

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени М.В. ЛОМОНОСОВА

*На правах рукописи*



СНЕГ АННА АРНОЛЬДОВНА

**АЛЛЮВИАЛЬНЫЕ ПОЧВЫ ДОЛИНЫ РЕКИ ОКИ ВЕРХНЕГО  
ТЕЧЕНИЯ: МОРФОЛОГИЯ, СВОЙСТВА, ТИПОЛОГИЯ, ЭФФЕКТИВНОЕ  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ**

Специальность 03.02.13 - почвоведение

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Москва - 2020

Работа выполнена на кафедре общего земледелия и агроэкологии факультета почвоведения Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова

- Научный руководитель** – **Балабко Петр Николаевич**  
доктор биологических наук, профессор
- Официальные оппоненты** – **Александровский Александр Леонтьевич**  
доктор географических наук, ведущий научный сотрудник отдела географии и эволюции почв ИГ РАН.
- Мазиров Михаил Арнольдович**  
доктор биологических наук, профессор.  
Заведующий кафедрой земледелия и методики опытного дела РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева
- Сапожников Петр Михайлович**  
доктор сельскохозяйственных наук,  
ведущий научный сотрудник кафедры физики и мелиорации почв факультета почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова

Защита диссертации состоится «7» апреля 2020 г. в 17 часов 30 минут на заседании диссертационного совета МГУ.03.05 Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова по адресу: 119991, ГСП–1, Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 12, МГУ имени М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, аудитория 398М.

Е-mail: [mmakarov@soil.msu.ru](mailto:mmakarov@soil.msu.ru)

С диссертацией можно ознакомиться в отделе диссертаций научной библиотеки МГУ имени М.В. Ломоносова (Ломоносовский просп., д. 27) и на сайте ИАС «ИСТИНА»: <http://istina.msu.ru/dissertations/249190744/>

Автореферат разослан «5» марта 2020 г.

Ученый секретарь

диссертационного совета

доктор биологических наук



Ковалева Н.О.

## **Общая характеристика работы**

**Актуальность работы:** Почвы речных пойм России изучены достаточно полно (Добровольский (1956, 1968, 1991, 2005), Кораблева (1963, 1969), Шраг (1969), Кузьменко и др. (1977), Сапожников (1994), Уткаева (1994), Дмитраков, Соколов (1997), Александровский (2004), Шишов (2007), Гурова (2009), Уткаева, Скворцова, Сапожников, Щепотьев (2009), Просяников и др. (2011, 2012, 2018), Александровский и др. (2014, 2018), Балабко и др. (2013, 2018)). Однако аллювиальным почвам, используемым в интенсивном земледелии, уделено недостаточное внимание.

Интенсивное использование мелиорированных пойменных земель для выращивания картофеля и овощей обусловило изменения почвенных свойств деградационной направленности. Также освоение аллювиальных почв под пропашные культуры проводилось без учета разнокачественности отдельных пойменных массивов.

Для оценки влияния интенсивного использования пойменных земель под пропашные культуры на свойства почв необходимо всестороннее изучение морфологии, микроморфологии, физических, химических и биологических свойств почв, а также разделение территории всей поймы на существующие типы для рационального использования и охраны почв.

Изучение деградационных изменений проводили на примере аллювиальных почв поймы верхней Оки. В Серпуховском, Ступинском, Каширском и Озерском районах Московской области пойма долины Оки осушена и распахана на 80...90%. На этой территории были созданы крупные овощеводческие хозяйства (совхозы «Большевик», «Красная пойма», «Озеры», «Сосновский» и др.), позднее преобразованные в агрохолдинги. В хозяйствах проводятся многократные обработки почвы, внесение удобрений и пестицидов. За вегетационный период по полю проходит более 20 видов тяжелой колесной техники, что обусловило переуплотнение верхних горизонтов почвы и формирование вымочек в понижениях.

**Цель работы:** Провести комплексное исследование аллювиальных почв поймы Оки верхнего течения (от истока до впадения р. Москвы), выявить возможные признаки деградационных изменений свойств аллювиальных почв, находящихся в режиме интенсивного использования. Определить пути рационального использования аллювиальных почв долины верхней Оки.

### **Задачи:**

1. Изучить химические и физические свойства аллювиальных почв поймы верхнего течения реки Оки.
2. Установить возможные признаки деградационных изменений свойств аллювиальных почв (на примере почв землепользования ОАО «Агрофирма Сосновка»).
3. Выявить морфологические особенности основных типов аллювиальных почв на разных уровнях организации (макро-, мезо-, микро-, субмикроуровни).
4. Провести типизацию пойменных массивов как основу рационального использования территории поймы (на примере аллювиальных почв землепользования агрофирмы «Сосновка»).
5. Установить состав микробных сообществ в исследованных аллювиальных почвах поймы верхней Оки (на примере аллювиальных почв землепользования агрофирмы «Сосновка»).

**Научная новизна:** Выявлены признаки деградационных изменений свойств аллювиальных почв в результате интенсивного земледелия (на примере аллювиальных почв долины верхнего течения р. Оки). Проведена типизация пойменных массивов в рамках существующей типологии как основа рационального использования территории поймы (на примере аллювиальных почв долины верхнего течения р. Оки). Установлен комплекс микробных сообществ в агроэкосистемах р. Оки верхнего течения.

**Практическая значимость работы:** Проведенная типизация пойменных массивов является основой для рационального использования пойменных земель (на примере Окской поймы верхнего течения).

### **Положения, выносимые на защиту:**

1. Длительное использование осушенных и орошаемых почв верхнеокской поймы привело к деградации почв: произошло переуплотнение подпахотного горизонта; комковато-зернистая структура пахотного горизонта трансформировалась в комковато-глыбистую; имеет место снижение содержания гумуса с последующей его стабилизацией.
2. В пониженных элементах рельефа произошло переформирование профиля аллювиальных луговых почв: сформировалась плужная подошва с глеевой прослойкой на ее поверхности, появились вторичные марганцево-железистые новообразования, в дренирующих порах под плужной подошвой образовались кутаны давления. Все это

обусловило образование вымочек и участков угнетения или гибели выращиваемых сельскохозяйственных культур (картофель, капуста).

3. Обоснована необходимость типизации пойменных земель на основе существующих поясов меандрирования с учетом структуры почвенного покрова пойменных массивов для рационального использования поймы в земледелии и луговодстве, а также лесной защиты пойменной территории (на примере аллювиальных почв долины реки Оки в ее верхнем течении).

**Апробация работы.** Материалы исследований по теме диссертации докладывались и обсуждались на заседаниях кафедры общего земледелия и агроэкологии факультета почвоведения МГУ. Основные положения диссертационной работы были представлены на следующих конференциях: I Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Фундаментальные достижения в почвоведении, экологии, сельском хозяйстве на пути к инновациям» (Москва, 2008); Всероссийская научная конференция «Агроэкологическое состояние и перспективы использования земель России, выбывших из активного сельскохозяйственного оборота» (Москва, 2008); V съезд Всероссийского общества почвоведов им. В.В. Докучаева (Ростов-на-Дону, 2008); Международная конференция «Биодиагностика в экологической оценке почв и сопредельных сред» (Москва, МГУ, 2013); Международная научная конференция «Роль почв в биосфере и жизни человека» (Москва, МГУ, 2015); III - IX Международная научно-практическая конференция «Экология речных бассейнов» (Владимир, 2005, 2007, 2009, 2011, 2013, 2018).

