



На правах рукописи

**Репкин Роман Владимирович**

**ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ  
ЭКОСИСТЕМ МАЛЫХ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ**

Специальность 03.02.08 – экология (биология)

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

26 АПР 2012

Владимир 2012

Работа выполнена в ФГБОУ ВПО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых» (ВлГУ)

**Научный руководитель:**

Доктор биологических наук,  
доцент

Мищенко Н. В.

**Официальные оппоненты:**

Доктор биологических наук, профессор,  
РГАУ им. К. А. Тимирязева,  
зав. кафедрой земледелия и агрометеорологии

Мазиров М. А.

Кандидат биологических наук,  
МГУ им. М. В. Ломоносова,  
факультет почвоведения,  
старший научный сотрудник

Быкова Е. П.

**Ведущая организация:**

ФГБОУ ВПО «Шуйский государственный педагогический университет»

Защита состоится 24 01 2012 г. в 13<sup>00</sup> на заседании диссертационного совета ДМ 212.025.07 во Владимирском государственном университете по адресу: 600000, г. Владимир, ул. Горького, 87, ВлГУ, корп.1, ауд. 335

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ВлГУ

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные печатью, можно присылать по адресу: 600000, г. Владимир, ул. Горького, 87, ВлГУ, кафедра экологии.

Автореферат разослан «23» 01 2012 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
д.б.н., доцент



Мищенко Н. В.

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

**Актуальность темы.** Природные экосистемы отличаются различной скоростью эволюционных процессов и степенью антропогенного воздействия, изменяющего темп и направление их развития. Для оценки динамики и направления изменений, происходящих в экосистемах, входящих в структуру речного бассейна, вызванных как естественными природными, так и антропогенными факторами, необходимы комплексные исследования, базирующиеся на данных регионального экологического мониторинга и направленные на изучение элементов эко- и геосистем речного бассейна в их тесной взаимосвязи. Именно комплексное изучение целостных самостоятельных природно-территориальных структур, каковыми являются речные бассейны, позволяет выявить особенности трансформации экосистем, оптимизировать параметры природопользования (в частности землепользования и ведения лесного хозяйства) и совершенствовать системы управления при ожидаемом комплексе воздействий на экосистемы.

Актуальность исследования динамики развития бассейнов малых рек в системе экологического мониторинга очевидна, поскольку именно малые водосборы являются типичными геосистемами для средней части Восточно-Европейской равнины.

**Цели работы** заключались в определении трансформации экосистем по особенностям растительного покрова и почв малого речного бассейна на примере водосбора реки Судогды.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Выявить особенности почвенно-растительного покрова на локальном уровне в водосборных воронках истоков притоков реки Судогды.
2. Изучить структуру и динамику землепользования бассейнов малых рек.
3. Исследовать пространственно-временную динамику лесной растительности по космическим снимкам, статистическим и картографическим материалам.
4. Разработать экологический паспорт водосборного бассейна малой реки на основе GIS-технологий для экологического мониторинга.

**Научная новизна.** Впервые выявлены особенности трансформации почвенно-растительного покрова в границах водосборных воронок истоков малых рек и в бассейне реки Судогды в условиях длительной

антропогенной нагрузки, а также разработан экологический паспорт водосборного бассейна малой реки на основе кадастровой базы с использованием программного пакета ArcView GIS.

#### **Защищаемые положения.**

1. Трансформация эко- и геосистем в пределах малых речных бассейнов оценивается по состоянию биоресурсов, прежде всего растительного покрова (лесов) и почв.
2. Состояние водосборных воронок истоков малых рек является важным критерием для оценки устойчивости всего бассейна.
3. Экологический паспорт водосборного бассейна малых рек консолидирует комплексную информацию о природно-антропогенном состоянии и может быть использован при оценочных и сравнительных характеристиках различных бассейнов.

**Практическое значение работы.** Полученный экспериментально исследовательский материал позволяет в конкретных почвенно-климатических условиях проводить анализ трансформации геосистем водосборного бассейна с целью выявления проблемных тенденций для оптимизации природопользования.

**Апробации работы.** Материалы диссертации доложены и обсуждены на международных и всероссийских научных конференциях: Географическое краеведение: Всероссийская науч.- практ. конф., Владимир, 2002; Междунар. науч.-практ. конф. «Экология речных бассейнов», Владимир, 2002, 2005, 2007 гг.

**Публикации.** По теме диссертации опубликована 21 работа, в том числе одна статья в издании рекомендованном ВАК.

**Объем и структура работы.** Диссертация изложена на 143 страницах машинописного текста, состоит из введения, 6 глав, выводов, содержит 10 таблиц и 21 рисунка, 4 приложений, библиографический список включает 182 источника на русском и иностранных языках.

**Благодарности.** Автор выражает особую признательность своему научному руководителю д.б.н., доценту Наталье Владимировне Мищенко, д.б.н., профессору Татьяне Анатольевне Трифионовой за ценные советы, рекомендации и постоянное пристальное внимание к работе. Автор признателен за поддержку, методическую помощь сотрудникам кафедры экологии ВлГУ.

## ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Одним из важнейших объектов экомониторинга признаны реки и речные системы. Перспективное направление исследования их функционирования и развития – бассейновые и бассейново-ландшафтные методы. Бассейновый подход при экологических исследованиях является наиболее плодотворным и корректным методом, что обусловлено свойствами речных бассейнов как природных геосистем с естественными границами (Г.В. Добровольский, 1990, Т.А. Трифонова, Н.В. Мищенко, 1995, 1999, 2007, 2009). Концепция обособления речных бассейнов в качестве главных биосферных подразделений была разработана И.А. Титовым в 1961 г. Позднее ландшафтно-бассейновый подход к изучению биосферы использовался М.А. Глазовской, 1964, Ф.Н. Мильковым, 1986, и др. По мнению ряда авторов (В.П. Власов, 1990, А.М. Гринберг, 1994, А.Г. Исаченко, 1990, И.И. Мамай, 1992, Ф.Н. Мильков, 1981, и др.), характерной чертой речного бассейна является его длительная эволюция. Водосбор определяет генетическую взаимосвязь морфологической, ландшафтной, гидрологической структур.

