

Тема: Степи России: ландшафтно-экологические основы устойчивого развития, обоснование природоподобных технологий в условиях природных и антропогенных изменений окружающей среды

**Левыкин С.В.**, заведующий отделом степеведения и природопользования

**Развитие современных представлений о пространственном развитии степных регионов на основе экологической оптимизации ландшафтов, геоэкологического планирования и развития природоподобных технологий**

Создание единого целостного научного произведения (ансамбля) путём координации отдельных индивидуальных самостоятельных научных замыслов.

Координация – это придание самостоятельности, свойств взаимопроникновения до уровня признаков единства заданного замысла.

Индивид	научный наставник	министерство
Индивидуальность	учитель	госзадание
Неповторимость		

Творческая мобильность  
Научная мобильность  
Сменяемость репертуара

Мотивации:

Достижение самоудовлетворённости достигнутым уровнем знаний о проблеме или объекте

Научная профессиональная неудовлетворённость состоянием изученности объекта или проблемы

## Степедование и география в национальных проектах

**Степеномия** – междисциплинарная система знаний и технологий диагностики степей и их оздоровления.

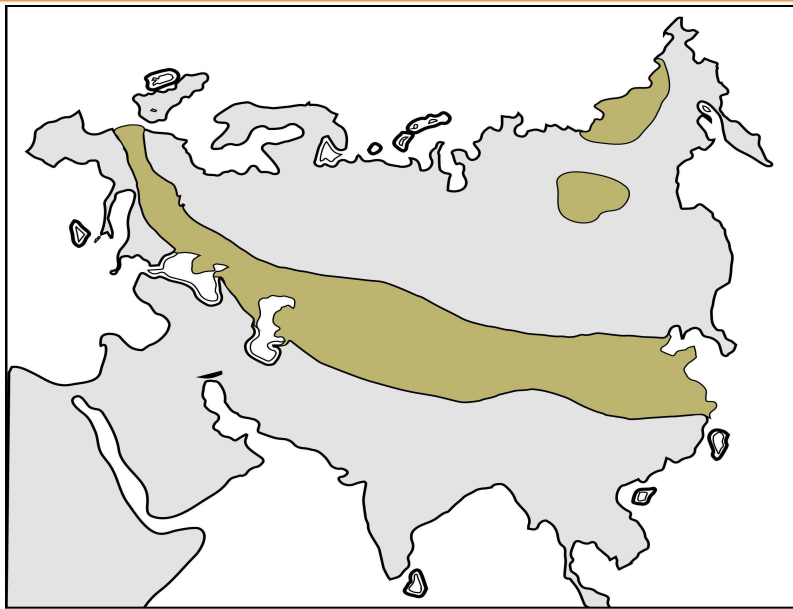
**Природоохранная география** не теряет своей актуальности прежде всего в степной зоне и в Арктике.

**Динамическая география** – изучение и мониторинг динамики ландшафтов и объектов, подверженных наибольшим изменениям: береговые линии, прежде всего разрушение ледяных берегов в Арктике, климатические зоны, ареалы растений и животных.

**Адаптивная география** – оперативный ответ на изменения в биосфере, принципиальным образом затрагивающие как сложившиеся экосистемы, так и жизнедеятельность человека.

**Комплитивная география** (от англ. to complete – завершать, доделывать) близка к адаптивной, но отличается нравственно-этическим и эстетическим приоритетами, более прикладным характером, скорее системой природоподобных технологий.

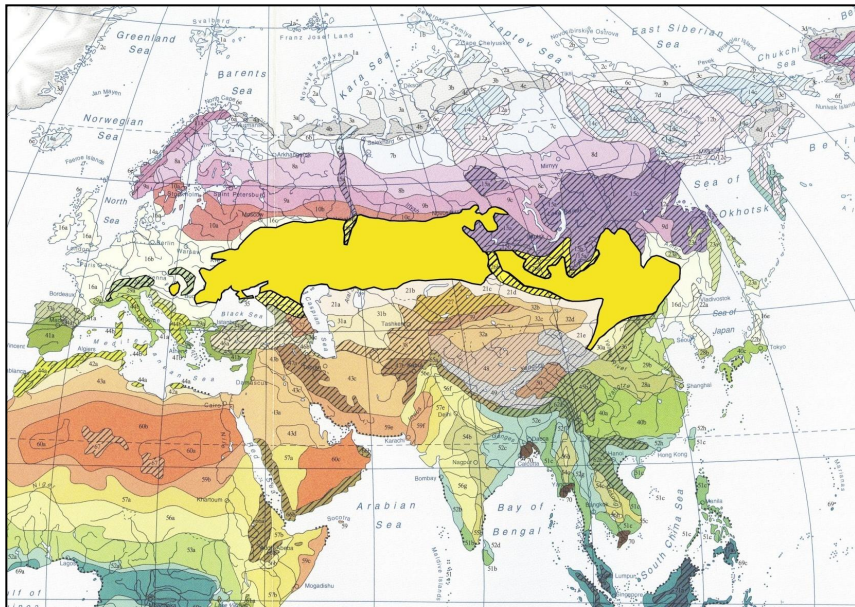
**География ревайлдинга** Поддержка и экспертиза степного ревайлдинга - «переодичивания» степей восстановлением титульной степной фауны, прежде всего копытных, на экологической основе вторичной степной растительности. Обоснование сети центров разведения.



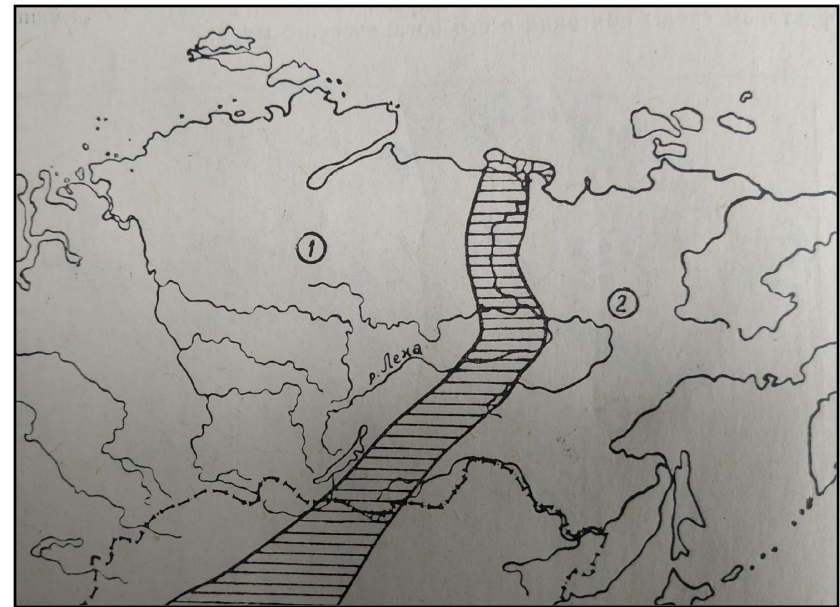
Лёссовый пояс Северной Евразии



Ледовый комплекс (подземные, в т.ч. повторно-жильные льды) по Конищеву и Королёвой, 2009