**Публикации.** По материалам диссертации опубликовано 20 работ, в том числе 3 статьи в рецензируемых журналах Scopus, WoS, RSCI.

**Личный вклад автора.** Все этапы работы (полевые, лабораторные работы, математическая обработка), результаты которых представлены в диссертации, проводились либо лично автором, либо при непосредственном участии автора. Автор лично представлял результаты исследований на научных мероприятиях, перечисленных выше.

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из введения, обзора литературы, описания объектов и методов исследования, изложения результатов исследования и их обсуждения, выводов, списка используемой литературы, включающего 235 источников, из них 13 англоязычных и 10 электронных, и

приложений. Работа изложена на 200 страницах компьютерного текста, содержит 20 таблиц, 35 рисунков, 6 приложений.

**Благодарности.** Автор выражает глубокую признательность научному руководителю дбн, профессору П.Н. Балабко за предложенную тему, повседневное внимание к работе, ценные советы и консультации, кбн, внс Т.Г. Добровольской за помощь в получении фактического материала и его обсуждении. Автор считает своим приятным долгом поблагодарить дбн, внс Н.А. Куликову, кбн, доцента Т.В. Прокофьеву, кбн, снс Ю.Л. Мешалкину за ценные консультации, инж. О.И. Филиппову за постоянную помощь в работе.

## **Содержание работы**

### **Глава 1. Обзор литературы**

**1.1. Исследование почв поймы р. Оки** (Р.А. Еленевский, Д.Г. Виленский, Б.Н. Польский, Л.Р. Асмаев, Г.В. Добровольский, С.Г. Любушкина, Л.И. Кораблева, И.Т. Кузьменко, С.А. Шишов, Т.А. Гурова и др.). Почвенный покров поймы верхнего течения р. Оки представлен аллювиальными дерновыми и аллювиальными луговыми насыщенными почвами. Аллювиальные болотные почвы встречаются фрагментарно в виде прерывистой узкой полосы в притеррасье.

**1.2. Процессы аллювиальности и поемности.** Аллювиальные почвы отличаются от почв внепойменных условий почвообразования своим формированием под влиянием дополнительного мощного фактора – деятельности пульсирующего водного потока, определяющего наличие пойменных и аллювиальных процессов в пойме.

Аллювиальность - совокупность явлений в поймах, связанных с динамической деятельностью речных вод, выраженных в эрозионных и аккумулятивных явлениях, т.е. разрушении ранее отложенных речных наносов, переносе, сортировке и разгрузке на пойме или русле реки взвешенных в воде частиц. Под поемностью следует понимать продолжительность стояния полых вод на заливаемой части речной долины. Полые воды, увлажняющие и вносящие в пойменные почвы различные растворенные в воде вещества, создают особые экологические условия для развития растительного и животного мира, заселяющего пойменные пространства, что, в свою очередь, обуславливает формирование своеобразного почвенного покрова. Г.В. Добровольский (1968, 2005) в поймах рек лесной зоны в зависимости от характера водного режима выделяет 3 самостоятельных типа почвообразования: дерновый, луговой и болотный.

Дерновый процесс обычно развивается в прирусловой пойме и на участках (гривах) центральной поймы под воздействием травянистой растительности. Для него характерно только поверхностное увлажнение, роль почвенно-грунтовых вод очень незначительна. При дерновом процессе идет накопление перегноя и биогенно-аккумулятивных элементов.

Луговой процесс характерен для равнинных участков центральной поймы. В отличие от дернового он проявляется в условиях оптимального, иногда повышенного атмосферно-грунтового увлажнения (луговой тип водного режима) и обладает совершенно иным водно-воздушным режимом и наличием как биогенной, так и гидрогенной аккумуляции веществ.

Болотный процесс типичен для низкой притеррасной поймы и понижений центральной поймы. Развивается при устойчиво избыточном атмосферно-грунтовом увлажнении, накоплении неразложившихся растительных остатков, а также веществ, выносимых с террас и водоразделов (Балабко, Снег, Трифонова, 2007).

**1.3. Элементарные почвообразовательные процессы (ЭПП) в аллювиальных почвах:** биогенно-аккумулятивные (первичное почвообразование, гумусообразование, гумусонакопление, торфообразование); гидрогенно-аккумулятивные (ожелезнение и оруденение, окарбоначивание); процессы метаморфизации (оглеение); элювиальные (сегрегация, лессиваж/иллювиирование); оструктуривание; карбонизация; криогенные процессы (Самойлова, Макеева, Балабко, 1983; Балабко, 1991). Сочетание и степень проявления вышеуказанных процессов различны в разных типах пойменных почв.

**1.4. Типология пойменных земель как матрица рационального использования пойм. Выделение пойменных массивов.** За основу типологии пойменных земель нами приняты разработки Добровольского и др. (1971, 1974); Трифоновой (1975); Петрова (1979); Аветова (1990, 1991); Аветова, Балабко (1992, 1994); Балабко и др. (1997).

В качестве исходной единицы для типологии пойменных земель целесообразно принять пойменный массив. Это «крупная таксономическая и пространственно-территориальная единица, которая выделяется внутри поймы и характеризуется одинаковым для соответствующих высотных уровней режимом поемности и аллювиальности, одинаковой степенью дренированности, специфическим рисунком

рельефа, определенной структурой почвенного и растительного покровов» (Балабко и др., 1997).

Полная схема типологии поймы должна включать выделение поясов меандрирования (поясов аллювиального почвообразования) и пойменных массивов.

**1.5. Особенности бактериальных сообществ аллювиальных почв** (Головченко А.В., Добровольская Т.Г., Звягинцев Д.Г., Полянская Л.М., Чернов И.Ю., Леонтьевская Е.А. и др). Показано, что для бактериальных сообществ почвы низкой и высокой поймы различны: величина индекса Шеннона (выше в целом для низкой поймы), специфика распределения по профилю таксономических групп бактерий (в низкой пойме – континуальное, в высокой – дискретное), сезонная динамика таксономических групп бактерий (в низкой пойме – отсутствует, в высокой – имеет место только для некоторых групп бактерий).

**Глава 2. Объекты и методы исследования. Объект исследования** - аллювиальные почвы верхнего течения р. Оки. Изучены четыре участка поймы:

1. Орловский - левобережная пойма вблизи устья р. Кромы (Орловская область) - 2007 г., 3 разреза;
2. Калужский - лево- и правобережная пойма в окрестностях г. Калуги (Калужская область) - 2003-2009 гг., 20 разрезов и прикопок;
3. Пущинский - правобережная пойма в районе г. Пущино (Московская область) - 2008 г., 3 разреза;
4. Озерский - правобережная пойма в районе г. Озеры (Московская область) - 2002, 2005-2014 гг., 13 разрезов и 3 прикопки.

Участки поймы для исследований были выбраны по разнообразию антропогенного воздействия на территорию.

**Предмет исследования** - свойства аллювиальных почв (морфологические, химические, физические, биологические).

Район исследований находится на границе Среднерусской провинции дерново-подзолистых среднегумусированных почв южной тайги (Д<sub>14</sub>) и Окско-Донской провинции серых лесных почв, оподзоленных, выщелоченных и типичных черноземов лесостепи (Л<sub>27</sub>) (Добровольский, Урусевская, 2004).