Теоретическое обоснование модели формирования водосборных бассейнов представлено в трудах Т.А. Трифоновой (1995 г.) для горных массивов Малого Кавказа, где прослеживается последовательное доминирование эндогенных, а затем экзогенных процессов. Гипотеза образования горного речного русла с учетом теории деформации и трещинообразования может быть применима и для равнинных рек.

Деградация сети малых рек и их обмеление – широко распространенные явления в различных районах мира и, в частности, в средней полосе Европейской части России. Характеризуя водосборные бассейны, необходимо отметить, что специфический характер их формирования влияет на перераспределение влаги, количественные и качественные параметры стока, неоднородность морфологических свойств, особенности делювиального и аллювиального процессов, что в конечном итоге определяет структуру почвенно-растительного покрова. Истоки рек – это наиболее значимые и самые уязвимые элементы структуры водосбора, определяющие возможность функционирования и развития всего бассейна как целостной самоорганизующейся системы. Их существование зависит от стабильности и динамики факторов среды, среди которых наибольшее

значение имеют литогенная основа, климатические условия, растительность и почвы, а в условиях хозяйственного освоения и степень антропогенной деформации. Таким образом, изучение экосистем в рамках водосборных бассейнов, посредством исследования почвенно-растительного покрова представляется, по мнению ряда авторов, наиболее актуальным (В.П. Власов, 1990, А.А. Григорьев, 1985, А.М. Гринберг, А.Б. Качалин, 1994, Н.В. Мищенко, 1999, 2002, Т.А. Трифонова, 2002, 2009, Ashton, S. Mark, 2000, 1997, P. Propastin, M. Kappas 2006 и др.).

## **ГЛАВА 2. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

**Объектами исследования** явились бассейн реки Судогды и водосборные бассейны трех её левых притоков: рек Печенки, Побойки и Сердуги. Река Судогда – приток р. Клязьмы – примечательна пограничным географическим положением между природными районами Мещеры и Коврово-Касимовского плато, неоднородностью геоморфологической структуры бассейна и спецификой природопользования, претерпевающей реорганизацию в современных экономических условиях.

**Методы исследования.** Работа основывалась на системном методологическом подходе к оценке трансформации эко- и геосистем с использованием полевых и лабораторных исследований, закладки катен, анализа картографических и статистических данных, ГИС-технологий, методов дистанционного зондирования и автоматизированного дешифрирования космических снимков.

## **ГЛАВА 3. ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БАСЕЙНА РЕКИ СУДОГДА**

Река Судогда – одна из наиболее чистых рек Центральной России, является правым притоком Клязьмы, протекающим по территории Гусь-Хрустального и Судогодского административных районов Владимирской области (рис. 1). Общая протяженность водотока Судогды составляет 116 км, площадь водосбора – 1900 км<sup>2</sup>. Бассейн реки располагается на границе природных районов Мещеры и Коврово-Касимовского плато. Геоморфологическая структура обусловлена литологической основой и положением, приуроченным к древней трещине фундамента, над которой сформировался эрозионный врез – Судогодско-Колпинская ложбина стока. Дочетвертичные отложения на западе бассейна представлены меловыми

алевритами и песками с прослоями глин и песчаников, а на востоке – карбонатами пермской системы, повсеместно перекрыты четвертичными водноледниковыми и аллювиальными песками, супесями и суглинками. Такое положение бассейна вызывает неоднородность в гидрологическом режиме, в особенностях формирования почвенно-растительного покрова в пределах экосистем её притоков.

Климат района умеренно континентальный. Естественная растительность представлена лесами (более 50 % территории), лугами и болотами. Среди растительных ассоциаций на первое место выходят смешанные леса с преобладанием трех пород: сосны обыкновенной, ели обыкновенной и березы в верхнем ярусе, хорошо развитым подлеском и богатым набором травянистых растений. Бассейн расположен в

зоне дерново-подзолистых легких супесчаных и песчаных среднегумусированных почв. В основном развиты почвы трех типов: дерново-подзолистые, болотные и пойменные. Бассейн Судогды – староосвоенная территория с развитой сетью поселений. Структура природопользования на территории бассейна определяется высокой степенью лесистости с относительно слабо развитым сельским хозяйством, находящимся в депрессионном состоянии. В последние десятилетия разведаны и разрабатываются месторождения карбонатных пород и запасы подземных вод, что приводит к понижению уровня подземных вод в водоносных горизонтах, а также к изменениям почвенно-растительного покрова в пределах бассейна реки. Таким образом, изменения в структуре природопользования не могут не отразиться на водности и загрязнённости водотоков (общий индекс загрязнённости воды (ИЗВ) изменился с 1 до 3), на трансформации экосистем в пределах водосборного бассейна реки, особенно в истоках рек.

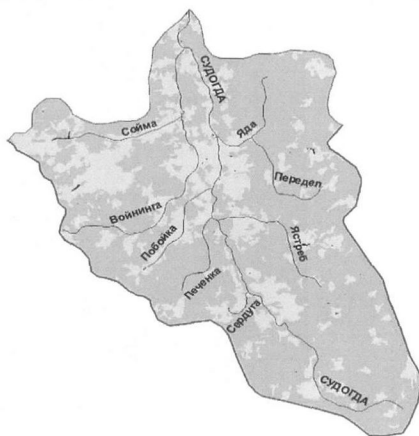


Рис. 1. Бассейн р. Судогда

## ГЛАВА 4. СТРУКТУРНО ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИСТОКОВ РЕК

Структурно-функциональная организованность природных экосистем водосборных воронок истоков рек и уровень антропогенного воздействия исследовались в истоках рек Печенки, Побойки и Сердуги в бассейне реки Судогды (рис. 2). В работе представлены экологические, геологические, гидрологические и климатические особенности территории, удалённость истоков от оси главного водотока, закономерности

