание прил. 10*

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Архангель- ский	838	0,68	2,52	2,40	0,64	32,0	1,17	3830	5499	6490	982	92,02	136,2
Белорецкий	11280	1,31	8,16	1,39	0,22	9,47	2,8	122998	176613	15657	31538	85,51	65,42
Бурзянский	4444	0,96	8,62	4,67	0,52	9,58	4,0	69135	99271	22338	17727	85,96	90,0
Основные параметры антропогенной нагрузки на Зилаирскую геосистему													
Зилаирский	5358	3,37	11,95	0,62	0,17	15,32	1,20	24991	35885	6697	6408	64,7	19,22
Хайбуллин- ский	888	0,16	10,08	23,74	0,37	10,24	3,06	10592	15210	17128	2716	48,63	306,31
Эзанчурин- ский	2945	8,29	29,75	0,83	0,37	38,04	0,23	77259	110936	37669	19810	32,44	4,44
Кугарчин- ский	1114	2,60	12,49	2,12	0,05	15,09	0,63	2753	3954	3549	706	46,72	722,92
Баймакский	925	1,77	12,32	1,27	0,18	14,09	2,59	9360	13440	14530	2400	61,51	34,78
Основные параметры антропогенной нагрузки на Крыктытауско-Иранлыкскую геосистему													
Учалинский	2405	17,96	45,08	0,83	0,33	63,04	14,63	137218	197030	81925	35184	21,0	1,17
Абзелилов- ский	1537	0,81	11,91	22,24	1,51	12,72	21,56	129226	185556	120726	33135	79,43	98,38
Баймакский	1150	13,17	43,62	0,76	0,23	56,79	8,34	37405	53710	46704	9591	42,41	3,22
Основные параметры антропогенной нагрузки на Сакмарскую геосистему													
Баймакский	1912,5	35,75	51,62	0,66	0,45	87,37	14,77	110163	158,83	82710	28247	4,25	0,16
Основные параметры антропогенной нагрузки на Таналыкско-Янгелескую геосистему													
Учалинский	531	29,76	46,35	0,76	0,49	76,11	11,99	24796	35605	67053	6358	19,0	0,64
Абзелилов- ский	2583	35,97	31,8	0,24	0,27	67,77	4,26	42884	61578	23840	10996	9,45	0,26
Баймакский	1017	50,29	31,0	0,46	0,46	81,29	6,68	26504	38058	37422	6796	8,0	0,16
Зилаирский	638	40,61	67,7	0,31	0,31	97,78	21,81	54260	77913	122121	13913	28,61	0,69
Хайбуллин- ский	3024	36,91	60,19	0,26	0,26	97,10	10,74	126664	181877	60145	32478	1,0	0,02

# ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ .....</b>	5
<b>Г л а в а 1. КРУГОВОРОТ УГЛЕРОДА В БИОСФЕРЕ .....</b>	9
1.1. Географические закономерности круговорота углерода .....	10
1.2. Факторы пространственно-временной дифференциации углеродных циклов .....	12
<b>Г л а в а 2. ЗАПАСЫ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ПРИРОДНО-ХОЗЯЙСТВЕННОЙ СИСТЕМЕ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН</b>	
2.1. Региональная природно-хозяйственная система .....	18
2.2. Основные особенности природных условий территории Республики Башкортостан .....	21
2.3. Источники фактического материала .....	22
2.4. Методы исследований, основные расчеты и вычисляемые параметры .....	23
2.5. Исходные данные .....	25
2.6. Расчет обеспеченности региона климатическими ресурсами .....	26
2.7. Расчет годовой потребности населения и животных в пищевых и кормовых ресурсах .....	31
2.7.1. Расчет биомассы населения .....	32
2.7.2. Расчет потребности сельскохозяйственных животных в кормах .....	33
2.8. Материально-энергетическая основа процессов, протекающих в природно-хозяйственной системе	
2.8.1. Расчет биомассы растительности доиндустриальной эпохи .....	33
2.8.2. Расчет нетто-первичной продукции растительности допромышленного периода .....	34
2.8.3. Расчет биомассы современной растительности .....	35
2.8.4. Расчет полной нетто-первичной продукции современной растительности .....	37
2.8.5. Аналитическое определение нетто-первичной продукции современной растительности .....	38
2.9. Определение запасов почвенного гумуса и их изменений в связи с сельскохозяйственным освоением территории	
2.9.1. Запасы гумуса в современных почвах .....	40