**Методы исследования.** Определение физических и химических свойств почв проводили согласно общепринятым методам (Методическое руководство по микроморфологии..., 1983; Вадюнина, Корчагина, 1986; Практикум по агрохимии, 2001).

Методы микробиологического исследования. Численность и таксономический состав бактериального комплекса - методом посева. Дифференциация микроорганизмов до рода - тест на оксидазу, окислительно-ферментативный тест на использование глюкозы (тест Хью-Лейфсона).

Методы анализа данных. Сравнение групп средних исследуемых свойств - однофакторный дисперсионный анализ (Дмитриев, 2009); сравнение средних с использованием критерия Тьюки (Пифо, 2011) и критерия Стьюдента (Дмитриев, 2009).

### **Глава 3. Результаты и обсуждение**

**3.1. Орловский участок поймы.** Исследования проводились летом 2007 г. Были проведены морфологические и микроморфологические исследования почв, определено содержание физической глины и ила, изучены химические свойства (таблица 1).

Особенностями почв данного участка поймы р. Оки, выявленными при микроморфологических исследованиях, являются: отсутствие признаков передвижения гумусо-глинистой плазмы; наличие большого количества железистой плазмы, пропитывающей почвенную массу; слабая степень связности минеральной и органической части почвенной массы; наличие сложных агрегатов с заполненными песчано-пылеватым материалом межагрегатными порами; присутствие большого количества пресноводных ракушек, в нижних горизонтах - панцирей диатомовых водорослей и полуразложившихся растительных остатков; слабая окатанность зерен первичных минералов.

В формировании профиля этих почв основная роль принадлежит поемно-аллювиальным процессам, в меньшей степени - почвообразовательным. Об интенсивной аллювиальности свидетельствует слабая дифференциация профиля на генетические горизонты, четкая макро- и микрослоистость почв, аллохтонный характер гумуса, проявляющийся в практически равномерном его содержании по всему профилю, частично аллохтонный характер микроструктуры, большое количество пресноводных ракушек, слабая сегрегация железистых соединений в конкреции.

**3.2. Калужский участок поймы.** Исследования проводились с 2003 по 2009 г. Были проведены морфологические исследования, изучены химические свойства почв

(таблица 1). Также исследован видовой состав растительности территории (Балабко, Локалина, Снег, 2007; Локалина, Снег, Балабко, 2013).

Аллювиальные дерновые насыщенные почвы сформировались в прирусловой и на высоких элементах рельефа центральной части Калужского участка поймы р. Оки. Аллювиальные луговые насыщенные почвы распространены на относительно высоких отметках центральной и притеррасной области поймы. Аллювиальные лугово-болотные почвы представлены в понижениях центральной и притеррасной поймы. Погребенные гумусовые горизонты и прослойки песка в профилях почв свидетельствуют о решающем влиянии поемно-аллювиальных процессов на формирование почв данного участка поймы. Облегчение гранулометрического состава почв притеррасной части поймы обусловлено, по-видимому, прошлым меандрированием реки.

**3.3. Пушинский участок поймы.** Изучение территории правобережной поймы р. Оки вблизи г. Пущино проводилось летом 2008 г. Были проведены морфологические и микроморфологические исследования, определено содержание физической глины и ила, изучены химические свойства почв (таблица 1).

Вскрытые разрезами почвы во всех частях поймы определены как аллювиальные дерновые насыщенные. Горизонты почвы из разреза в прирусловой пойме перемежаются песчаными слоями. По-видимому, профиль сформирован отложениями низких паводков, а прослойки песка соответствуют высоким половодьям со значительной скоростью потока. Почва разреза в центральной части поймы состоит из трех профилей, сменяющих друг друга. Верхний и средний профили соответствуют аллювиальным дерновым среднесуглинистым почвам, нижний - луговой тяжелосуглинистой почве. Можно предположить, что какое-то время здесь присутствовали условия почвообразования, характерные для притеррасной поймы. В профиле почвы в притеррасной части поймы под дерновой почвой обнаружена погребенная луговая почва, что указывает на гидроморфное прошлое этой почвы. В настоящее время в результате осушения луговые почвы центральной и притеррасной поймы эволюционировали в дерновые. В формировании профиля почв Пушинского участка поймы главную роль играют почвообразовательные процессы, о чем свидетельствуют погребенные профили почв. Участие поемно-аллювиальных процессов подтверждается прослойками песчаного материала различной мощности.

**3.4. Озерский участок поймы.** Аллювиальные почвы землепользования агрофирмы «Сосновка» изучали в 2002 и в период 2005 - 2014 гг. На данной территории

выращивают сельскохозяйственную продукцию (свекла, морковь, картофель, капуста; с 2013 г. - картофель, капуста, на эродированных почвах – кукуруза (2015 и 2017 гг.) и пшеница (2016 г.)). В западной части участка было заложено 4 разреза и серия прикопок в прирусловой, центральной и притеррасной области поймы (2002 г.) (таблица 1). В центральной части участка, на вымочке в месте бывшего понижения центральной поймы, заложен разрез для микроморфологического исследования почвы (2005 г.). В восточной части участка отбор образцов осуществляли из пахотного горизонта осенью после уборки урожая (2014 г.) (Балабко, Снег, 2005; Балабко, Снег, Трифонова, 2007; Балабко, Снег, Чижикова, Гурова, 2007; Снег, Мурин, 2014; Балабко, Снег, Локалина, Щедрин, 2016; Балабко, Снег, Орлова, 2018; Балабко, Байбеков, Снег, Орлова, Ракипов, 2018).

С 2003 г. в ОАО «Агрофирма Сосновка» применяется голландская технология выращивания овощных культур. Данная технология предусматривает внесение высоких доз минеральных удобрений и орошение. Традиционную систему возделывания культур применяли с начала 60-х гг. XX века по 2002 г. включительно. При применении голландской технологии земледелия урожайность картофеля выросла в 1,5-2 раза и составляет 29 - 37 т/га. Величина урожайности капусты находится в пределах 70 - 101 т/га. Исключение составляют данные жаркого и засушливого 2010 г., когда был получен низкий урожай всех выращиваемых культур (13,9 т/га картофеля и 52,8 т/га капусты) (рисунок 1).

Северо-западную часть участка занимают аллювиальные дерновые почвы, в юго-западной и восточной части вскрыты профили аллювиальных луговых почв разного гранулометрического состава. В тыловой части поймы сформировались аллювиальные лугово-болотные почвы.

После проведения технических мелиоративных работ (планировка, устройство дренажной сети) в бывших понижениях и старицах образовались просадки, при переувлажнении превращающиеся в территории угнетения и «выпадения» культурной растительности (рисунок 2, а). При орошении территории бывших западин получают дополнительный источник увлажнения, что приводит к развитию или усилению существующих гидроморфных процессов. На таких участках поймы р. Оки, в переходной части от центральной поймы к притеррасью, формируются аллювиальные луговые контактно-глеевые почвы («почвы вымочек») (рисунок 2, б).