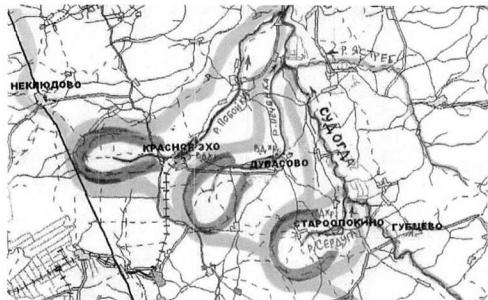


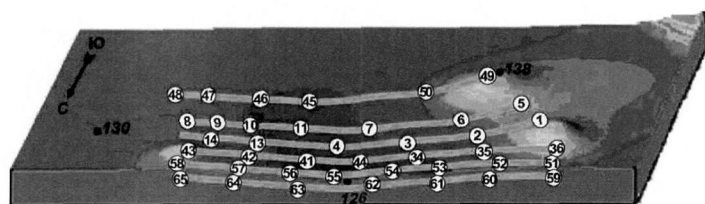
Рис. 2. Схема расположения водосборных воронок истоков рек Побойка, Печенка, и Сердуга бассейна реки Судогда

распространения растительного покрова и почв в зависимости от геоморфологических особенностей бассейнов рек и влияния антропогенного фактора. В родниках у истоков рек проведены замеры температуры и расхода воды, которые выявили увеличение температур с  $6^{\circ}\text{C}$  в истоке р. Сердуги до  $18 - 20^{\circ}\text{C}$  в истоке р. Побойки и

сокращение поверхностного стока по мере удаления от оси главной реки. Это свидетельствует о затухании проявления эндогенного фактора в формировании водосборной воронки истоков с увеличением расстояния от древней трещины фундамента под рекой Судогда, где происходит разгрузка напорных водоносных горизонтов. Все три реки зарегулированы плотинами, ниже которых формируется постоянный сток.

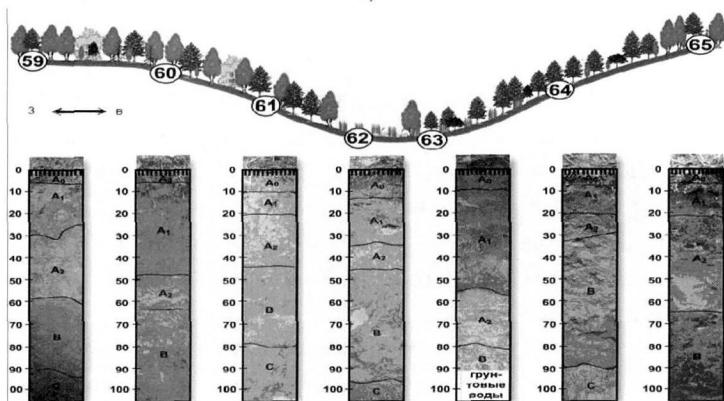
Заложены поперечные трансекты по профилю водосборных воронок истоков с целью исследования взаимосвязей рельефа, дерново-подзолистых и аллювиальных почв и растительного покрова (рис. 3).





8-9-10-11-7-6-5 поперечный профиль (трансекта) речной долины в истоке р. Печенка с номерами разрезов

а)



б)

Рис. 3. Схемы расположения разрезов (а) и почвенно-растительного профиля (б) в истоке р. Печенка

В период полевых работ нами выделены отличительные черты морфологического строения дерново-подзолистых почв бассейна реки Судогды – наличие в почвенном профиле остаточных признаков гидроморфизма в виде ржавых и сизых пятен, что указывает на существование в прошлом поемного режима данной территории.

Для всех катен, заложенных в трансектах водосборов, характерно следующее распределение типов растительности по положению в рельефе: на хорошо дренируемых вершинах водоразделов произрастают смешанные леса и посадки сосны, на более увлажненных надпойменных террасах и в пойме рек – травянистые луговые ассоциации. Наибольшее разнообразие видов растений (до 8 видов кустарников, до 25 видов трав и кустарничков) отмечается на суглинистых почвах и связано с тем, что суглинистые породы в большинстве случаев химически богаче песчаных. Леса на

суглинистых почвах богаче по составу, особенно травяному напочвенному, так как крупнопористость песчаных пород и тонкопористость суглинистых приводит к резким различиям проницаемости их для гумусовых растворов.

Известно, что свойства почвы (плотность твердой фазы, влажность и др.), во многом взаимосвязаны с типом и видовым составом растительной ассоциации (Л. О. Карпачевский, 1977, 1999). Нами определена плотность твердой фазы в поверхностном слое почвы и под различными типами растительных ассоциаций. Рассмотрена её связь с растениями травяно-кустарничкового яруса. Так, для смешанного типа леса характерно следующее соотношение: в горизонте  $A_1$  60 % значений попадает в диапазон 2,4 – 2,6 г/см<sup>3</sup>. С глубиной плотность твердой фазы увеличивается до 51 % с показателями плотности более 2,6 г/см<sup>3</sup>. Для соснового леса, представленного двумя ассоциациями (старовозрастные сосняки и молодые посадки), характерна устойчивость показателей плотности твердой фазы в средних пределах, которые не увеличиваются с глубиной профиля. Для участка с еловым лесом плотность твердой фазы несколько повышена: более 2,6 г/см<sup>3</sup>.

Под разнотравными лугами в истоке реки Печенки определены более низкие значения плотности твердой фазы почвы в горизонте  $A_1$ , чем в нижележащих горизонтах. Более гидроморфные таволговые луга, где горизонты В и С почвенного профиля находятся на уровне грунтовых вод, характеризуются повышенными значениями плотности твердой фазы в верхних горизонтах. Показатели плотности твердой фазы, как правило, имеют максимальные значения на вершинах водоразделов, чуть меньшее значение в поймах и надпойменных террасах. Очевидно, что это связано со степенью увлажнения почвенного профиля по всей глубине. На вершинах водоразделов на увлажнение влияет поверхностный сток, а в пойме и надпойменных террасах это зависит от заболоченности прибрежной зоны.

Потребление воды из почвы разными растениями не одинаково. Сильнее всего иссушают почву микрогруппировки папоротников брусники, черники и хвощей, а наибольшая влажность отмечается под кислицей и костяникой. Следует полагать, что эти растения влияют на физические свойства почвы.