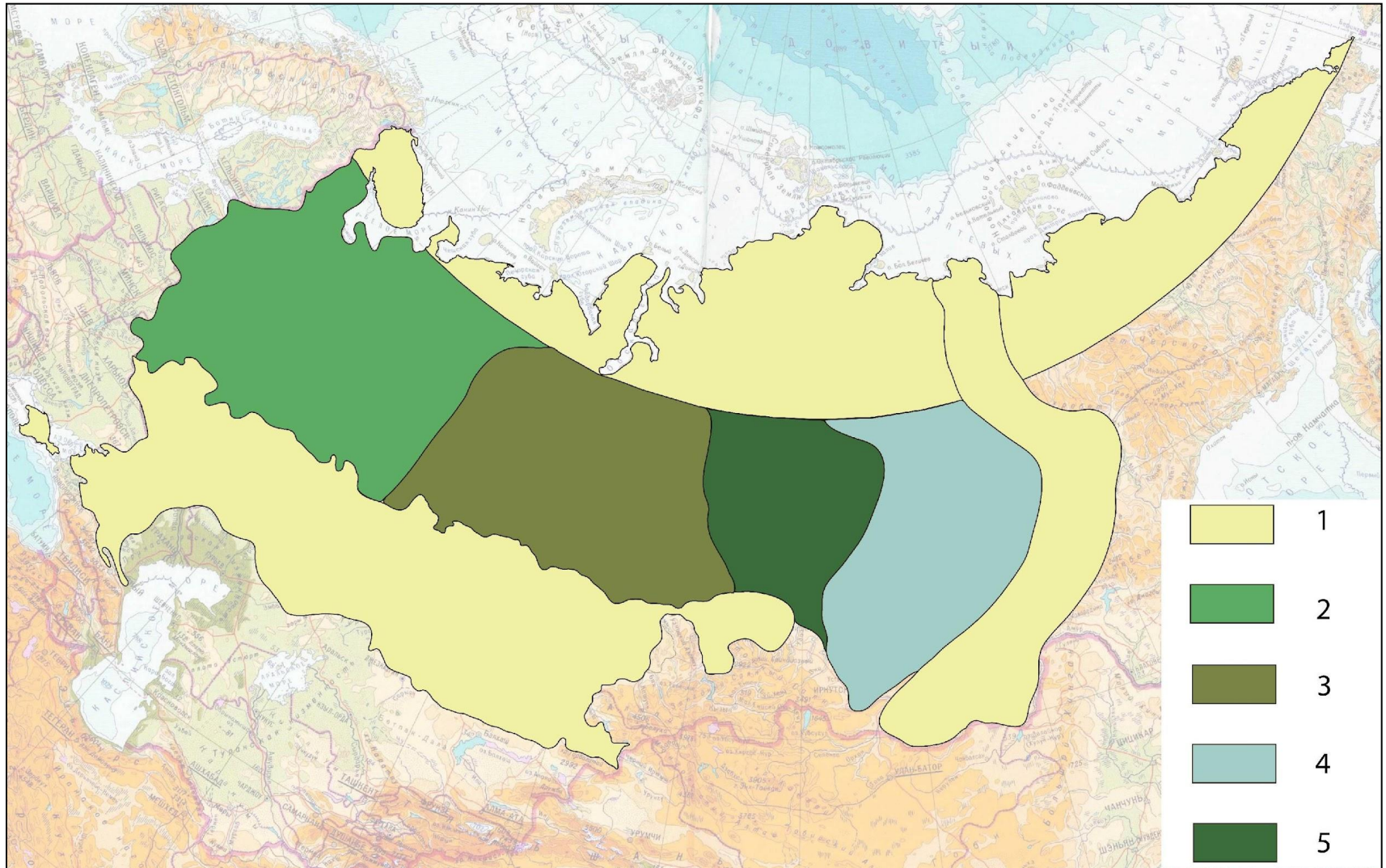


Большая степь по Чибилёву, 2016



Зона завершённого влагооборота по Русакову, 1975

# Мегарегионы открытых и просматриваемых ландшафтов и лесные регионы Северной Евразии



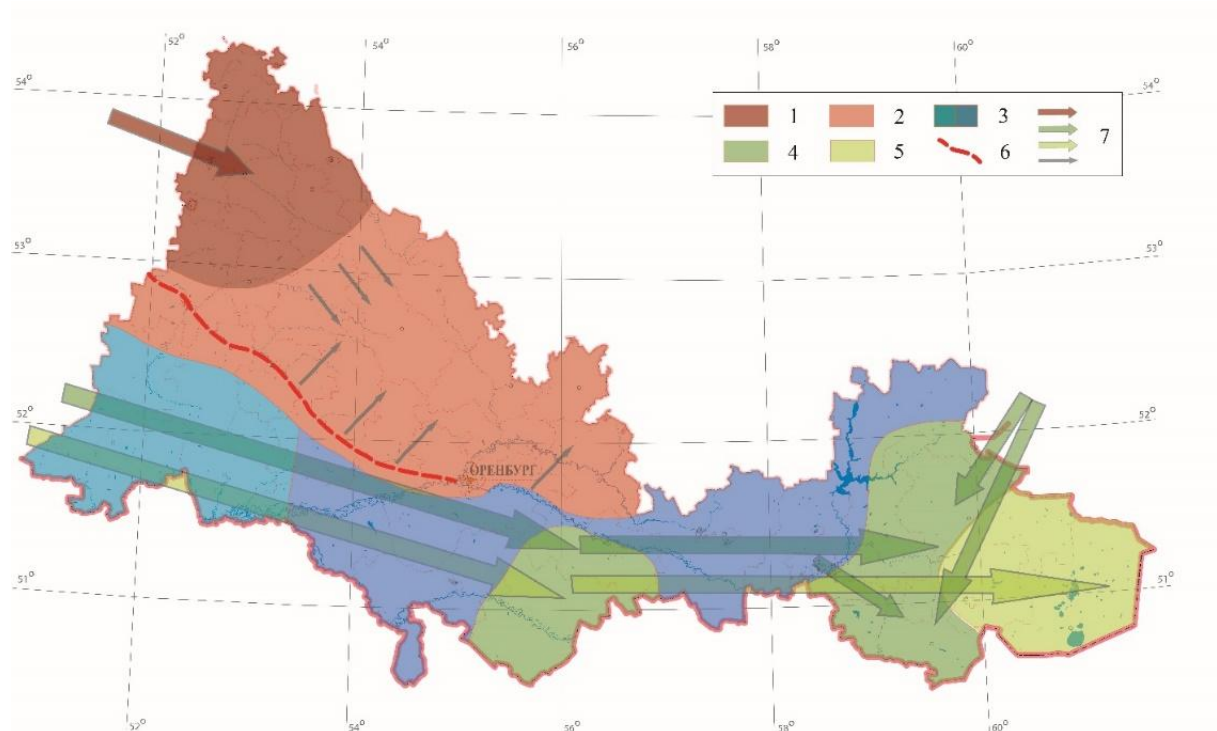
1 – Триада степных, потенциально степных и луговых мегарегионов  
2 – леса Восточно-Европейской равнины

3 – Западно-Сибирская низменность  
4 – Якутский лиственнично-аласный сектор  
5 – Восточносибирская тайга

# Выполнен комплексный анализ истории аграрного освоения Оренбургской области на предмет поиска направлений адаптации сельского хозяйства

Выявлены основные этапы, векторы и центры развития земледелия.

Разработано районирование земледельческого освоения области.



## Районирование Оренбургской области по земледельческому освоению.

- 1 – Лесостепной район дворянско-усадебного освоения;
- 2 – Степные районы севернее Самарской линии;
- 3 – Южностепные районы казачьего освоения;
- 4 – Юго-восточные районы столыпинского освоения и советской целинной кампании;
- 5 – Восточные районы советской целинной кампании;
- 6 – Самарская линия;
- 7 – Генеральные направления освоения.

## **Разработаны фундаментальные принципы адаптации сельского хозяйства Оренбургской области к современным климатическим изменениям**

**На основе результатов анализа современных климатических тенденций и исторического опыта разработаны основные пути адаптации сельского хозяйства Оренбургской области.**

- Перераспределение аграрной нагрузки между основными природными зонами России: тундровой, лесной, степной.
- Смещение рискованного земледелия из районов наибольшего снижения биоклиматического потенциала, возможно временное, в районы роста биоклиматического потенциала.
- Более гибкая трактовка целевого использования земель сельхозназначения, позволяющая модернизировать позднесоветскую систему степного землепользования.
- Передача полномочий определения целевого использования сельхозугодий на уровень муниципальных образований.
- Внедрение дифференцированного подхода к маловостребованному земельному фонду: малопродуктивные и удалённые пахотные угодья под развитие адаптивного животноводства и депонирование углерода; наиболее продуктивные угодья передать под интенсивное полеводство.
- Признание за сухостепной подзоной приоритета производства экологически чистой мраморной говядины, баранины и конины.





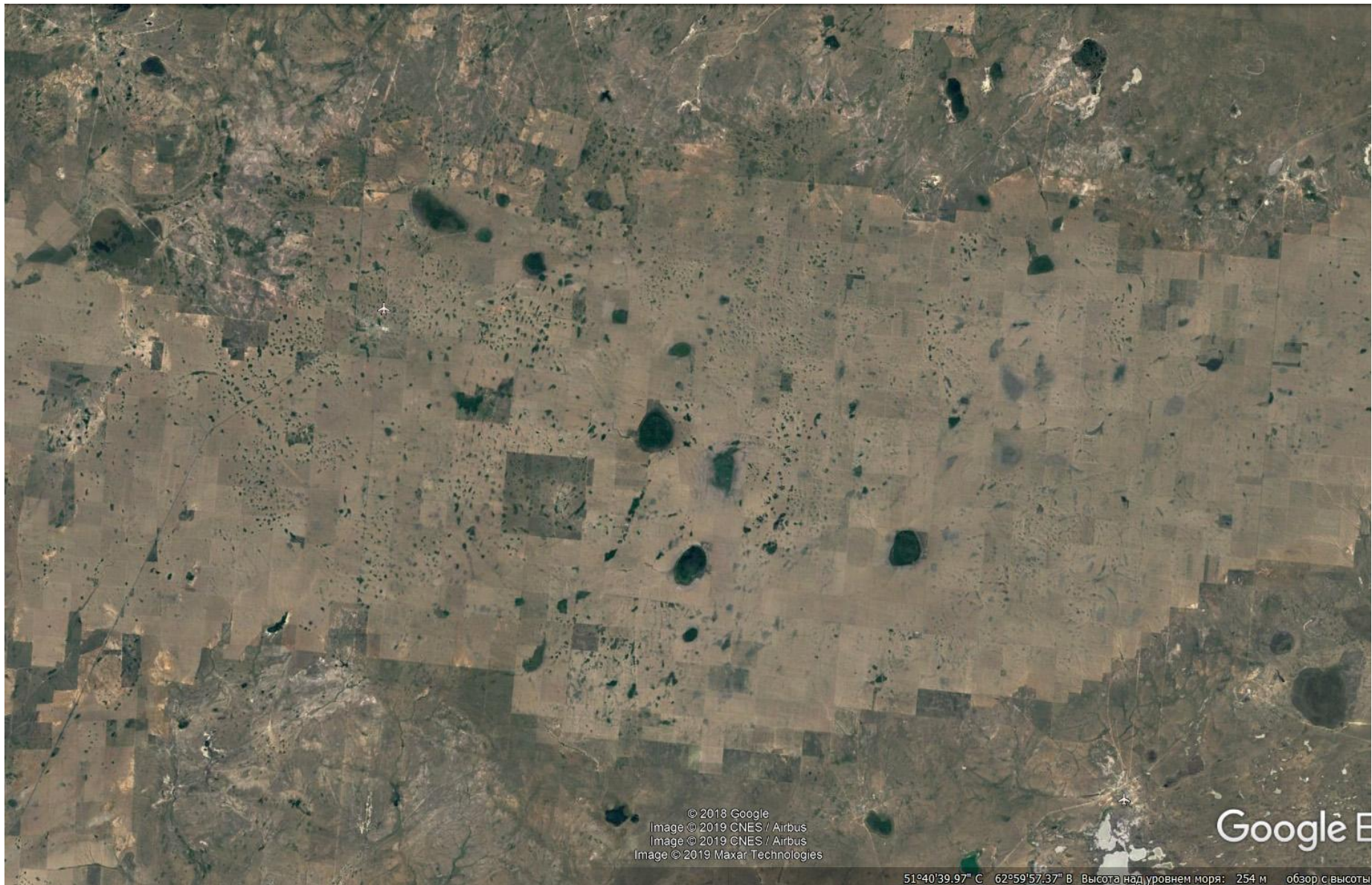
## Присыпсынагашский ареал падинно-плакорного типа местности