2.9.2. Расчет запасов гумуса в почвах доиндустриального периода .....	42
---	----

## Г л а в а 3. УГЛЕРОД В ПРИРОДНО-ХОЗЯЙСТВЕННОЙ СИСТЕМЕ

3.1. Географические закономерности распределения запасов углерода .....	44
3.1.1. Закономерности географического распределения запасов углерода в растительном покрове .....	45
3.1.2. Закономерности географического распределения органического углерода в почвах .....	50
3.1.3. Закономерности географического распределения суммарного органического углерода .....	51
3.2. Баланс углерода в природно-хозяйственной системе .....	53
3.3. Географические закономерности эмиссии углерода почвами Республики Башкортостан .....	58
3.4. Расчет индустриальной эмиссии углерода .....	61
3.5. Общий баланс углерода в природно-хозяйственной системе Республики Башкортостан .....	63
3.6. Оценка влияния хозяйственной деятельности на окружающую среду по балансу углерода .....	64

## Г л а в а 4. ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ПРИРОДНО-ХОЗЯЙСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ И ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН В ЦЕЛЯХ УПРАВЛЕНИЯ БАЛАНСОМ УГЛЕРОДА .....

4.1. Выделение геосистем .....	68
4.2. Состояние геосистем	
4.2.1. Степень нарушенности естественных ландшафтов .....	75
4.2.2. Сток углерода в геосистемы .....	76
4.2.3. Оценка нагрузки сельскохозяйственного производства на геосистемы .....	90
4.2.4. Отбор и оценка факторов, влияющих на величину поголовья скота .....	93
4.2.5. Изучение закономерностей распределения поголовья скота .....	94
4.2.6. Выявление ведущих факторов, влияющих на распределение поголовья скота в зависимости от геоморфологических условий .....	94

<b>4.3. Обобщающие таблицы количественных характеристик геосистем .....</b>	<b>99</b>
<b>4.4. Типизация геосистем на основе сходства показателей их состояния .....</b>	<b>99</b>
<b>Г л а в а 5. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ УПРАВЛЕНИЯ БАЛАНСОМ УГЛЕРОДА В ПРИРОДНО-ХОЗЯЙСТВЕННОЙ СИСТЕМЕ .....</b>	<b>115</b>
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>	<b>119</b>
<b>ЛИТЕРАТУРА .....</b>	<b>122</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ .....</b>	<b>135</b>

**Кашапов Револьт Шаймухаметович, Кулагин Алексей Юрьевич**

**ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ  
ПРИРОДНО-ХОЗЯЙСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ ПО БАЛАНСУ УГЛЕРОДА  
на примере Республики Башкортостан**

Редактор: *E.P. Малая*

Компьютерная верстка *А.Л. Гаделовой*

Подписано в печать 21.06.2013. Формат 60x84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офисная «Снегурочка».

Гарнитура «Таймс». Печать на ризографе. Усл. печ.л. 9,3. Уч.-изд.л. 8,6.

Тираж 200 экз. Заказ № 54

Издательство «Гилем» НИК «Башкирская энциклопедия»

450006, г. Уфа, ул. Революционная, 55. Тел.: (347) 250-06-72, 250-06-80, 273-05-93

[gilem\\_anrb@mail.ru](mailto:gilem_anrb@mail.ru), [pr@bashenc.ru](mailto:pr@bashenc.ru)



**Кашапов Револьт Шаймухаметович** – доктор географических наук, профессор, отличник образования Республики Башкортостан, профессор кафедры экологии и природопользования Башкирского государственного педагогического университета им. М. Акмуллы.

Область научных интересов: экология, геоэкология, ландшафтovedение, охрана природы и природопользование, геоботаника.

Автор более 160 научных работ, в том числе 5 монографий.



**Кулагин Алексей Юрьевич** – доктор биологических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации и Республики Башкортостан, заведующий лабораторией лесоведения Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института биологии Уфимского научного центра РАН, профессор кафедры экологии и природопользования Башкирского государственного педагогического университета им. М. Акмуллы, профессор Уфимского государственного университета экономики и сервиса, руководитель научно-образовательного центра «Дендроэкология и природопользование» при Институте биологии Уфимского научного центра РАН.

Область научных интересов: экология, дендроэкология, природопользование, устойчивость лесных экосистем, онтогенетические аспекты и адаптации древесных растений в экстремальных лесорастительных условиях.

Автор более 300 научных работ, в том числе 16 монографий.