Таким образом, на исследованных участках бассейнов малых рек выявлены следующие особенности: хорошо дренируемым формам рельефа

соответствует древесный тип растительности, более увлажненные элементы рельефа заняты травянистой луговой растительностью. Наблюдается закономерность в распределении фракций механического состава по горизонтам почвы под различными растительными ассоциациями. Под смешанными лесами в гумусовом горизонте характерно наличие песка и супеси. В сосновом лесу в поверхностных горизонтах преобладают легкие суглинки.

Установлено, что на западном склоне бассейна Судогды и на вершине водораздела, где располагаются исследуемые истоки, преобладают разнотравные луга, смешанные леса и посадки сосны, реакция среды (рН 4,1 – 5,5) кислая и слабокислая. В пойме рек на таволговых лугах значения рН приближаются к нейтральным (рН 6,7 – 7,1). На восточном склоне водораздела под смешанными лесами и сельхозугодиями преобладают почвы с ярко выраженными слабощелочными свойствами (рН 7,2 – 8,1).

Эти результаты подтвердились в ходе исследований степени насыщенности почвы основаниями. На западном склоне бассейна под посадками сосны значения варьируют в пределах 18,7 – 37,7 %, немного повышаясь на разнотравном луге 45,8 – 64,6 %. В пойме под таволговым лугом, показатель увеличивается: 85,5 – 92,6 %. Максимальные значения 99,0 – 99,4 % определены на восточной вершине водораздела бассейна на территории разнотравного луга.

Содержание гумуса в дерново-подзолистых почвах стабильно и невысоко (2,0 – 3,9 % в горизонте А с резким снижением по профилю). Содержание гумуса в почвах на западном склоне бассейна выше, чем на восточном. Для сосновых посадок характерны низкие значения в верхних горизонтах в пределах 1,2 – 3,8 %, для разнотравных злаковых лугов среднее содержание гумуса – 5,3 %. Максимальное значение 16,9 % определено в пойме реки в районе таволгового луга. На восточной вершине водораздела значения очень низкие, варьируются в пределах 0,3 – 0,7 % (табл. 1).

В пределах биогеоценозов варьирование свойств почв во многом зависит от характера растительности, произрастающей на них. Для исследуемых почв была определена первичная биологическая продуктивность (по количеству надземной фитомассы с разделением

растений на группы: злаки и разнотравье), которая для слабодерново-мелкоподзолистой маломощной почвы на песчаных отложениях первой террасы составила 9,6 ц/га, дерново-подзолистой старопашотной – 7,7 ц/га, слабодерново-мелкоподзолистой маломощная почвы на песчаных отложениях – 3,0 ц/га. Таким образом, из двух слабодерново-мелкоподзолистых маломощных почв наибольшей продуктивностью (примерно 3:1) характеризуется почва, расположенная на первой террасе.

Таблица 1. Содержание гумуса в почвенном профиле по элементам рельефа, % ( $n = 3 P = 0,95$ )

| Индекс горизонта | Содержание гумуса, % |                      |                     |                 |                     |
|------------------|----------------------|----------------------|---------------------|-----------------|---------------------|
|                  | западный склон       |                      |                     | восточный склон |                     |
|                  | Вершина водораздела  | Верхняя часть склона | Нижняя часть склона | Пойма           | Вершина водораздела |
| A1               | 5,3 ± 0,2            | 4,9 ± 0,3            | 2,7 ± 0,3           | 16,9 ± 0,6      | 0,67 ± 0,05         |
| A2               | 1,4 ± 0,1            | 3,8 ± 0,2            | 1,2 ± 0,1           | -               | 0,63 ± 0,04         |
| B/BC             | 0,84 ± 0,05          | 0,36 ± 0,04          | 0,31 ± 0,03         | 0,31 ± 0,03     | 0,29 ± 0,03         |

Анализ фитомассы свидетельствует о различном содержании золы в разных биологических группах растительности на разных дерново-подзолистых почвах. В целом средняя зольность злаков на исследуемых почвах составила 8,1 %, что типично для данной территории, а разнотравья – 8,6 %, что несколько ниже средних показателей (12 – 14 %).

Таким образом, особенности растительного покрова, длительность формирования растительного сообщества и степень его антропогенной деформации существенно влияют на свойства самой почвы: содержание гумуса, обменных катионов, рН, плотность, влажность и др.

Сравнительный почвенно-экологический анализ истоков малых рек бассейна Судогды позволяет отметить увеличение влияния экзогенных факторов на формирование водосборных воронок по мере их удаления от главной реки. Так, в пределах водосборной воронки р. Сердуги легкие дерновые мелкоподзолистые слабодифференцированные почвы постепенно утрачивали запасы органического вещества в процессе длительного сельскохозяйственного использования. Но в настоящее время бывшие поля и пастбища по склонам водосбора зарастают вторичным лесом с преобладанием сосны и берёзы возрастом 10 – 15 лет, а в зоне истока сохранились гидроморфные луговые ассоциации, обеспечивающие его сохранность. Функциональное состояние истока реки наиболее удовлетворительно. В истоке р. Печенки отмечено заболачивание и

заиливание русла, связанное с его подпруживанием дорожной насыпью, ниже которой формируется постоянный водоток. В истоке р. Побойки, наиболее удалённом от русловой оси Судогды, отсутствие сформированного растительного покрова (как результата агроиспользования) приводит к нарушению постоянного поверхностного стока на протяжении 3 – 8 км водосборной воронки, а на месте многолетних сельскохозяйственных угодий проявляются признаки деградации почвы (уменьшение мощности гумусового горизонта, усиление процессов вымывания органических и минеральных веществ) и развитие эрозии.

## ГЛАВА 5. СТРУКТУРА ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ

### 5.1. Анализ структуры землепользования

Структура землепользования исследуемых бассейнов оценивалась по данным картографических и статистических источников и по космическим снимкам, для выявления наиболее значимого приоритетного компонента экосистем, характеризующего интенсивность трансформации и устойчивость всей геосистемы бассейна.