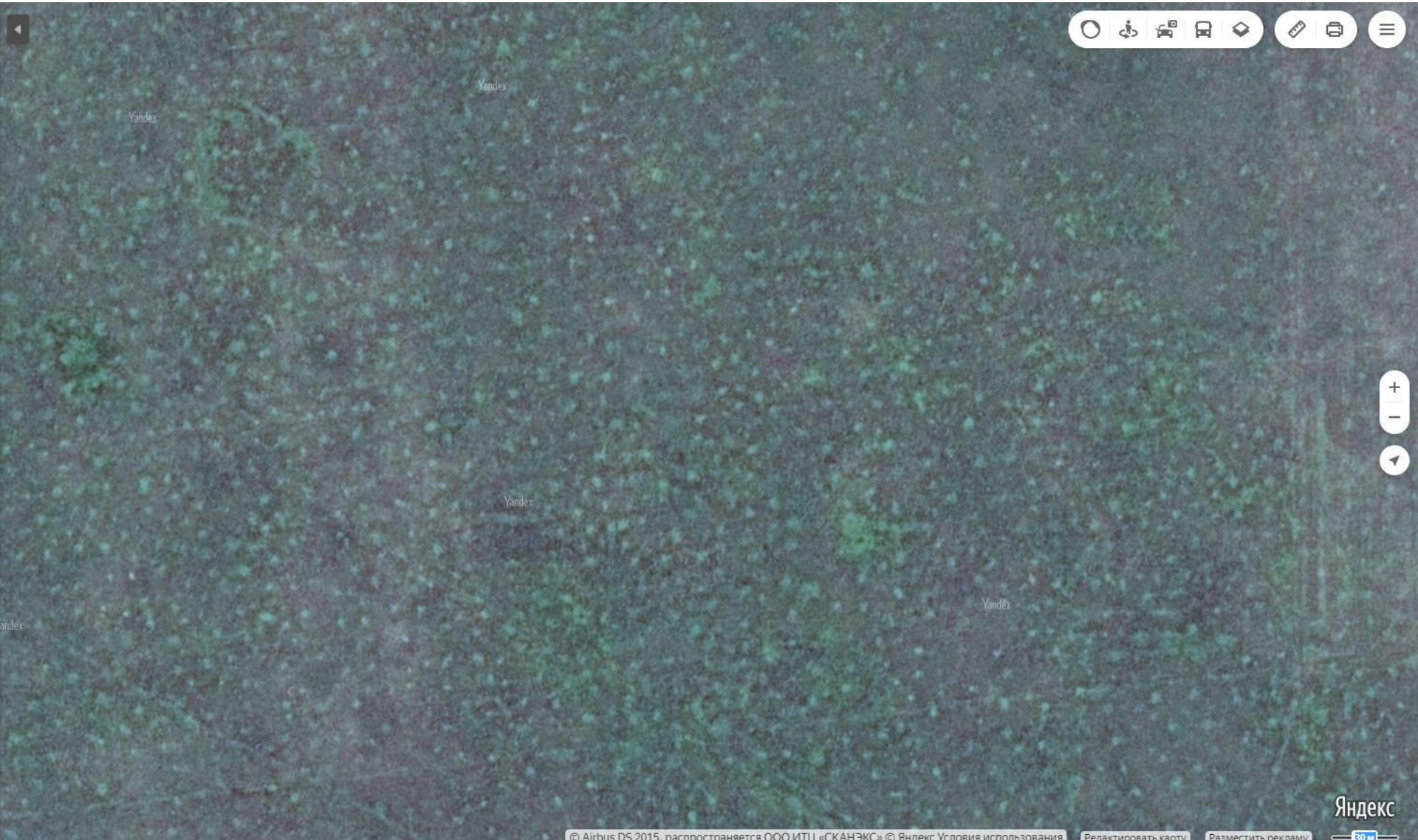
Image © 2019 Maxar Technologies  
Image © 2019 Maxar Technologies  
© 2018 Google  
Image © 2019 CNES / Airbus

Дата съемки: 7.6.2019 50°38'54.76" С 61°26'34.07" В Высота над уровнем моря: 259 м обзор с высо

## Алтынсаринский ареал падинно-плакорного типа местности







Яндекс



Солидарное  
Солдарне

Yandex

Маркеев  
Маркеев

Yandex

Питомник

Новый Этап  
Новый Этап

Аскания-Нова  
Аскания-Нова

Лынка  
Лынка

Молочное  
Молочное

Камыш  
Комиш

Биосферный  
заповедник  
Аскания-Нова

Каховский канал

## **ВНИМАНИЕ! Гипотеза, размысл.**

### **Ландшафтообразующее значение геоморфологического и литогенного наследия позднего плейстоцена принципиально выше, чем принято учитывать**

**Ландшафтоведение имеет европейские корни:** влажность и высокая роль водных процессов в Европе, где проводились первые наблюдения, нашла своё научное отражение в различного рода «лювиях» и «лювиальных» водных теориях осадконакопления и генезиса.

**Альпы – ключевой объект,** на изучении которого строилась ландшафтоведческая теория. Актуальный динамизм свойственный этой горной системе невольно экстраполировался на другие регионы. Такая экстраполяция легла в основу достаточно громоздкой и часто противоречивой классификации ландшафтов и типов местности.

Насколько это адекватно засушливой степной зоне?

Насколько патристично внедрять европейские подходы в степной зоне?

#### **Принципиальный вопрос: ведущий критерий дифференциации ландшафтов и местностей.**

Если биота и почвы, то для большей части степной зоны принципиально наследие позднего плейстоцена в виде его осадков: лёссов, лёссовидных суглинков, пресных песков. Поэтому в основу выделения ландшафтов и местностей должна быть положена не столько пластика рельефа, сколько наличие или отсутствие позднеплейстоценовых почвообразующих пород.

Необходим заход с другой стороны: во главе угла наличие или отсутствие позднеплейстоценовых перекрытий, их характера, водоусвояемости, а не пластика рельефа и иные красоты ландшафтов.

**Дифференциация степных ландшафтов:** на позднеплейстоценовых лёссах, лёссовидных суглинках, пресных глинах (злаки), промытых песках (сосна), на корках выветривания, на мезозойских отложениях, на неогеновых песках (литогенные разновидности степей).

Другой принципиальный критерий: **водоусвояемость.**

# Концепция экокогерентного культурного ландшафта в ретроспективе пространственных объектов бронзового века степных регионов



Хозяйственно-культурные ареалы эпохи бронзы на Южном Урале

На территории ключевых степных регионов, включая районы с наиболее экстремальными природно-климатическими условиями (степное Зауралье, Мугоджары), на протяжении бронзового века несколько тысячелетий успешно реализовывалась

**Экокогерентная модель природопользования, основанная на сочетании подвижных форм скотоводства и горно-металлургического производства.** Реконструируемая хозяйственно-культурная модель хорошо согласуется с историческими данными и этнографическими материалами более позднего времени. Успешность анализируемой модели хозяйствования обусловлена эффективной и экономичной адаптационной стратегией жизнеобеспечения, основанной на **соблюдении баланса использования всех доступных ресурсов при сохранении естественных экологических связей ландшафта.**

**Экокогерентный культурный ландшафт** представляется одним из уровней природного ландшафта.

# Обобщён опыт разработки и внедрения технологий неразрушительного землепользования в трудах классиков отечественного земледелия.

Выполнен анализ формирования научных основ рационального степного землепользования и устойчивого развития степных регионов России на основе сравнительно-исторического метода.

Анализ научных трудов классиков отечественного земледелия позволил выделить 4 основных этапа в формировании научных основ рационального землепользования в XVIII-XXI вв.

**I этап** (начало XVIII в. – первая половина XIX в.). Этап активной земледельческой экспансии в европейские степи (Центральное Черноземье, Северное Причерноморье, Предкавказье, Поволжье, Южный Урал). Распаханность степных и ландшафтов относительно невысокая, в пределах 25% позднесоветского уровня.

На данный этап приходится труды классиков отечественного земледелия – М.И.Афонины, А.Т. Болотова, И.М. Комова, М.Г. Павлова, М.Е. Ливанова, Я.А. Линовского, С.М. Усова и др.