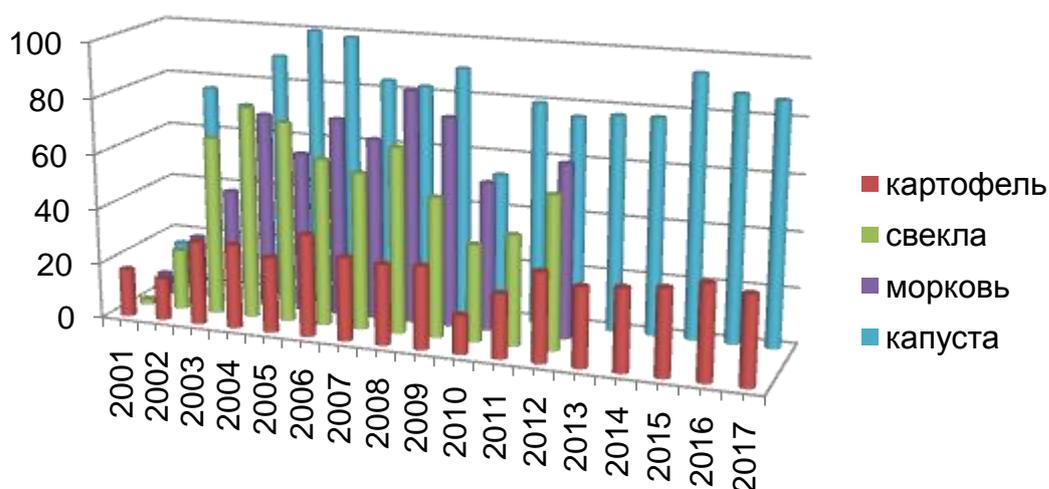


Рисунок 1. Урожайность овощей и картофеля, т/га, ОАО «Агрофирма Сосновка», 2001 - 2017 гг.

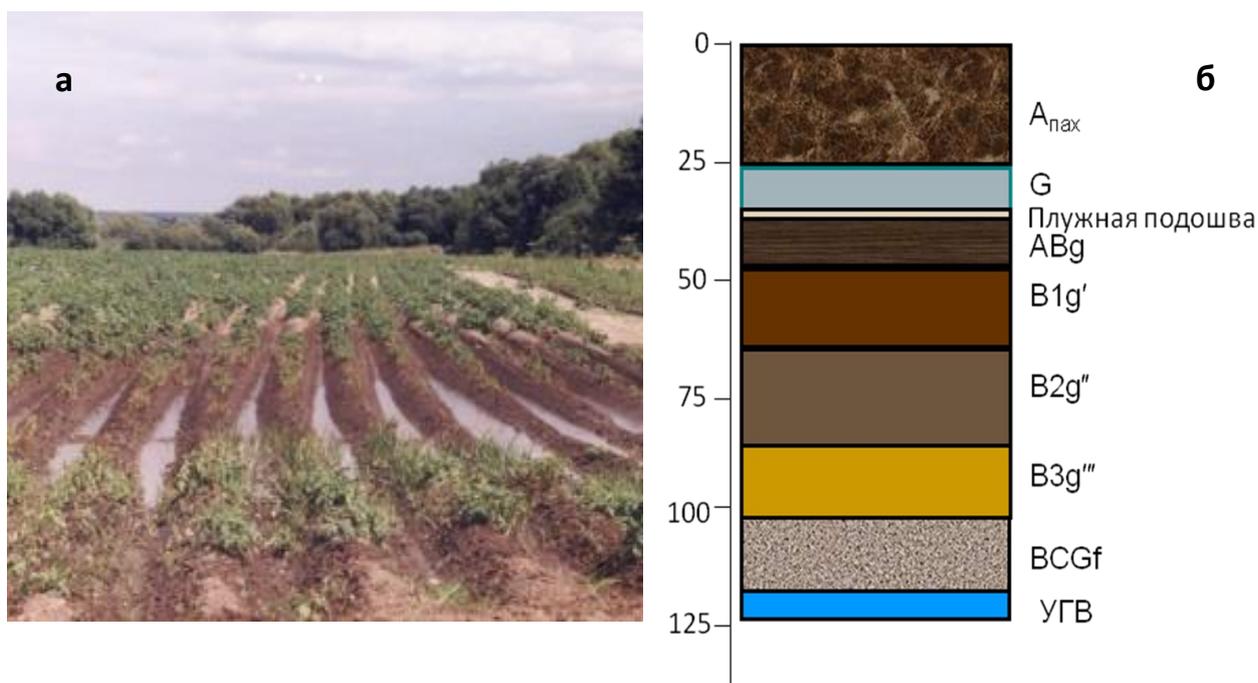


Рисунок 2. а) Вымочка в пойме р. Оки, землепользование агрофирмы «Сосновка». б) Схема почвенного профиля антропогенно-измененной аллювиальной луговой почвы

Верхний горизонт данной почвы несет следы переувлажнения, его структура комковато-глыбистая. Под ним формируется глеевая прослойка мощностью до 10 см, отличающаяся от остального горизонта сизой окраской, очень высокой плотностью сложения, бесструктурностью и низкой порозностью, а также плотная плужная

Таблица 1. Свойства исследованных аллювиальных луговых почв

Глубина взятия образца, см	Горизонт	Содержание частиц, %		рН водн.	Содержание гумуса, %	Азот общий, %	СаСО <sub>3</sub> %.	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> по Тамму, %
		< 0,01 мм	< 0,001 мм					
Собственно аллювиальная луговая насыщенная пахотная среднемощная малогумусная ср-суглинистая, О-2003; притеррасная пойма. Орловский участок.								
0 – 24	Апах	43	28	7,4	5,4	0,30	0,08	0,70
24 – 40	А'	69	41	7,4	5,9	0,34	0,30	1,20
40 – 60	[Af]	63	35	7,2	14,0	0,96	0,08	3,80
60 – 75	B1gf	42	25	7,2	7,6	0,50	0,30	11,20
113 – 135	B3G	49	36	6,8	0,2	0,20	0,20	3,20
Глубина взятия образца, см	Горизонт	рН водн.	Содержание гумуса. %	Сумма обм. оснований, ммоль(+)/кг п.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (по Чирикову) мг/кг п.	K <sub>2</sub> O (по Чирикову), мг/кг п.	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> по Тамму, %	
Аллювиальная луговая насыщенная пахотная среднемощная малогумусная ср-суглинистая, КА-6; центральная пойма. Калужский участок.								
0 - 20	Апах	7,5	4,1	110	68	152	0,16	
20 - 41	Af	7,3	4,1	105	39	144	0,17	
41 - 52	ABgf	7,4	2,7	75	26	156	0,22	
Аллювиальная луговая насыщенная маломощная залежи слабогумусная ср-суглинистая, р. ОС-3; центральная пойма. Озерский участок.								
0-7	Ад	7,2	5,0	467	340	154	не опр.	
10-18	A1'	7,7	2,4	540	229	82	не опр.	
20-30	A1''	8,0	1,7	537	124	70	не опр.	
40-50	B	7,9	1,7	525	157	63	не опр.	
60-70	B	7,8	н/о	541	144	63	не опр.	
110-120	C	7,7	н/о	471	151	77	не опр.	
Глубина взятия образца, см	Горизонт	Содержание частиц, %		рН водн.	Содержание гумуса, %	Азот общий, %	Сумма обм. оснований, ммоль(+)/кг п.	
		< 0,01 мм	< 0,001 мм					
Аллювиальная луговая насыщенная пахотная т-суглинистая с погребенным гумусовым горизонтом, р. П-2087; притеррасная пойма. Пушинский участок.								
0 – 25	Апах	44	24	7,8	3,4	0,15	308	
25 – 48	А	43	26	7,8	2,6	0,13	279	
55 – 75	АВ	29	17	8,0	1,6	0,07	226	
95 – 110	[А]	51	29	7,8	2,7	0,11	333	
124 – 142	[B1]	45	29	7,6	1,5	0,07	246	
150 – 170	[B2]	33	23	7,6	0,6	0,05	201	
195 - 210	[B2]	36	24	7,6	0,7	0,05	222	

подошва, в которой микроморфологически обнаруживаются кутаны давления (рисунок 8, б), наблюдается потеря аморфного гумуса и появление вторичных марганцево-железистых новообразований (рисунок 7).