Анализ данных структуры землепользования, полученных от лесо- и землепользователей и обработанный с применением ГИС-технологий показал, что во всех исследуемых бассейнах наибольшую площадь занимают лесные массивы. Самым освоенным в сельскохозяйственном отношении является водосбор Сердуги. Площадь пахотных земель здесь составляет 16,2 % от общей площади. Распределение земель по типам угодий представлено на рисунке 4.

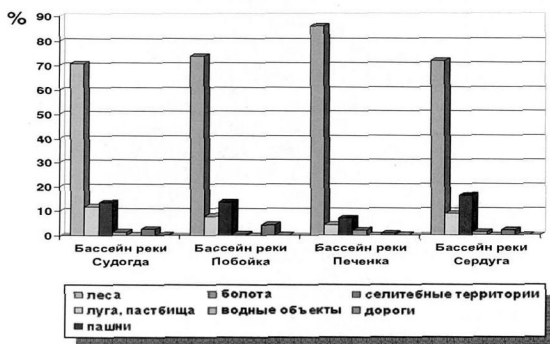


Рис. 4. Структура землепользования в исследуемых бассейнах

По результатам дешифрирования космических снимков (данные с ИСЗ «Метеор», аппаратура МСУ-Э, пространственное разрешение 45 м, 3 спектральных канала, 2004 год) в ArcView GIS созданы электронные карты структуры землепользования территорий бассейнов реки Судогды и её притоков (рис. 5). На основе разработанной карты землепользования рассчитаны площади различных земельных угодий, а также запасы фитомассы и показатели продуктивности бассейнов и угодий (табл. 2).

Таблица 2. Структура землепользования бассейна Судогды по данным космической съемки

| Угодья                          | Площадь, % | Фитомасса, тыс. т | Продукция, тыс. т/год |
|---------------------------------|------------|-------------------|-----------------------|
| Леса                            | 47,2       | 31260,1           | 724,1                 |
| Луга                            | 14,6       | 332,4             | 374,3                 |
| Пахотные угодья                 | 32,8       | -                 | -                     |
| Водные объекты                  | 5,3        | -                 | -                     |
| Населённые пункты, дороги и пр. | 0,1        | -                 | -                     |
| Всего                           | 100,0      | -                 | -                     |
| в т.ч. естественных экосистем   | 61,8       | 31592,4           | 1098,3                |

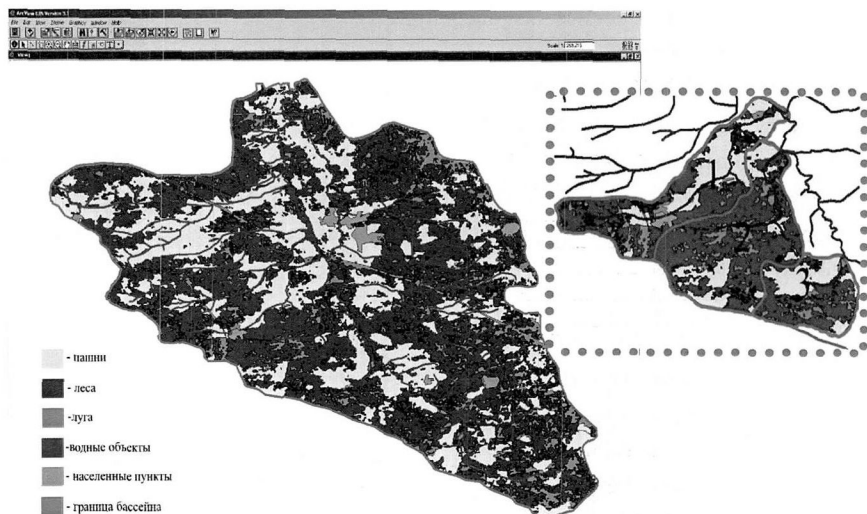


Рис. 5. Структура землепользования в бассейне р. Судогда и её притоков: 1- р. Побойка, 2- р. Печенка, 3- р. Сердуга

На созданной карте структуры землепользования Судогодского бассейна выделены малые бассейны рек Побойка, Печенка и Сердуга, для

которых рассчитаны продуктивность естественных экосистем и запас фитомассы как показатели устойчивости экосистем (табл. 3).

Наибольшие совпадения с аналогичными показателями для Судогды в удельных значениях фитомассы и продукции выявлены в бассейне Сердуги, поэтому этот малый бассейн может служить моделью всего бассейна Судогды.

Таблица 3. *Запас фитомассы и продуктивность исследуемых бассейнов*

| Бассейн реки | Удельная фитомасса естественных экосистем*, т/га | Удельная фитомасса бассейна*, т/га | Удельный запас фитомассы**, т/га | Удельная продукция естественных экосистем*, т/га в год | Удельная продукция бассейна*, т/га в год | Удельная продуктивность**, т/га в год |
|--------------|--------------------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------|
| Судогда      | 266,8                                            | 164,9                              | 130,2                            | 9,27                                                   | 5,73                                     | 7,54                                  |
| Печенка      | 289,4                                            | 223,9                              | 156,1                            | 8,91                                                   | 6,89                                     | 7,42                                  |
| Побойка      | 279,3                                            | 156,9                              | 127,0                            | 9,07                                                   | 5,09                                     | 7,14                                  |
| Сердуга      | 274,8                                            | 175,8                              | 132,0                            | 9,14                                                   | 5,85                                     | 7,31                                  |

\* - по данным космосъемки;

\*\* - по данным картографических и статистических источников.

Информативность космических снимков сопоставлена с информативностью картографических материалов на территорию исследуемых бассейнов (табл. 4).