**II этап** (вторая половина XIX в. – первая половина XX в.). Этап завершения освоения европейских степей и широкой земледельческой экспансии на степные территории Заволжья, Южного Урала, Сибири. Аридизация климата степной зоны, вызванная природными и антропогенными факторами. Первый агроэкологический кризис степей 1891-1893 гг.

На данный этап приходится труды классиков отечественного земледелия: А.В. Советова, И.А. Стебута, В.В. Докучаева, К.А.Тимирязева, П.А. Костычева, А.А. Измаильского, И.Е. Овсинского, В.Р. Вильямса, Н.М. Тулайкова и др.

**III этап** (середина XX в. – начало 90-х годов XX в.) Этап практически полной распашки степей СССР (на площади свыше 42 млн га) и многолетнего экстенсивного богарного зернового производства. На данном этапе ликвидировано отгонное пастбищное животноводство, степной тип растительности на зональных полнопрофильных почвах стал самым редким в СССР, степные экосистемы пришли в состояние глубокого кризиса.

На данном этапе был развит ландшафтно-экологический подход к организации сельскохозяйственного природопользования (В.Б. Сочава, А. Г. Исаченко, Ф.Н. Мильков, В.А. Анучин, А.В. Ларин, В.С. Преображенский, В.А. Николаев и др.). В 1957 г. основан Казахский (впоследствии Всесоюзный) НИИ зернового хозяйства во главе с А.И. Бараевым, что послужило широкому внедрению безотвальной обработки почвы. В 1970-е организованы исследования по контурно-мелиоративным (А.Н. Каштанов, 1994) и адаптивно-ландшафтным (В.И. Кирюшин, 2011) системам земледелия. Разработаны региональные программы по сохранению биоразнообразия степей и рациональному использованию природных ресурсов (Хоментовский, Чибилёв, 1977; Хоментовский и др., 1980; Чибилёв, 1983).

**IV этап** (начало 90-х годов XX в. – по настоящее время). Этап перехода от советской плановой системы сельскохозяйственного производства к рыночной многоукладности.

На данном этапе активизировались академические и отраслевые разработки по экологизации степного природопользования, устойчивости ландшафтов к сельскохозяйственному воздействию (А.А. Чибилёв, А.А. Тишков, Б.И. Кочуров, С.В. Левыкин, Л.Л. Шишов, И.И. Карманов, М.С. Дзыбов и др.) (Чибилёв, 1992; Чибилёв и др., 2012). Проведены исследования адаптивного потенциала культурных растений и создание эколого-генетических основ адаптивной селекции (А.А. Жученко, 2015), развито учение об эколого-генетических функциях почв в биосфере, создана Красная книга почв Российской Федерации (2009), развиваются концепции рационального степного землепользования.



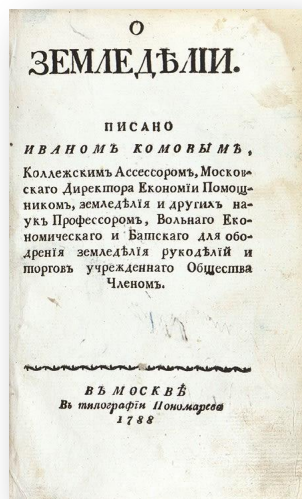
**Болотов Андрей Тимофеевич (1738-1833)** первым систематизировал применявшиеся приёмы земледелия и показал важность их сочетания, отмечал необходимость зонального ведения земледелия и соблюдения правильной пропорции между земледелием и животноводством, проводил опыты по совершенствованию паровой системы земледелия и освоению выгонной (переход от трехполья к семипольным севооборотам), впервые предложил вести историю полей, для оценки систем земледелия разработал метод сравнительного анализа

**Основные работы по земледелию:**

Об удобрении полей, 1770; Наказ для управителя, 1700; Примечание о хлебопашестве вообще, 1775; О разделении полей, 1775 и др.



**Болотов Андрей Тимофеевич (1738 – 1833)**

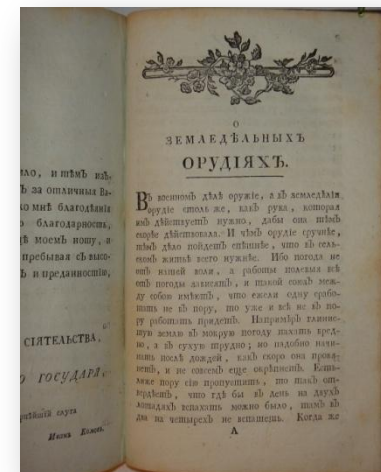


**Работа И.М. Комова «О земледелии» (1788), титульный лист**

**Комов Иван Михайлович (1750-1752)** разработал первое руководство по сельскохозяйственным орудиям и машинам, выступал за переход к плодосменной системе земледелия с посевом бобовых трав и корнеплодов и заменой пара пропашными культурами, определил роль разных видов обработки почвы, навозного удобрения и плодосменных севооборотов в плодородии почв.

**Основные работы по земледелию:**

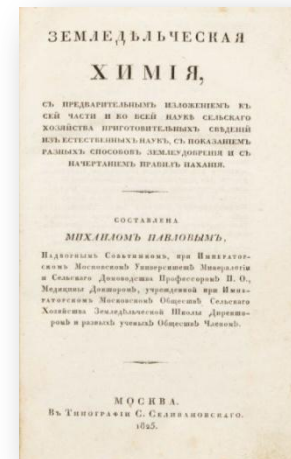
О земледельческих орудиях, 1785; О земледелии, 1788



**Работа И.М. Комова «О земледельческих орудиях» (1785), первая страница**



**Павлов** Михаил Григорьевич (1793-1840) обосновал необходимость гибкого отношения к выбору систем земледелия в зависимости от природных и социально-экономических условий, выступал против монокультуры, обосновал взаимосвязь почвы, растений и удобрений в системе земледелия, заложил основы агрономической химии, организовал первую отечественную Земледельческую школу для подготовки агрономов, сформировал научные основы Русской агрономической школы.

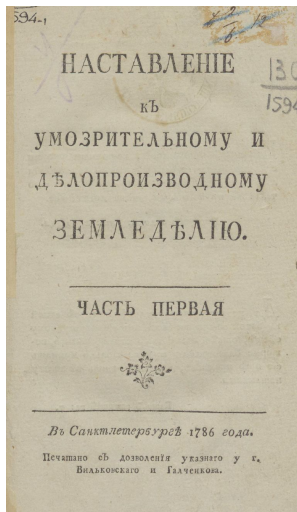


**Павлов Михаил Григорьевич**  
(1793–1840)

**Основные работы по земледелию:**

О главных системах сельского хозяйства с приурочиванием к России, 1821; Земледельческая химия, 1825; Курс сельского хозяйства, 1837.

**Работа М.Г. Павлова**  
«Земледельческая химия»  
(1825), титульный лист

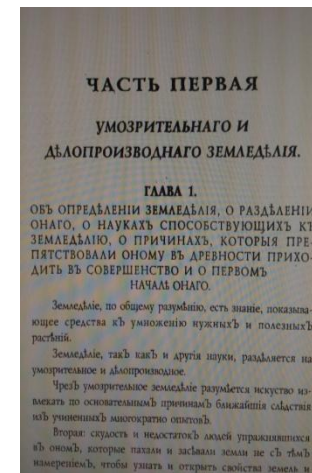


**Работа М.Е. Ливанова**  
«Наставление...» (1786),  
титовая страница

**Ливанов** Михаил Егорович (1751-1800) проанализировал апробированные приёмы обработки почвы, удобрения и травосеяния, обосновал правильное сочетание растениеводства и животноводства. Обосновал важность достаточности пастбищ, своевременного сенокоса и высева кормовых культур (клевер, люцерну и др.). Организовал под г. Николаевым первую в степной зоне России частную сельскохозяйственную школу (1790).

**Основные работы по земледелию:**

Наставление к умозрительному и делопроизводительному земледелию, 1786; О земледелии, скотоводстве и птицеводстве, 1799.

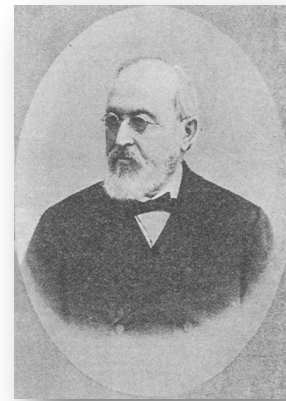


**Работа М.Е. Ливанова**  
«О земледелии,  
скотоводстве и  
птицеводстве» (1799)

**Советов Александр Васильевич** (1826-1901) обосновал луговое хозяйство и плодосмен, переход от «трёхполья» к плодосмену как более совершенной системе земледелия, оптимизирующей соотношение растениеводства и животноводства и способствующей повышению их эффективности

**Основные работы по земледелию:** О системах земледелия, 1867; О русском чернозёме, 1884; Наставление к разведению кормовых трав, 1885

**Советов  
Александр Васильевич**  
(1826 - 1901)



**Стебут Иван Александрович** (1833-1923) обосновал мероприятия по сохранению влаги в почве, дифференцированный подход к определению числа глубоких отвальных обработок почвы в севообороте, пропагандировал смешанные посевы, введение в культуру диких трав местной флоры. Аргументировал сокращение площадей под хлебными злаками с заменой их кормовыми, масличными, зернобобовыми и прядильными культурами, рекомендовал развитие животноводства, введение многопольных севооборотов с многолетними травами, предлагал облесение лощин и обсадку полей живыми изгородями, обустройство прудов. Предлагал порайонное или зональное применение агротехнических мероприятий. Система районирования И. А.Стебута используется до сих пор.