При субмикроморфологическом исследовании данной почвы в горизонте В2g<sup>г</sup> обнаружены грибы отдела зигомицеты (*Zygomycota*) (рисунок 3, а), а также актиномицеты, возможно, родов *Streptomyces* и *Streptosporangium* (рисунок 3, б). Поскольку эти организмы являются аэробами, можно предположить, что этот горизонт когда-то был поверхностным, и при превращении условий в аэробные (соприкосновение отобранного образца с воздухом) находившиеся в виде спор микроорганизмы начали новый жизненный цикл.

Данные субмикроморфологического исследования свидетельствуют о ненарушенности микроструктуры на этом морфологическом уровне.

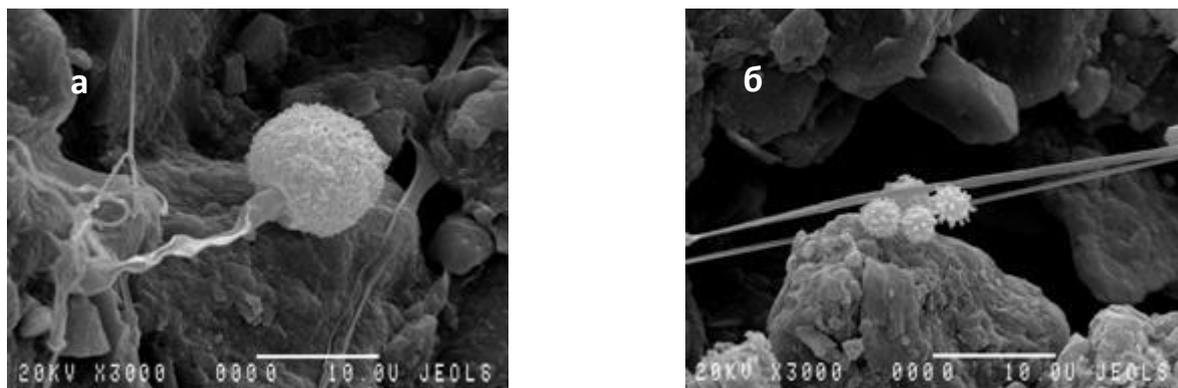


Рисунок 3. Грибы (а) и актиномицеты (б), обнаруженные в горизонте В2g<sup>г</sup> аллювиальной луговой почвы при субмикроморфологическом исследовании. Увеличение 3000х

Исследованы некоторые физические свойства верхних горизонтов аллювиальных луговых пахотных почв переходной части от центральной к притеррасной пойме землепользования агрофирмы «Сосновка» Озерского района Московской области. Выделено шесть групп значений в зависимости от вида горизонта и места отбора образцов: пахотный и подпахотный горизонт пашни в ряду посадки (Апахр; Ппахр) и междурядье (Апахм; Ппахм), пахотный и глеевый горизонт вымочки (АПвым; Гвым).

Между величинами плотности твердой фазы почвы в пахотных горизонтах пашни и вымочки существуют достоверные различия. По-видимому, при планировке поверхности поймы территория понижения была засыпана почвенным материалом из подпахотных горизонтов.

Значения плотности сложения, общей порозности и водопроницаемости в глеевом горизонте почвы на вымочке значимо отличаются как от значений в пахотном горизонте этой же почвы, так и от величины этих показателей в почве пашни (таблица 2).

В 2006 г. было проведено чизелевание почвы на данном участке поймы. Летом сухого 2014 г. на месте «вымочки» угнетения посадок капусты не наблюдали. В заложенной прикопке признаков переувлажнения почвы обнаружено не было.

Таблица 2.

Некоторые физические свойства аллювиальных луговых почв центральной поймы, средние значения. ОАО «Агрофирма Сосновка», Озерский район Московской области.

горизонт	плотность сложения, г/см <sup>3</sup>	общая порозность, %	водопроницаемость, м/сут.
Апахр	1,13	58,3	8,38
Апахм	1,31	51,6	4,52
Ппахр	1,18	55,6	5,03
Ппахм	1,36	48,8	1,27
АПвым	1,19	52,8	0,31
Гвым	1,53	40,0	0,14

Для устранения вымочек чизелевание необходимо проводить регулярно в целях разрушения уплотнения подпахотного горизонта и улучшения водно-физических свойств верхних горизонтов почвы.

### **3.5. Основные микроморфологические признаки аллювиальных почв поймы верхней Оки и их изменение при сельскохозяйственном использовании**

Для целинных аллювиальных дерновых и луговых почв характерны макро- и микрослоистость профиля (рисунок 4; а, б). При их распашке происходит исчезновение слоистости горизонтов верхней части профиля.

Пахотные аллювиальные луговые почвы при двойном регулировании водного режима характеризуются однопорядковостью макроагрегатов в пахотном горизонте: происходит их упрощение, превращение агрегатов 2 и 3 порядков в агрегаты 1-го порядка (рисунок 5). При интенсивном орошении происходит вымывание аморфных форм гумуса из пахотного горизонта аллювиальных луговых почв (рисунок 6; а, б), а также вторичное образование марганцево-железистых конкреций (рисунок 7).

Для горизонта В целинных аллювиальных луговых почв характерны кутаны иллювиирования (рисунок 8, а) (по: Балабко, 1991). При интенсивном сельскохозяйственном использовании в тяжелых лугово-болотных почвах в поровом

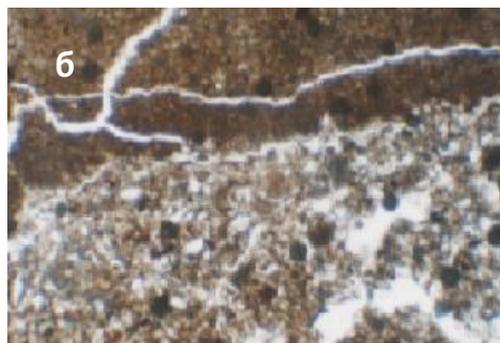
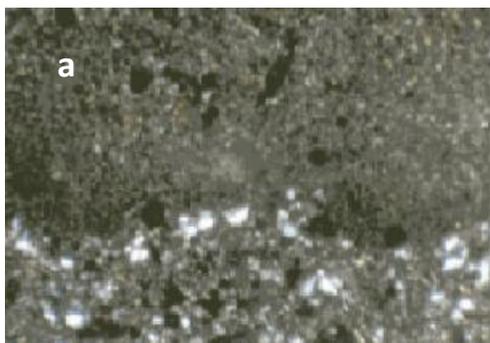


Рисунок 4. Микрослоистость горизонтов аллювиальных дерновых (а) и луговых (б) почв. Вверху снимков - пылевато-плазменное микростроение, внизу - песчано-пылеватое. Увеличение 90х.