Таблица 4. *Площади угодий бассейна р. Судогда, полученные с использованием ГИС, %*

| Угодья          | Площадь земель по данным космических снимков | Площадь земель по данным статистических и картографических источников |
|-----------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Леса            | 47,2                                         | 70,8                                                                  |
| Пашни           | 32,8                                         | 13,5                                                                  |
| Луга, поймы рек | 14,6                                         | 11,2                                                                  |
| Общая площадь   | 100,0                                        | 100,0                                                                 |

Данные космической съемки расходятся с данными, полученными от природопользователей, особенно по лесным угодьям. На бассейн ранее приходилась и довольно большая сельскохозяйственная нагрузка, которая в последние десятилетия резко сократилась, а неиспользуемые угодья деградируют из-за недостаточной способности естественных экосистем к самовосстановлению. Это может привести к серьезным экологическим последствиям и нарушениям в функциональной целостности ландшафтной структуры водосборов. Например, по данным дешифрирования космоснимков на 2004 год территория бассейна реки Печенки на 64,2 %

покрыта лесами, что значительно меньше данных, полученных от землепользователей, за 1993/94 года – 86,1 %. Объяснить это можно тем, что на картах не обозначены все современные вырубки лесов, а на снимках они как и молодые посадки лесных культур формально дешифрируются как пашни. В целом структура землепользования в данных бассейнах однородна и отличается высокой степенью лесистости.

## **5.2. Динамика лесной растительности в исследуемых бассейнах**

*Оценка площадей лесных земель.* Динамика лесной растительности оценивалась нами по материалам лесоустройств за 40 лет по основным учётным параметрам, отражающим состояние лесного фонда и состояние экосистем: площадь лесных земель, площадь лесов с защитными функциями и общий запас насаждений.

Большая часть лесов бассейна реки Судогды и трёх её притоков принадлежит Гослесфонду, в среднем около 65 % и ФГУ «Владсельлес» – соответственно 35 % площадей лесных земель (табл. 5).

В бассейне реки Печенки в целом наблюдается уменьшение площади лесных земель с 1983 по 1993 г. на 1,6 %. Причём, в то же время в ФГУ «Владсельлес» наблюдалось увеличение площади лесных земель. В бассейне реки Побойки наблюдалось увеличение площади лесных земель на 4,9 % (в 1994 г. по сравнению с 1983 г.). Это вызвано тем, что площадь лесных земель как ФГУ «Владсельлес», так и Гослесфонда увеличилась в связи с недоиспользованием земель сельскохозяйственного назначения (по Гослесфонду на 246 га к 2003 г. по сравнению с 1973 г.). Но в возобновляющихся мелколесьях преобладают низкосортные (ива, осина и др.) породы. В бассейне реки Сердуги также наблюдалось увеличение площади лесных земель на 14 га, что в процентном соотношении составило 0,3 % за аналогичный период за счёт зарастания земель негосударственного фонда. При этом лесные земли Гослесфонда за 30 лет сократились на 1,1 % в результате рубок и перевода земель в другие категории. Данный параметр нельзя считать достаточно корректно и объективно отображающим истинное состояние лесных угодий, так как он не учитывает дифференциацию лесных земель на покрытые лесом, возобновление и вырубки.

*Бассейновая оценка динамики лесов первой группы.* Проведен анализ изменения площади лесов и исследована динамика лесных



массивов с защитными функциями (I-я группа лесов) по водосборам малых рек бассейна Судогды. Несмотря на то, что доля лесов, выполняющих водоохранные и санитарно-защитные функции, в исследуемых бассейнах невелика (6 – 10 % общей площади), их состояние и роль являются определяющим для поддержания устойчивости экосистем истоков и стабильности общей структуры ландшафта.

По бассейнам рек Печенки и Побойки, в целом, площадь лесов I-й группы составляет по Гослесфонду 97,8 % и 94,4 %, соответственно, от общей площади кварталов с защитными свойствами, что в 2003 году выше на 20,3 % чем в 1973 году. По ФГУ «Владсельлес» площадь защитных лесов не менялась – 100 % площади кварталов. По бассейну р. Сердуги площадь лесов I-й группы уменьшилась на 5,8 % за тот же период.

***Бассейновая оценка общего запаса насаждений.*** Проведен анализ динамики общего запаса лесных насаждений по бассейну реки Печенки по данным Краснозховского и Жуковского лесничеств Гослесфонда, как преобладающих по площади на территории данного бассейна. Выявлена тенденция положительного изменения общего запаса насаждений, однако, важно отметить, что запас спелых и старовозрастных лесов сокращается.

По бассейну Побойки запас насаждений непрерывно возростал.

По бассейну Сердуги общий запас насаждений уменьшается, по данным Гослесфонда, наименьшее его значение было отмечено при лесоустройстве 1983 года, но в последующие годы просматривается положительная тенденция изменения общего запаса насаждений, хотя в 2003 году общий запас насаждений всё же остаётся ниже значения 1973 года на 21,6 %. По данным ФГУ «Владсельлес», общий запас насаждений также непрерывно уменьшается.

Снижение учётных данных показателей состояния запаса старовозрастных и зрелых лесных насаждений на территории исследуемых бассейнов малых рек даже при увеличении лесных площадей, выявленное с применением ГИС-технологий, подтверждает данные о нарушении поверхностного стока этих рек, вследствие чего уменьшается устойчивость экосистем бассейнов. Так, в истоке р. Печенка в результате вырубок вековых сосновых лесов на возвышенных элементах рельефа наблюдается снижение поверхностного стока реки, заиливание, гумификация и затухание истока в зоне водосборной воронки. В то же время отмечаются

более резкие паводковые колебания в русле, что привело, в частности, к размыву дамбы у села Дубасово Гусь-Хрустального района в мае 2007 г.

Таким образом, анализ показывает, что при экологической оценке состояния геосистем бассейнов нельзя ориентироваться только на один из методов исследования пространственно-временной динамики лесной растительности. Только совокупность статистических и картографических, дистанционных и полевых материалов позволяет корректно оценить состояние бассейна. Результаты долгосрочных разносторонних наблюдений являются основой для разработки экологического паспорта бассейна реки Судогды.

## **ГЛАВА 6. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПАСПОРТ ВОДОСБОРНОГО БАСЕЙНА РЕКИ**

С целью проведения экологического мониторинга состояния речного бассейна для оптимизации природопользования, в рамках проведенного исследования, разработан экологический паспорт водосборного бассейна малой реки. Краткий вариант экологического паспорта для бассейна реки Судогда, представлен ниже:

### **1. Геоэкологическая характеристика.**

**Характеристика бассейна и его элементов** (физико-географическое положение бассейна и его морфометрические показатели: Площадь бассейна 1900 км<sup>2</sup>. Общая длина реки Судогда составляет 116 км. Притоки Судогды: правые – Яда, Ястреб, Има; левые – Сердуга, Печенка, Побойка, Войнинга и др.).