**Основные работы по земледелию:**

Сельскохозяйственные заметки из поездки в некоторые преимущественно степные губернии, 1872; Основы полевой культуры и мер к её улучшению в России, 1882; Статьи о русском сельском хозяйстве, его недостатках и мерах к его усовершенствованию, 1883.



**Стебут  
Иван Александрович**  
(1833 - 1923)

**Докучаев Василий Васильевич** (1846-1903) обосновал почвенно-ландшафтную составляющую в причинах засух, связанную с земледельческой практикой. Показал, что рост оврагов и холмообразование на пашне увеличили площадь испаряющей поверхности на 25-50%. Проанализировал утрату почвой девственной зернистой структуры, изменение свойств поверхности из-за распашки и уплотнения вследствие выпаса. Обосновал природосберегающее соотношение угодий в агроландшафтах путём оптимизации площади пастбищ, сенокосов, водных источников, лесных насаждений и пашни.

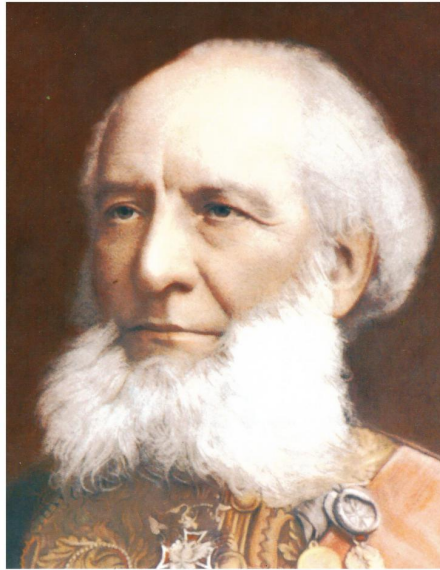
**Основные работы по земледелию:**

Русский чернозём, 1883; Наши степи прежде и теперь, 1892; К вопросу о борьбе с засухами и иными стихийными невзгодами в степях России, 1895; К учению о зонах природы, 1899.

**Докучаев Василий Васильевич**  
(1846 - 1903)



## На основе классических трудов обобщены закономерности освоения новых земель



Пётр Петрович Семёнов-Тян-Шанский  
1827-1914

1. При обилии свободных земель и ресурсов первый опыт хозяйствования на новых землях в высшей степени экстенсивный и даже хищнический.
2. Соизмерение экономической активности со спросом по мере заполнения ёмкости страны
3. Когда ресурсы уже перераспределены и вовлечены в хозяйство, начинает запоздало развиваться идея территориальной охраны природы.

## Тундра

1. Принципиальное повышение продуктивности тундры путём замены мохового покрова травами.



Журавский А.В. Полярные окраины в новом освещении // Известия Императорского Русского Географического Общества. – Т.LI. Вып. IV. – С.237-245.

2. Развитие арктического луговодства путём управления озёрностью тундровой зоны



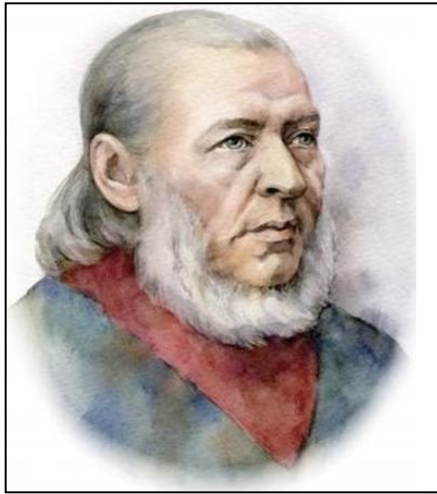
Томирдиаро С.В. Вечная мерзлота и освоение горных стран и низменностей. На примере Магаданской области и Якутской АССР. – Магадан, Кн. изд., 1972. – 174 с.

3. Идея С.А. Зимова о повышении продуктивности заболоченных тундр и уменьшении эмиссии метана реинтродукцией и организацией выпаса копытных – представителей либо экологических аналогов мамонтовой мегафауны. Плейстоценовый парк.

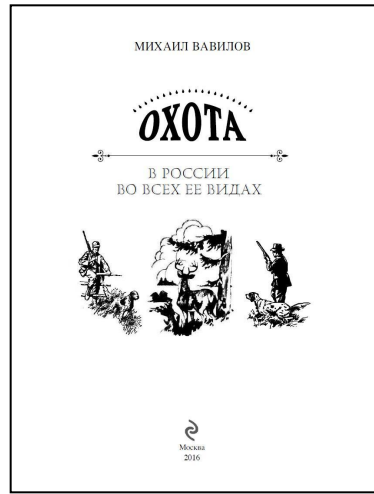


Охотпользование как наиболее эффективная и перспективная форма охраны природы и воспроизводства биоресурсов.

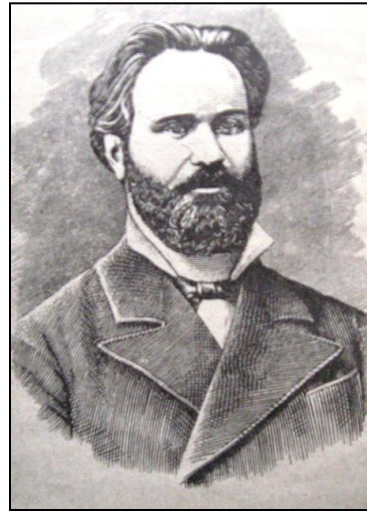
Особая хозяйственная и природоохранная значимость русской охоты.



Аксаков С.Т.  
1791-1859



Вавилов М.П.  
1845-1872



Сабанеев Л.П.  
1844-1898



С.А. Бутурлин  
1872-1938

Экологический резерв популяции как базовая природоохранная единица

Обобщена и адаптирована к условиям степных регионов концепция рекреационного землепользования - направление диверсификации степного землепользования.

Продолжено изучение туристско-рекреационного потенциала степного региона, сформулирована новационная концепция туристско-рекреационной зоны как отдельного вида экономической зоны.

# Колонизация

1. Экстенсивный. Хищнический.
2. Заполнение ёмкости страны. Соизмерение
3. Территориальная охрана

## Территориальная охрана природы

*В процессе использования*  
Болотов, Суворов, Комов,  
Бутурлин, «Кедроград»,  
Томирдиаро, Журавский,  
Зимов, Чибилёв, Тишков

*Заповедники*  
Алексей Михайлович  
Романов, Пётр I,  
«могучая кучка»,  
Чибилёв, Тишков

Докучаев

Сочетание  
интенсивного  
зернового хозяйства и  
адаптивного  
пастбищного  
животноводства

Степное травосеяние

Лесоводство

Экономическая оценка  
биоразнообразия

Арктическое  
луговоеводство

Реинтродукция  
копытных в тундру

Охотпользование

Заповедники (%)

Трансформизм???

Ревайлдинг

управление

Неприкосновенность,

эталон

Туризм



Развитие отечественной природоохранной мысли сформировало одну из лучших в мире заповедных систем и разработало институциональные основы комплексного природопользования и охраны природы вне ООПТ для лесной и тундровой зон. Существует система лесов 1-й группы, где запрещены любые рубки кроме санитарных. За разрушение мохового покрова тундры гусеницами вездеходов налагаются штрафы. Существует система водоохранных и буферных зон, система Красных Книг.

Степная зона была и остаётся наиболее проблемной. Единственным способом сохранения степей остаётся организация ООПТ и выделение водоохранных зон (проблематично).

Требуются институциональные основы рационального степного природопользования дополняющего систему ООПТ и обеспечивающего принципиальное увеличение ресурсов титульных и хозяйственно ценных степных видов.

# Установлено определяющее взаимопроникающее значение аграрно-социальных мегапроектов в формировании современных степных агроландшафтов

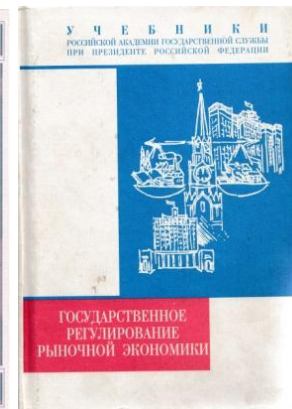
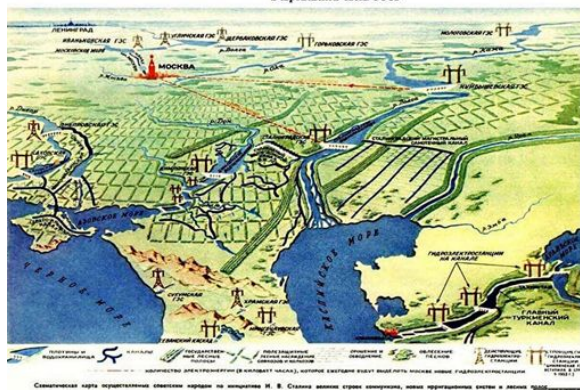
«Сталинский план преобразования природы» (1948-1953)

Целинный мегапроект (1954-1963)

Радикальные социально-экономические реформы (1990-е)