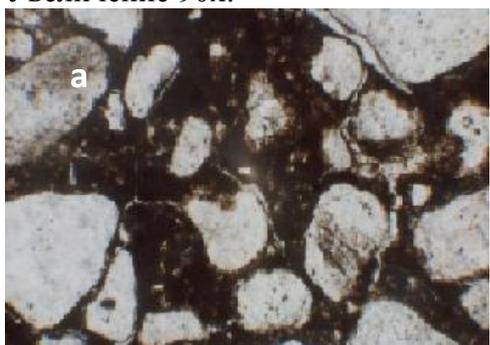


Рисунок 6. Вымывание аморфных форм гумуса при орошении аллювиальных луговых почв: а) до орошения, б) в орошаемой почве. Увеличение 90х.

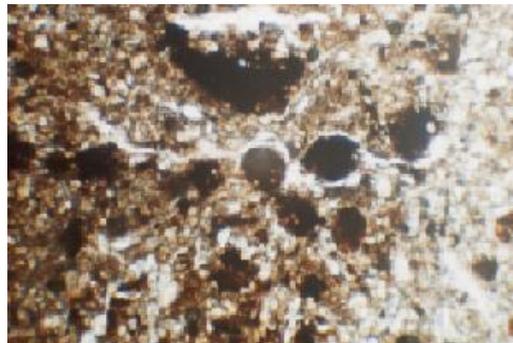
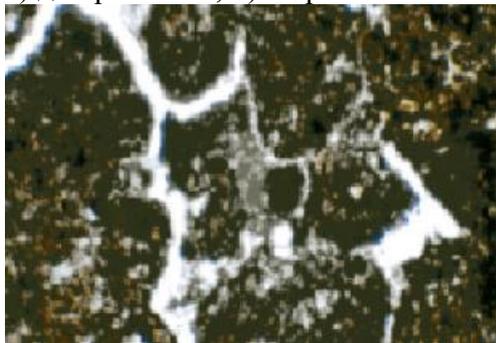
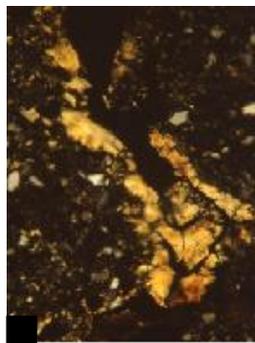
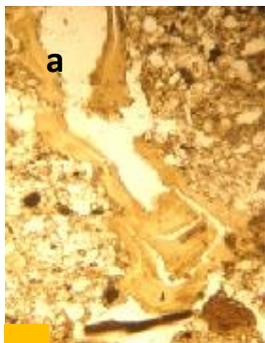


Рисунок 5. Агрегаты 1-го порядка в пахотном горизонте аллювиальной луговой почвы. Увеличение 90х.

Рисунок 7. Вторичное образование конкреций в аллювиальных луговых орошаемых почвах. Увеличение 90х.



Николи II

Николи X

Николи X

Рисунок 8. Кутаны иллювиирования (а) (Балабко, 1991) и давления (б) (данные автора) в горизонте В аллювиальной луговой почвы. Увеличение 90х.

пространстве под плужной подошвой формируются кутаны давления (рисунок 8, б) (данные автора).

### 3.6. Опыт применения типологии пойменных земель (на примере аллювиальных почв землепользования агрофирмы «Сосновка»)

На основании подробного исследования геоморфологии, растительности и почвенного покрова Озерского отрезка поймы стала возможной типизация пойменных массивов территории.

Согласно исследованиям Г.В. Добровольского с соавторами (Добровольский и др., 1971, 1973, 1974) выделены следующие типы поймы: прирусловой, параллельно-гравистый, равнинный, пониженно-равнинный и сегментно-островной в пределах современного, зрелого и старого поясов аллювиального почвообразования (Балабко, Снег, Трифонова, 2007; Балабко, Трифонова, Снег, 2009) (рисунок 9).

Затем, руководствуясь работами Шанцера (1951), Попова (1976), Петрова (1979), Аветова (1991), по относительному возрасту массива, типу поймы, топографической позиции по отношению к руслу и надпойменной террасе, а также особенностям состава почвенного покрова была выделена серия пойменных массивов:

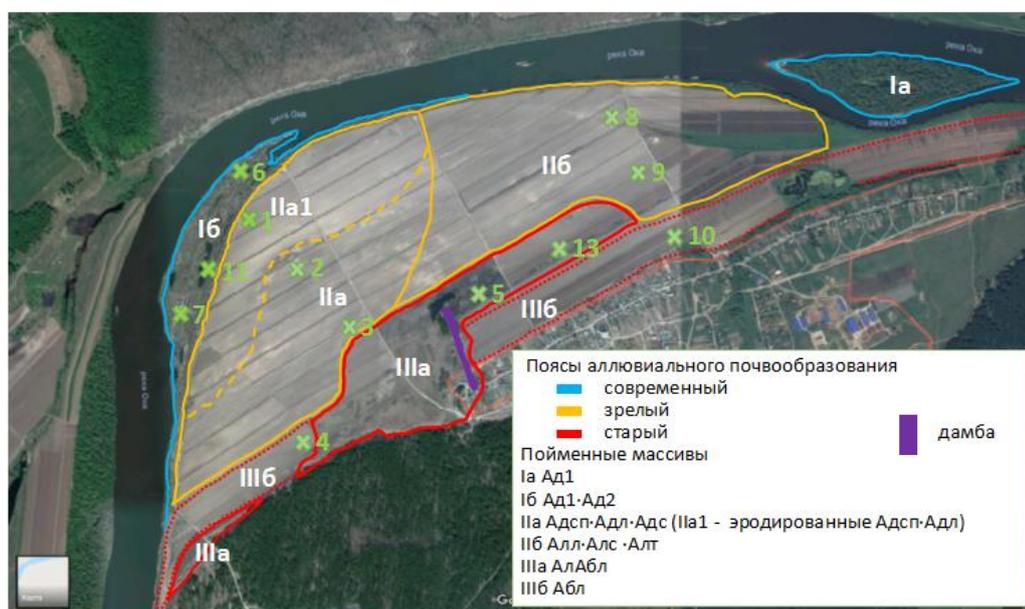


Рисунок 9. Выделенные пойменные массивы (землепользование агрофирмы «Сосновка», Озерский участок поймы).

А) для современного пояса аллювиального почвообразования (Ад1·Ад2): массив сегментно-островной поймы Ia, почвы аллювиальные дерновые слоистые примитивные (Ад1); массив прирусловой поймы Ib, пятнистости аллювиальных дерновых слоистых примитивных и слаборазвитых почв (Ад1·Ад2);

Б) для зрелого пояса аллювиального почвообразования (АдАл): массив параллельно-гравистого типа поймы Па с пятнистостями аллювиальных глубокодерновых зернистых супесчаных, легко- и среднесуглинистых почв ( $Ад_{сп} \cdot Ад_{л} \cdot Ад_{с}$ ) с выделением зоны Па-1 эродированных почв; массив равнинного типа поймы Пб, занятый пятнистостями аллювиальных луговых зернистых почв разного гранулометрического состава ( $Ал_{л} \cdot Ал_{с} \cdot Ал_{т}$ );

В) для старого пояса аллювиального почвообразования (АлАбл): массив пониженно-равнинного типа поймы Ша с комплексами аллювиальных луговых и лугово-болотных почв, находящийся в притеррасном понижении (АлАбл); массив Шб представлен аллювиальными лугово-болотными почвами с намытым легко- и среднесуглинистым материалом в верхней части профиля (Абл).