**Гидрологические характеристики поверхностных и подземных вод** (средний расход воды по стационарному посту г. Судогда составляет – 5,6 - 6,1 м<sup>3</sup>/с, и до 12,7 м<sup>3</sup>/с в приустьевом створе, модуль стока– 6,33 л на 1км<sup>2</sup>, средний уклон рек 0,34 м/км; температура воды в истоках в летний сезон колеблется от 6 до 20 °С и т. д.).

**Геология и рельеф** (Дочетвертичные отложения – трещиноватые известняки и глины Перми, перекрыты отложениями плейстоцена и голоцена, преимущественно аллювиального и флювиогляциального происхождения; рельеф имеет слабоволнистый характер; высота по водоразделу 119 – 163 м; урез в истоке 117 м, в устье 89 м; уклон по урезу 28 м и т. д.).

**Климатические условия** (тип климата умеренно-континентальный; средний температурный режим января -11 °С, а июля +18 °С; min -44 °С, а max +38 °С; относительная влажность воздуха 78%; среднегодовое количество осадков 565 мм и т. д.).

**Растительность и животный мир** (господствующие типы сообществ – леса, флористический и фаунистический состав типичен для Центра России, удельная фитомасса бассейна – 164,9 т/га; удельная продукция бассейна – 5,7 т/га в год и т. д.).

**Почвы** (преобладают дерново-подзолистые легкие супесчаные и песчаные почвы, по поймам рек – аллювиальные почвы и т. д.).

## **2. Социально-экономическая характеристика.**

**Население** (численность по бассейну 42,5 тысячи человек (2008 г.), в т.ч. в Судогодском административном районе – 31,1 тыс. чел., в Гусь-Хрустальном – 11,4 тыс. чел. в пределах бассейна; 172 населенных пункта; соотношение городского 29,2 % и сельского населения 70,8%; наблюдается миграционный отток и естественная убыль населения и др.).

**Хозяйственная освоенность** (структура землепользования однородна, направления природопользования лесное и сельское хозяйство, добывающая промышленность, основные предприятия и организации, осуществляющие хозяйственную деятельность (недро-, водо- и лесопользователи, сельскохозяйственные предприятия) и др.).

**Степень антропогенной трансформации эко- и геосистем в пределах бассейна** (вырубки, эксплуатация плотин, водозабор и водоотведение осуществляется из гжельско-ассельского горизонта, состояние истоков малых рек и ручьёв и их водосборных воронок удовлетворительное; недропользование (ведётся строительство карьеров и разработка полезных ископаемых), сельскохозяйственная нагрузка, основные источники загрязнения, и др.).

**Экологические проблемы и охрана природы** (лесные пожары, заболевания леса и повреждения вредителями древесных культур, бесконтрольные рубки; чрезвычайные ситуации и аварии, наносящие ущерб состоянию речной системы и водосборному бассейну в целом; средний сброс загрязнённых 3,3 тыс. т / в год ухудшил качество вод с 1 до 3 класса качества по ИЗВ; не стабильность уровня грунтовых вод в водосборных воронках истоков рек и в зоне эксплуатации подземных

водоносных горизонтов; функционируют Гусевской (охотничий), Дюкинский (ботанический), а также лесосеменной и мирмекологический заказники; памятники природы: Судогодский торфомассив и другие; осуществляются природоохранные мероприятия).

### **3. Экологический мониторинг состояния эко- и геосистем бассейнового уровня.**

Оценка биологических, геохимических, физических параметров состояния экосистем бассейна осуществляются по стационарному посту г. Судогда Рекомендации по развитию хозяйства и сохранению эко- и геосистем в пределах водосборного бассейна.

По каждому из разделов экологического паспорта составлен информационный слой кадастровой базы данных в программном пакете ArcView GIS, отражающий основные характеристики. Создание такой электронной базы может способствовать оптимизации системы управления бассейновым природопользованием, а также осуществлять сравнительные оценки функционирования различных малых речных бассейнов.

### **ВЫВОДЫ**

1. Трансформация экосистем водосборов на локальном уровне оценивалась через состояние растительности и почв. Почвенно-растительные ассоциации в истоках рек Побойка, Печенка и Сердуга бассейна Судогды претерпевают разнонаправленные изменения. Смена растительных ассоциаций происходит в зависимости от положения в рельефе и особенностей почв. Слабое развитие подзолистого процесса и его морфологическая невыраженность в дерново-подзолистых почвах бассейна реки Судогды обусловлено низкой влажностью последних, что связано с развитием данных почв на песчаных и карбонатных почвообразующих породах.

2. Особенности и длительность формирования растительного покрова, степень его антропогенной деформации существенно влияют на свойства почв водосборных воронок рек. Легкие дерновые мелкоподзолистые слабодифференцированные почвы постепенно утрачивали запасы органического вещества в процессе длительного агроиспользования. Влияние экзогенных факторов на функционирование водосборных воронок по мере их удаления от главной реки усиливается.

3. На исследуемой территории леса занимают наибольшие площади и вносят основной вклад в формирование запаса фитомассы и величины биопродуктивности. Максимальный запас фитомассы наблюдается в бассейне реки Печенки, минимальный – в бассейне реки Побойки. Значения продуктивности во всех бассейнах примерно одинаковые.

4. Интенсивность трансформации экосистем Судогодского бассейна прослеживается в показателях оценки лесной растительности и в ее динамике. По бассейну Печенки наблюдается уменьшение площади лесных земель, при этом доля защитных лесов I-й группы возрастает. В бассейнах Побойки и Сердуги наблюдается увеличение площади лесных земель. Однако в бассейне Побойки доля лесов I-й группы возрастает, а в Сердуге – уменьшается. В результате вырубок спелых древостоев, которые не могут компенсироваться естественным возобновлением пород, снижается поверхностный сток рек, происходит гумификация и затухание истоков в зоне водосборных воронок.