Сталинский план благоустройства природной среды в степной части СССР



# Агроэкологические риски (угрозы/конфликты природопользования)

Природные

Засухи  
Суховеи  
Пыльные бури  
Малоснежные зимы  
Наводнения

Антропогенные

Структурные

Связанные с с/х производством

Растениеводство

Животноводство

Связанные с НЕ с/х деятельностью

Селитебные

Сельские нас. пункты  
Города

Комплексные проблемы: пожары, эрозия и т.д

## СТРУКТУРНЫЕ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ

(социально-экономические причины)

высокая доля официальной пашни в агроландшафте

отсутствие законодательства, регулирующего структурные преобразования в степных агроландшафтах, в т. ч. вследствие глубокой консервации позднесоветской антиэкологической структуры сельхозугодий в ходе земельной реформы

сложности перевода земель сельскохозяйственного назначения из пахотных угодий в разряд пастбищных и сенокосных

отсутствие баланса земледелия и животноводства как производителя органических удобрений

низкая фактическая урожайность зерновых в условиях минимального применения минеральных и органических удобрений

отсутствие мотивации сельхозтоваропроизводителей к сохранению и восстановлению степного биоразнообразия и биоресурсов

потеря сельхозугодий вследствие зарастания неиспользуемых земель низкокачественным редколесьем. Формирование специфических карагачово-степных саванноидов, либо непродуктивных зарослей

развитие сельскохозяйственных агрохолдингов, зарегистрированных вне района землепользования

ужесточение требований к целевому использованию сельхозугодий, прежде всего пахотных, что способствует сохранению экстенсивности и почвозатратности земледелия

## АГРОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ РИСКИ

(примеры)

### РАСТЕНИЕВОДСТВО:

активизация распашки залежных земель, в т.ч. на малопродуктивных, склоновых и щебнистых землях, а также общее ухудшение качества земельных ресурсов. Ужесточение требований к целевому использованию сельхозугодий, прежде всего пахотных, вовлечение в обязательное использование низкопродуктивных земель

массовый рост посевов подсолнечника, в т.ч. на потенциально малопродуктивных для этой культуры землях, особенно в южных и восточных районах

массовое развитие бахчеводства, которое зачастую сопровождается блуждающим характером и малосистемностью, вовлечением целинных и старозалежных земель на террасах малых рек. С бахчеводством связано повышенное потребление водных ресурсов в связи с активным переходом на поливное бахчеводство, что катастрофически влияет на водность малых и средних рек, с учетом их маловодности

### ЖИВОТНОВОДСТВО:

отсутствие оборудованных водопоев и бессистемное полосное использование малых рек под водопой

уничтожение прибрежной и водной растительности на необорудованных водопоях, приводящее к деградации малых рек

деградация кормовых угодий вследствие перевыпаса в окрестностях сельских населенных пунктов и недовыпаса отдалённых угодий, регулярно подвергающихся степным пожарам

использование различных пестицидов для быстрого уничтожения («выжигания») степной растительности на залежных землях и вторичных степях и последующей распашки данных участков.

гибель пчел во многих степных и лесостепных регионах России

# Предпосылки экологизации степных агротехнологий

## Предпосылки (причины):

- *значительные антропогенные нагрузки на агроландшафты в традиционных экстенсивных технологиях:*

## Последствия (вызовы):

- *повышение засушливости территории;*
- *деградация пахотных угодий;*
- *снижение продуктивности агроценозов;*
- *истощение биологического разнообразия.*



# Основное направление экологизации степных агротехнологий - подражание природным процессам

- *переход на ландшафтно-адаптивные системы земледелия с существенным нормированием нагрузки на ландшафт применительно к различным типам местности;*
- *внедрение контурной безотвальной и нулевой обработок почвы с сохранением мульчи и пожнивных остатков, использование прямого посева (No-till, Strip-till);*
- *контурное размещение водорегулирующих лесополос, древесных, кустарниковых и травянистых кулис, степных полос и коридоров, фитомелиорация;*
- *экологическая оптимизация севооборотов (увеличение доли мног. трав, смешанных, бобовых, сидеральных культур, занятого пара и сокращ. площадей подсолнечника);*
- *выращивание в севооборотах разуплотняющих культур с глубокопроникающей стержневой корневой системой (рапс, рыжик, сафлор, нут);*
- *компенсация выноса питательных почвенных элементов орган. и минер. удобрен.;*
- *внедрение сортов, не требующих интенсивной химической защиты, формирующих урожаи за более короткий срок.....*



# Умное землепользование – ожидаемые результаты и пути реализации

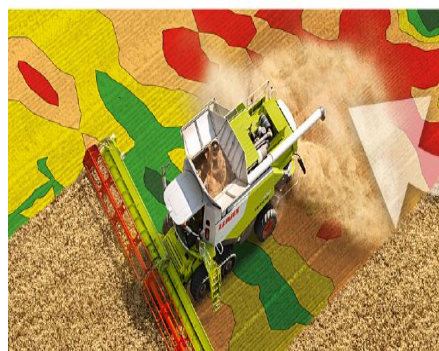
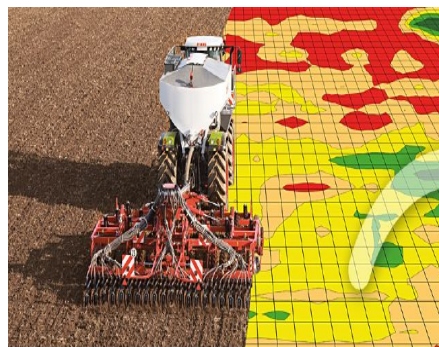
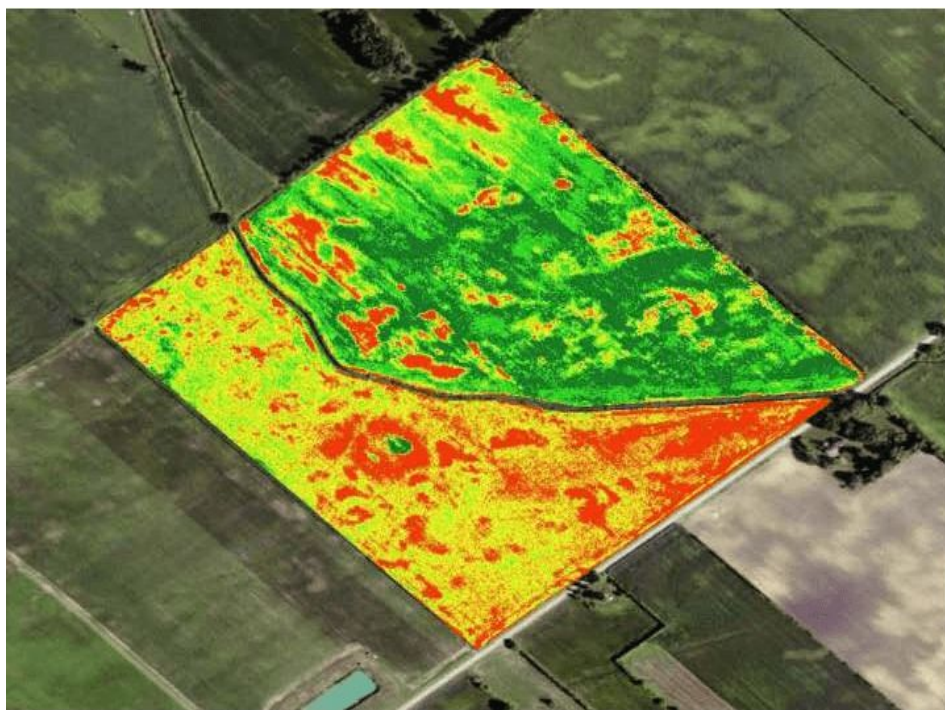
**Научная основа:** интеллектуальная трансформация агротехнологий по пути сбалансированного и рационального природопользования

**Ожидаемые результаты:**

- снижение затрат на производство единицы продукции;
- неистощительное использование почвенных ресурсов;
- минимизация антропогенной нагрузки на степные ландшафты.