Массивы Ia и Ib являются неустойчивыми, т.к. почвенный покров этих территорий представлен аллювиальными дерновыми слоистыми примитивными и слаборазвитыми почвами. На территории этих массивов сохранилась естественная растительность, что поддерживает некоторую устойчивость этих пойменных земель к антропогенному воздействию.

Территория массива Па представляет собой пашню, что отрицательно сказывается на состоянии почвенного покрова, т.к. здесь сформировались агродерновые легкосуглинистые почвы. Этот массив также является неустойчивым, это показывает подмассив эродированных почв (Па-1). Распашка данных почв способствует эрозионным процессам, территория неустойчивых пойменных массивов подлежит залужению. Пойменный массив Пб занят аллювиальными луговыми почвами, являющимися устойчивыми к антропогенному воздействию, здесь допускается возделывание сельскохозяйственных культур, сенокосно-пастбищное использование.

Пойменный массив Ша представлен лугово-болотными почвами, также являющимися устойчивыми к антропогенному воздействию. Эта территория также может быть использована под сенокос. Что касается массива Шб, то наличие намытых легкосуглинистых почв означает его неустойчивость. Для сохранения почвенного покрова пойменных земель этого пояса меандрирования можно рекомендовать залужение и посадки древесных и кустарниковых пород.

### 3.7. Результаты микробиологического исследования аллювиальных почв (на примере землепользования агрофирмы «Сосновка»)

Эта часть работы выполнена совместно с Добровольской Т.Г. и Леонтьевской Е.А. (Леонтьевская, 2009; Добровольская, Снег, Балабко, 2009; Добровольская, Леонтьевская, Балабко, Снег, 2010).

Численность бактерий во всех исследованных аллювиальных почвах составляет 17 - 24 млн. КОЕ/г. Для почв пойменных лугов доминантами являются артробактер и пигментные коринеподобные бактерии, для окультуренных почв под овощами – псевдомонады, бациллы и энтеробактерии.

Бактериальные сообщества на поверхности листьев капусты и корнеплодов моркови резко отличаются по таксономической структуре от таковых в почве. В эпифитных бактериальных сообществах были обнаружены только энтеробактерии, представленные родами *Pantoea* и *Erwinia*. Первые доминировали на здоровых растениях (капустных листьях и корнеплодах моркови). В образцах сгнившей моркови, наоборот, преобладали бактерии рода *Erwinia*. Однако через год в почве под новым урожаем моркови и капусты энтеробактерии были обнаружены лишь в качестве минорных компонентов, что свидетельствует об их гибели в почве. Это свидетельствует о санитарной роли почв, заключающейся в очищении ее от фитопатогенов и многочисленных растительных остатков.

Таблица 3.

Относительное обилие бактерий разных родов в филлоплане сорняков (по: Добровольская, Леонтьевская, Балабко, Снег, 2010)

Бактериальные таксоны	Пределы колебаний (%)
<i>Comamonas-Aquaspirillum</i>	5-70
<i>Pseudomonas</i>	15-20
<i>Methylobacterium</i>	5-10
<i>Erwinia</i>	5-12
<i>Cytophaga</i>	20-30
<i>Flavobacterium</i>	10-15
<i>Arthrobacter</i>	2-30
<i>Rhodococcus</i>	2-30
<i>Micrococcus</i>	5-15

Анализ бактериального разнообразия на поверхности сорных растений позволил установить, что в филлоплане сорняков встречаются бактерии разных родов. Их относительное обилие (с учетом колебаний процентного содержания на разных видах сорняков) представлено в таблице 3.

## **Выводы**

1. В почвенном покрове исследованной территории поймы реки верхней Оки преобладают пахотные аллювиальные дерновые и аллювиальные луговые почвы. Лугово-болотные почвы занимают незначительные территории. При распашке аллювиальных луговых почв содержание гумуса уменьшилось с 6,5% (по Кораблевой, 1969) и стабилизировалось на уровне 2,0 – 4,4% в зависимости от гранулометрического состава.
2. В формировании профиля аллювиальных почв Орловского и Калужского участков основная роль принадлежит процессам формирования аллювиальных отложений, в меньшей степени - почвообразовательным. Это проявляется как в микроморфологических признаках (макро- и микрослоистость, слабая сегрегация железа в конкреции), так и в наличии прослоек песка и погребенных гумусовых горизонтов в профилях почв.
3. В формировании профиля аллювиальных почв Пущинского участка главную роль играют почвообразовательные процессы, меньшую - процессы формирования аллювиальных отложений. Аллювиальные почвы Озерского участка (зрелый и старый поясы меандрирования) вышли из режима поемности.
4. В результате распашки и орошения, использования тяжелой техники при сельскохозяйственных работах на полях (Озерский участок) произошло переформирование профиля аллювиальных луговых почв в профиль аллювиальных контактно-глеевых почв, образовались вымочки и участки угнетения или гибели выращиваемых культур. Это связано с возникновением под пахотным горизонтом лежащей на плужной подошве глеевой прослойки, характеризующейся высокой плотностью ( $1,53 \text{ г/см}^3$ ) и низкой порозностью (40,0%), средней и низкой водопроницаемостью (0,31 и 0,14 м/сут).
5. В пределах существующих поясов меандрирования выделена серия пойменных массивов (Озерский участок) с различным составом почвенного покрова. Массивы современного пояса меандрирования представлены дерновыми почвами. В зрелом поясе меандрирования выделены массив с преобладанием дерновых почв и массив с преобладанием луговых почв. В массивах старого пояса меандрирования доминируют лугово-болотные почвы. Пахотнопригодными являются только аллювиальные луговые почвы зрелого пояса меандрирования.

6. Микроморфологическими исследованиями установлено: пахотные аллювиальные дерновые и луговые почвы утрачивают слоистость горизонтов профиля; при орошении дождеванием аллювиальных луговых почв происходит вымывание аморфных форм гумуса из пахотного горизонта, упрощение макроагрегатов. Применение тяжелой техники приводит к образованию кутан давления.
7. В бактериальных сообществах целинных почв доминируют артробактер и пигментные коринеподобные бактерии, в почве под овощами – бациллы и псевдомонады. Разнообразие бактерий на поверхности сорных растений значительно выше, чем в филлосфере овощных культур.
8. Запашка в почву овощных культур приводит к аккумуляции энтеробактерий, среди которых обнаружены фитопатогенные формы. Через год после запашки энтеробактерии обнаруживаются в качестве минорных компонентов или исчезают, что может свидетельствовать о санитарной роли почвы.