5. Электронная ГИС геоэкологической информации о бассейнах рек Судогды, Печенки, Побойки и Сердуги позволяет создать экологический паспорт водосборного бассейна реки, призвана оптимизировать систему управления природопользованием геосистем водосборных бассейнов и может служить моделью создания паспортов водосборного бассейна малых рек центра Европейской части России для сравнительной оценки их устойчивости и определения экологических рисков.

#### **Список опубликованных работ по теме диссертации**

1. Трифонова Т.А., Мищенко Н.В., Репкин Р.В. Оценка продукционного потенциала растительного покрова бассейна реки Оки с использованием материалов космической съемки. // Проблемы Региональной Экологии. – № 2. – 2009. – С. 94-105.
2. Репкин Р.В. Виды природопользования в различных ландшафтах Владимирской области. // Окружающая среда и человек. Тез. докл. – Ставрополь, 1998. – С. 33.
3. Репкин Р.В. Методические аспекты полевых исследований. // Региональный компонент в системе образования. Тез. докл. – Муром, 1999. – С. 72-73.

4. Репкин Р.В. Изучение речных долин в рамках общеэкологической практики студентов экологов 1– 2 курсов. // Экология речных бассейнов: Тез. докл. Междунар. Науч.-практ. конф. – Владимир, 1999. – С. 67-68.
5. Репкин Р.В., Рыбина С.Н. Агроэкологический мониторинг почв. // Почва. Экология. Общество: Тез. докл. – СПб., 1999. – С. 52.
6. Репкин Р.В. Бассейновый принцип в изучении геосистем малых рек Владимирской области. // Географическое краеведение в школе и вузе. Тез. докл. Науч.-практ. конф. – Владимир, 2000. – С. 165-166.
7. Трифонова Т.А., Репкин Р.В. Актуальность реализации бассейнового принципа при изучении ландшафтной динамики структуры бассейна реки Судогды. // Географо-краеведческое изучение городских поселений и сельской местнотми. Тез. докл. Всерос. Науч.-практ. конф. – Владимир, 2001. – С. 232-233.
8. Репкин Р.В., Тюлина В.Б. Исследования водосборных бассейнов малых рек. // Географическое краеведение: Материалы IV Всероссийской науч.- практ. конф., ВГПУ. – Владимир, 2002. – С. 144-147.
9. Репкин Р.В., Тюлина В.Б., Климова Т.Н. и др. Исследование истоков малых рек в водосборных бассейнах. // Экология речных бассейнов: Труды 2-й Междунар. науч.-практ. конф.; Владим. гос. ун-т. – Владимир, 2002. – С. 87-90.
10. Репкин Р.В., Комлев А.А., Корючкин П.А. ГИС поквартального учета лесных площадей при исследовании водосборных бассейнов малых рек // Экология речных бассейнов: Труды 2-й Междунар. науч.-практ. конф.; Владим. гос. ун-т. – Владимир, 2002. – С. 147-150.
11. Репкин Р.В. Особенности геолого-морфологического строения бассейна реки Судогда. // Краеведение: методика преподавания и результаты научных исследований: Сб. науч. тр. ВГПУ. – Владимир, 2003. – С. 114-118.
12. Трифонова Т.А., Мальцев И.В., Мищенко Н.В., Репкин Р.В., Тюлина В.Б. Учебные полевые практики: Учеб. пособие. Ч. 1. – Владим. гос. ун-т. – Владимир, 2003. – 56 с.
13. Кузнецов В.В., Гаврилов О.В., Мальцев И.В., Репкин Р.В. и др. География Владимирской области – Учебное пособие. – М.: Изд-во МГУ, 2003. – 36 с.

14. Репкин Р.В., Кованова А.А. Роль растительности в почвообразовании: анализ закономерностей, выявленных в истоках малых рек. // Краеведение и регионоведение: Межвузовский сб. науч. тр. Часть 1. ВГПУ. – Владимир, 2004. – С. 141-144.
15. Репкин Р.В., Волженкова А.С., Дектярев М.В. Современное состояние и проблемы лесохозяйственного комплекса Судогодского района. // Экономика и Экономическое образование: Межвуз. сб. науч. ст. Ч.1: Современные проблемы экономики. ВлГУ. – Владимир, 2005. – С. 339-342.
16. Репкин Р.В. Составление базы данных для экологической карты оценки состояния лесных ресурсов бассейнов р. Судогда и ее притоков. // Материалы III Международной научно-практической конференции «Экология речных бассейнов». – Владимир, 2005. – С. 404-407.
17. Гришина Е.П., Репкин Р.В., Карева И.Ю. Буферная способность почв бассейна р. Печенка к химическому загрязнению. // Экология речных бассейнов: Труды 4-й Международной научно-практической конференции. – Владимир, 2007. – С. 209-213.
18. Репкин Р.В. Особенности ландшафтной среды истока малой реки. // Экология речных бассейнов: Труды 4-й Международной научно-практической конференции. – Владимир, 2007. – С. 168-171.
19. Репкин Р.В., Шульгин А.А. Общая характеристика и состояние лесного хозяйства в Гусь-Хрустальном районе Владимирской области // Экология Владимирского региона: Сборник материалов II юбилейной научно-практической конференции / Под общей редакцией Т.А.Трифоновой / Владим. гос. ун-т. – Владимир, 2008. – С. 100-102.
20. Репкин Р.В., Савельева Е.А. Экологические особенности формирования почв бассейна реки Судогды. // Экология Владимирского региона: Сборник материалов II юбилейной научно-практической конференции / Под общей редакцией Т.А.Трифоновой / Владим. гос. ун-т. – Владимир, 2008. – С. 114-117.
21. Любишева А.В., Репкин Р.В., Пронина Е.Л. Учебные полевые практики: Учеб. пособие. Ч. 2. / Под общей ред. Т.А. Трифоновой / Владим. гос. ун-т. – Владимир, 2008. – 66 с.

Подписано в печать 16.04.2012 г.  
Формат 148×210 мм. 24 страницы. Тираж 100 экз.

Отпечатано в РА «Офисная полиграфия»  
г. Владимир, ул. Мира, 9  
8(4922) 42-42-03, 34-64-42