**Пути реализации:**

- дифференциация норм технологической нагрузки на отдельные участки поля в соответствии с их неоднородностью (гетерогенностью)





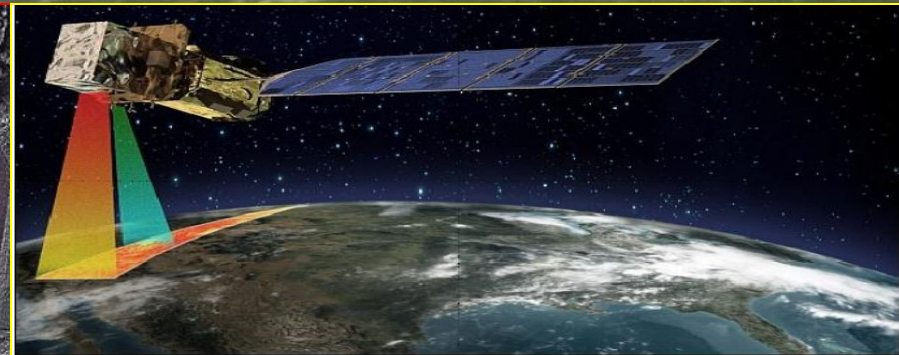
# Результаты исследований по интеграции умного земледелия в степное земледелие

- подтверждена возможность инструментального наземного обследования посевов по их спектральной отражательной способности (NDVI), выявления почвенной и растительной неоднородности (гетерогенности);
- аргументирована необходимость определения пределов варьирования урожайности и дифференциации норм технологического воздействия;
- актуализировано проведение агротехнических реабилитационных мероприятий для минимизации негативных экологических последствий;
- выявлена возможность текущего контроля (on-line) фитометрических параметров посева для принятия управленческих решений по их приближению агротехническими средствами к аналогичным параметрам «эталонных» посевов:



# Инструментальные методы оперативного обследования и оценки посевов

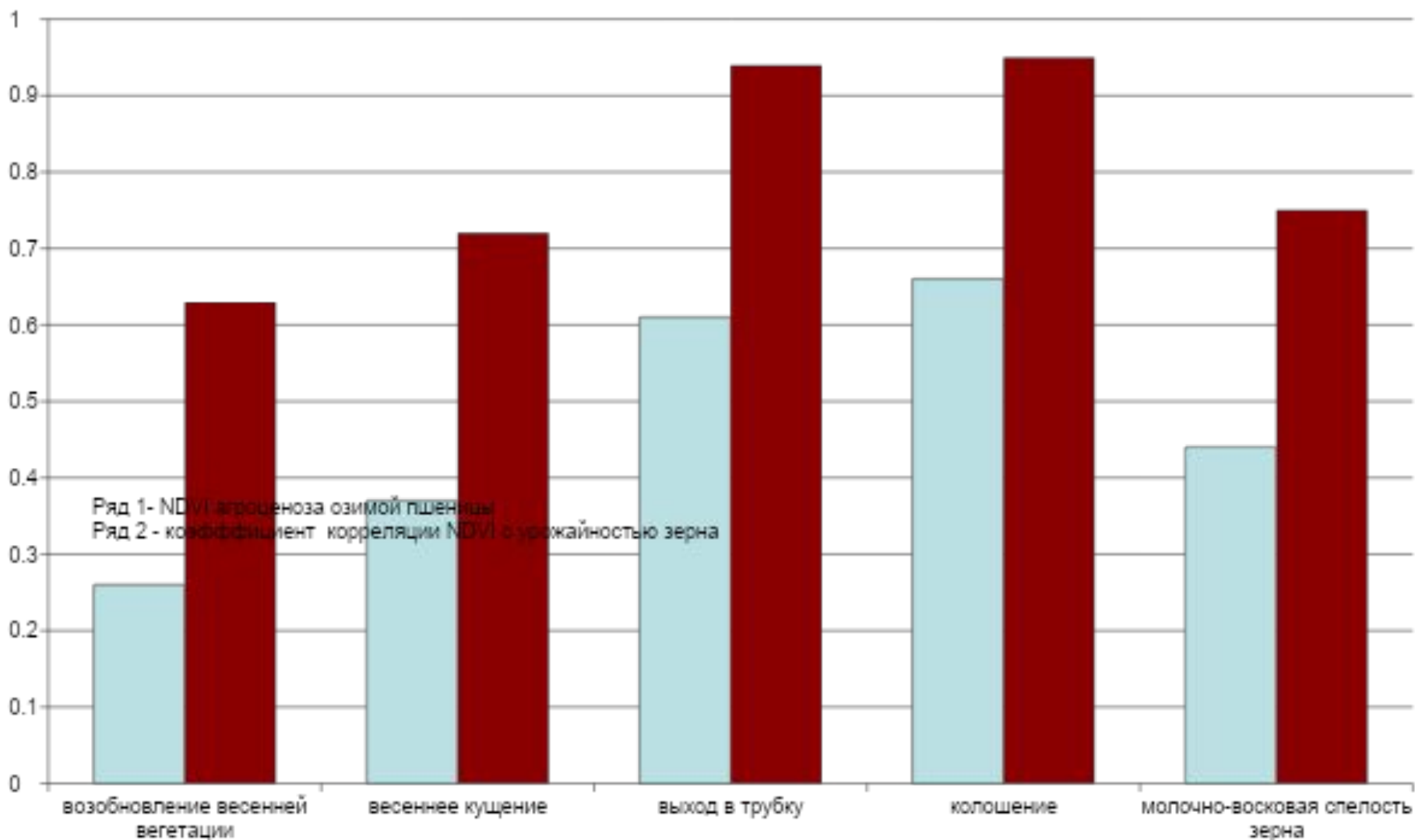
Съёмка с беспилотных летательных аппаратов (БЛА)



Спутниковые системы *Landsat*



# Теснота связи вегетационного индекса посева озимой пшеницы с его урожайностью



# Перспективы продолжения исследований

**Основное направление:** поиск и научное обоснование практических приёмов адаптации элементов «цифровых технологий» в ландшафтно-адаптивное земледелие степной зоны

**Задачи на краткосрочную перспективу:**

- конвергенция ДДЗ и результатов наземного инструментального обследования посевов с учётом видовых (сортовых) и возрастных особенностей полевых культур;

**Задачи на долгосрочную перспективу:**

- разработка рекомендаций и on-line справочников по дифференциации норм технологического воздействия на разные участки поля для конкретных почвенно-климатических условий в зависимости от физиологического состояния растений, гетерогенности почвенного и растительного покрова, засорённости, заражённости болезнями и заселённости вредителями.



# Развитие комплекса природоподобных технологий степного землепользования

## 1. Технология организации выпаса при адаптивном мясном скотоводстве:

Приоритет разведения наиболее адаптированных к степной зоне пород КРС (красная степная, казахская белоголовая, калмыцкая, и т.д.).

Продолжение селекции в направлении повышения продуктивности при сохранении адаптивных качеств.

Адаптация в степной зоне России новационных видов скота: домашний як, буйвол, равнинный бизон.

Выделение «мясного пояса» на степном юго-востоке с проектами по комплексному восстановлению полуприродных степных сенокосно-пастбищных угодий и их рациональному использованию в управляемом режиме.

Создание системы фитомелиоративных станций по созданию устойчивых кормовых площадей.

Разработка и внедрение региональных схем размещения пород скота.

Разработка и внедрение схем пастбищеоборотов по принципам Евсеева, Ларина (Евсеев, 1954; Ларин, 1955), предусматривающих деление пастбища на систему последовательно стравливаемых загонов.

Переориентация единиц постцелинного полевого землеустройства (клетки 2\*2 км.) в подзоне каштановых почв в минимальные земельные единицы степных животноводческих ранчо из расчёта на системы пастбищеоборота на 1 клетке (400 га) и на полутора клетках (600 га).

## 2. «Плейстоценовая ферма» по Д.А. Гусеву. Линейное насыщение пастбищных экосистем орехоплодными и плодовыми деревьями, междурядья использовать по 5- 6- ротационной системе клеточных пастбищеоборотов.

## 3. Технология степеполос:

Содействие естественному самовосстановлению степной растительности путём выдерживания определённой пахотной передышки;

Создание степеполос на месте деградированных лесополос путём развития методов Агростепей Д.С. Дзыбова (2010);

Выращивание титульных наиболее декоративных видов степей без применения сельскохозяйственных машин.

## **Выполнена предварительная оценка степных природоподобных технологий на предмет институциональных основ внедрения**

### **I Агротехнологии внедряемые в современную практику степного землепользования.**

*Фитогруппа:* фитомелиорации многолетними травами, метод агростепей Д.С. Дзыбова, технология степеполос, оперативное восстановление степных сенокосно-пастбищных угодий путём внедрения особо ценных кормовых трав, технологии адаптивного кормопроизводства, технологии «натургарден».

*Группа инженерной мелиорации.* Искусственные водоёмы, природоподобное лесоразведение.

*Группа адаптивного ресурсосберегающего земледелия.* Системы земледелия No-till.

### **II Технологии, для внедрения которых в современных условиях не имеются институциональные препятствия, но требуются дополнительные проектные решения и инвестиции.**

*Скотоводческая группа.* Технологий адаптивного мясного скотоводства.

*Ревайлдинговая группа.* Степной ревайлдинг, «плейстоценовый парк» С.А. Зимова, постплейстоценовый парк, плейстоценовая ферма по Д.А. Гусеву, технология «живых косилок» (беззаборная форма ревайлдинга),

*Группа агроохотхозяйственных технологий.*

### **III Технологии, для внедрения которых в современных условиях имеются институциональные препятствия.**

*Группа фитоменеджмента.* Агрорландшафтная селекция залежных процессов, формирование крупных массивов целинных и вторичных степей и ленточных степеполос как основных элементов экологических каркасов, компенсационный агрорландшафтный оборот, встречное вертикальное полосное самовосстановление степей.

# Выполнена оценка эффективности ландшафтно-территориального планирования в степных регионах Европейской России. Уровни управления природно-социальными геосистемами

## Оценка качества СТП:

- 1) количественные показатели (объем материалов, наличие и объем таблиц и графической составляющей, ссылки на источники литературы);
- 2) научная обоснованность данных (состав авторского коллектива, наличие сравнительных данных с другими регионами, наличие научных концепций и подходов в оценке территории)
- 3) когнитивный терминологический анализ (частота встречаемости отдельных терминов)

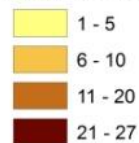
Воронежская область

Ростовская область

Самарская область

Ставропольский край

Условные обозначения:  
Количество упоминаний  
слова "степь" ("степной")



## Уровни управления природно-социальными геосистемами:

- комплексный. В рамках данного уровня происходит гармоничное развитие как социально-экономических систем, так и сохранение природных ландшафтов.