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

**Научные статьи, опубликованные в журналах Scopus, WoS, RSCI, а также в изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности 03.02.13 - почвоведение:**

1. Балабко П.Н., Байбеков Р.Ф., **Снег А.А.**, Орлова Н.В., Ракипов Н.Г. Деградация аллювиальных почв долины р. Оки при интенсивном сельскохозяйственном использовании // Земледелие. - 2018. - № 7. - С. 12-15. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10703. ИФ РИНЦ 1,120 (2018).
2. Добровольская Т.Г., Леонтьевская Е.А., **Снег А.А.**, Балабко П.Н. Specific features of bacterial communities in floodplain agrocenoses // Eurasian Soil Science, Maik Nauka/Interperiodica Publishing (Russian Federation), том 43, № 4, с. 442-446. ИФ РИНЦ 0.883.
3. Балабко П.Н., **Снег А.А.** Генезис, классификация и зональность пойменных почв // Сибирский экологический журнал. - 2007. - № 5. - С. 737-740. ИФ РИНЦ 0,520 (2018).

#### **Иные публикации:**

4. Балабко П.Н., **Снег А.А.**, Орлова Н.В. Причины деградации и проблемы охраны почв поймы долины реки Оки // Экология речных бассейнов: Труды IX Международной научно - практической конференции / Под общ. ред. проф. Т.А. Трифионовой. - 2018. - Владимир: Владим. гос. ун-т. им. А.Г. и Н.Г. Столетовых, том 1, с. 146-160.

5. Балабко П.Н., **Снег А.А.**, Локалина Т.В., Щедрин В.Н. Почвы мелиорированной поймы верхнего течения реки Оки, используемые в интенсивном земледелии // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. - 2016 - № 3(23). - С. 116-137.
6. **Снег А.А.**, Мурин П.Н. Агрохимические свойства аллювиальных почв в условиях интенсивного сельскохозяйственного использования (на примере почв верхнего течения р. Оки // Фундаментальные и прикладные науки, проблемы и перспективы: Монография / Под ред. В.А. Дубовика, Е.В. Надежкиной, Т.И. Хуснетдиновой,. - 2014 - М.: - Межотраслевой научно-образовательный центр. ФГБОУ ВПО РГАЗУ. - С. 90-92.
7. **Снег А.А.**, Мурин П.Н. Оценка фосфатного состояния аллювиальных почв в условиях интенсивного сельскохозяйственного использования (на примере почв верхнего течения р. Оки) // Экология речных бассейнов: Труды VII Международной научно - практической конференции. 9-11 октября 2013 г. - Владимир: Владим. гос. ун-т им. А.Г. и Н.Г. Столетовых, 2013. - С. 292-295.
8. Балабко П.Н., **Снег А.А.**, Соколова А.Н. Диагностика типов пойм и пойменных массивов долины реки Оки с помощью аэрометодов // Экология речных бассейнов: Труды VII Международной научно - практической конференции. 9-11 октября 2013 г. - Владимир: Владим. гос. ун-т им. А.Г. и Н.Г. Столетовых, 2013. - С. 396-407.
9. Локалина Т.В., **Снег А.А.**, Балабко П.Н. Дигрессионные и демутационные изменения в фитоценозах пойм рек Оки и Угры // Изучение и сохранение пойменных лугов. Материалы международного совещания, Калуга, 26-28 июля 2013 года. Калуга, ООО "Ноосфера", 2013. - С. 138-146.
10. Балабко П.Н., **Снег А.А.** Морфоаналитическая диагностика целинных и пахотных почв долго- и краткопоемных пойм лесной зоны (на примере долин рек Оби и Оки). Проблемы классификации аллювиальных почв таежно-лесной зоны // Экология речных бассейнов: Труды VI Международной научно - практической конференции. 2011. - Владимир: Владим. гос. ун-т им. А.Г. и Н.Г. Столетовых. - С. 114-120.
11. Балабко П.Н., **Снег А.А.** Роль половодий в аллювиальном почвообразовании // Современные проблемы экологии. 4-я Международная научно-практическая конференция. Сборник материалов. - 2010. - Москва, МГУ, с. 7-15.
12. Балабко П.Н., Трифонова Т.А., **Снег А.А.** Типология пойменных земель речных долин крупных рек России // Экология речных бассейнов. V междунар. научно-практич.

конф. Владимир. 9-12 сентября 2009 г. - Владимир: Владим. гос. ун-т им. А.Г. и Н.Г. Столетовых, 2009. - С. 20-30.

13. Леонтьевская Е.А., Добровольская Т.Г., **Снег А.А.**, Балабко П.Н. Состав бактериальных сообществ аллювиальных почв и растений долины р.Оки в условиях интенсивного землепользования // Экология речных бассейнов. V междунар. научно-практич. конф. Владимир. 9-12 сентября 2009 г. - Владимир: Владим. гос. ун-т им. А.Г. и Н.Г. Столетовых, 2009. - С. 114-118.

14. Балабко П.Н., **Снег А.А.**, Хуснетдинова Т.И. Динамика использования почв речных долин России за историческое время // Агроэкологическое состояние и перспективы использования земель России, выбывших из активного сельскохозяйственного оборота. Материалы Всероссийской научной конференции 13-14 мая 2008 г. Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева Россельхозакадемии. - Москва. - 2008. - С. 253-256.

15. Балабко П.Н., **Снег А.А.**, Трифонова Т.А. Земельные и почвенные ресурсы пойм речных долин России: процессы, формирующие пойменные почвы и пути их рационального использования // Экология речных бассейнов. IV междунар. научно-практич. конф. Владимир. 27-30 сентября 2007 г. - Владимир: Владим. гос. ун-т им. А.Г. и Н.Г. Столетовых, 2007. - С. 59-66.

16. Балабко П.Н., **Снег А.А.**, Чижикова Н.П., Гурова Т.А. Агрофизические свойства почв поймы р. Оки в режиме интенсивного использования // Экология речных бассейнов. IV междунар. научно-практич. конф. Владимир. 27-30 сентября 2007 г. - Владимир: Владим. гос. ун-т им. А.Г. и Н.Г. Столетовых, 2007. - С. 151-155.

17. Балабко П.Н., Локалина Т.В., **Снег А.А.** Современное состояние пойменных лугов долин рек Центральной России // Материалы Международной научно-практической конференции «Экология биосистем: проблемы изучения, индикации и прогнозирования», Астрахань, 20-25 авг. 2007 г. Астрахань, 2007. - С. 183-186.

18. Балабко П.Н., Трифонова Т.А., **Снег А.А.** Вклад академика РАН Г.В. Добровольского в учение о генезисе, классификации, эволюции, охране и рациональном использовании почв речных долин России // Экология речных бассейнов. III междунар. научно-практич. конф. Владимир. 28-30 сентября 2005 г. - Владимир: Владим. гос. ун-т им. А.Г. и Н.Г. Столетовых, 2005. - С. 13-20.

19. Балабко П.Н., **Снег А.А.** Морфология, некоторые химические свойства, плотность и структура пойменных почв рек Москвы и Оки // Экология речных бассейнов. III

междунар. научно-практич. конф. Владимир. 28-30 сентября 2005 г. - Владимир: Владим. гос. ун-т им. А.Г. и Н.Г. Столетовых, 2005. - С. 125-129.

20. Балабко П.Н., Мешалкина Ю.Л., **Снег А.А.**, Кулагина Т.Б. Оценка почвенной неоднородности сельскохозяйственных угодий пойм рек Московской области // Пленарные докл. Всероссийской конф. "Экспериментальная информация в почвоведении: теория и пути стандартизации". Москва, 2005. - Факультет почвоведения МГУ, с. 3-5.