- прагматичный. Для районов с данным типом управления характерно приоритетное развитие сельского хозяйства и промышленности, а природоохранной деятельности уделяется минимальное внимание.

- административный. В подобных районах приоритет отдается одному из направлений (определенные аспекты природоохранной деятельности или приоритетные отрасли экономики), часто это продиктовано руководством района.

- корпоративный. По данному сценарию идет развитие районов, где наблюдается сильное влияние определенных корпораций, как основных налогоплательщиков.

- пассивный. К нему относятся наиболее депрессивные районы, где и социально-экономическая, и природоохранная составляющие находятся в упадке.

- пасторальный. Упор в управлении делается на охране природы, экономическому развитию уделяется минимальное внимание.

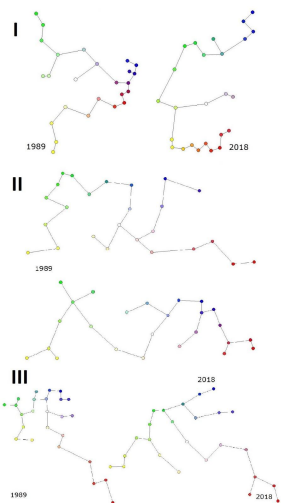
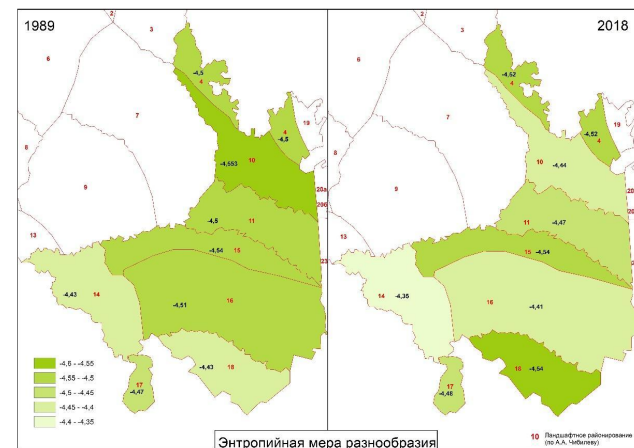
Частота встречаемости терминов степеведения в СТП некоторых муниципальных районов степных регионов РФ

# Выявлены закономерности формирования ландшафтно-антропогенной структуры степных геосистем с использованием данных дистанционного зондирования

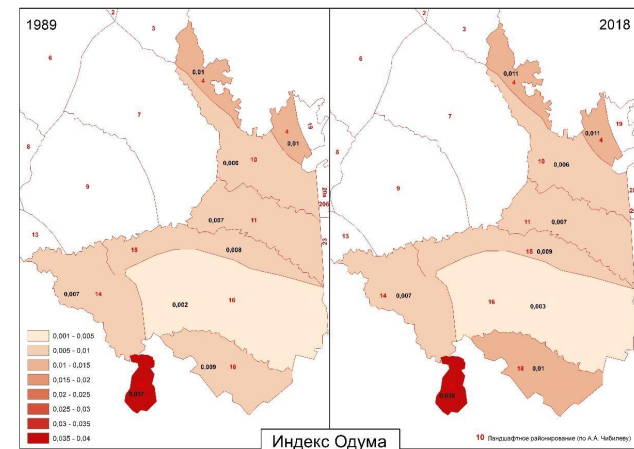
При помощи алгоритмов искусственных нейронных сетей (ИНС) проведены расчеты значений количественных показателей дифференциации ландшафтной структуры Оренбургского Предуралья за периоды 1989 и 2018 гг.

В результате анализа сопоставления структуры ландшафтов Предуралья в 1989 и 2018 гг. выявленными закономерности:

- стирание естественных рубежей и формирование слабодифференцированного агропространства с отдельными «островками» сохранившихся урочищ при чрезмерно высоком уровне агрогенной трансформации степных геосистем в советский период;
- сохранение прямолинейных границ, намеченных в результате сельскохозяйственной деятельности, подменяющих собой естественные контуры степных плакоров и ровнядей (современные лесостепи степи представляют собой в морфоструктурном отношении в основном сочетание геометрически правильных сельскохозяйственных границ, частично уже нарушенных процессами залежного самовосстановления, деградации полевых дорог и лесополос, влиянием пожаров);
- формирование ландшафтного экотона вдоль приграничных с Казахстаном физико-географических районов Оренбургского Предуралья с растущими показателями ландшафтной сложности и неоднородности (индекс Одума).



*Картограммы результатов расчета индексов ландшафтной дифференциации и минимальные остовые деревья результатов нейросетевой классификации в виде отображения Сэммона на территорию Оренбургского Предуралья.*





# Динамические модели природопользования в степных регионах на основе анализа агрохозяйственных стексов и нелинейных трендов. Современные тенденции трансформации структуры степного землепользования

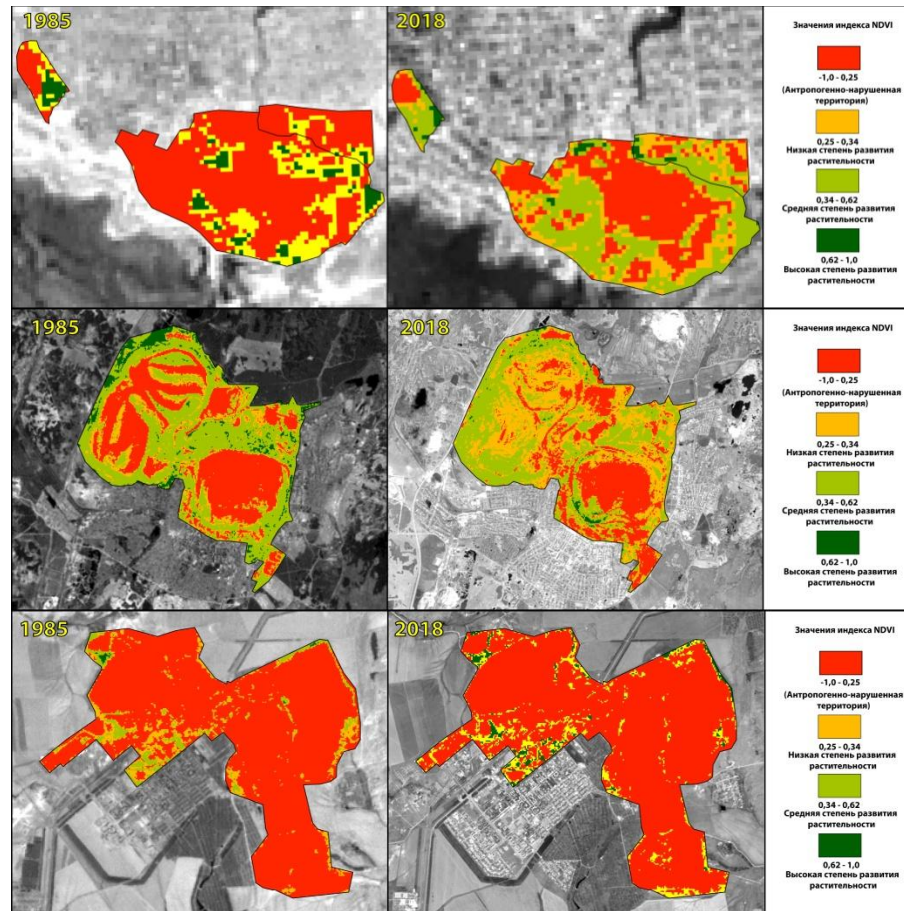


Рисунок 1. Динамические модели недропользования 1985-2018 гг. месторождений Коркино, Гая, Соль-Илецка.

В результате антропогенного воздействия при добыче полезных ископаемых наблюдается деградация природных геосистем и возникновение глубоко преобразованных (нуклеарных) техногеосистем: полностью уничтожается почвенный покров, происходит засоление почв, загрязнение природной среды тяжелыми металлами от отходов и полное отсутствие естественного растительного покрова на территории добывающего предприятия.

Рациональное природопользование при проведении карьерных разработок предусматривает максимальное сохранение природного ландшафта. Необходимо проведение рекультивационных мероприятий для возвращения горно-промышленные техногеосистемы в область оптимального использования для сельскохозяйственного, лесного, строительного и других видов освоения. Применяя данные, полученные на основе обработки разновременных мультиспектральных спутниковых снимков Landsat-5, 8 (TM, OLI/TIRS), получена комплексная информация об экологической обстановке. Исследуемые месторождения степной зоны классифицированы по степени антропогенной трансформации техногеосистемы. Использовались параметры: геолого-геоморфологические и гидрогеологические компоненты, тип месторождения, период эксплуатации и площади горнотехнического ландшафта, рекультивационные мероприятия. Установлено, что Коркинское и Гайское месторождения выделяются как объекты с очень высокой степенью антропогенной нагрузки и трансформацией ландшафтов. Исследуемая группа месторождений в пределах Соль-Илецка показывает, что ситуация по исследуемым параметрам удовлетворительная, в результате специфики месторождений, подвержена в меньшей степени загрязнению.

## Публикации по теме:

	<b>WoS/Scopus</b>	<b>ВАК</b>	<b>РИНЦ</b>
<b>2019</b>	4	13	39
	doi - 3	doi - 6	doi - 19
в печати	6	5	8