

## АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ И ПРИНЦИПЫ ОПТИМИЗАЦИИ ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ РАЙОНА УСТЬ-СРЕДНЕКАНСКОЙ ГЭС НА КОЛЫМЕ

© 2014 А.А. Пугачев<sup>1</sup>, Г.В. Станченко<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, г. Магадан

<sup>2</sup> Северо-Восточный государственный университет, г. Магадан

Поступила в редакцию 13.01.2014

Рассматривается воздействие антропогенных факторов на состояние почвенно-растительных комплексов района Усть-Среднеканской ГЭС. Обсуждаются экологические проблемы рационального природопользования в условиях зарегулированного стока.

*Ключевые слова:* почва, растительность, комплексы, оптимизация, hydro-power station.

### ВВЕДЕНИЕ

В последнее время всё более возрастает значение экологической оценки и оптимизации природных территорий [1, 6-11]. По природному районированию Северо-Востока верховья Колымы, где расположена Усть-Среднеканская ГЭС, относятся к району охотско-колымского тундрово-редколесного нагорья [1], характеризующегося большим разнообразием условий почвообразования. Основными факторами, определяющими особенности почвенно-растительных комплексов, являются различия в характере атмосферного увлажнения, термических условий, поверхностного и внутрипочвенного дренажа, наличие или отсутствие мерзлотного водоупора. Тем не менее, доминирующие группы и типы почв и растительных сообществ в районе исследований не являются специфичными только для данного района, также широко представлены в субарктических областях Евразии и Северной Америки [2, 3].

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В районе исследований достаточно четко выделяются три высотных пояса: лесной, подгольцовый и гольцовый, где большую часть лесопокрывной площади занимают низкопродуктивные заросли кедрового стланика и лиственничные редколесья [3]. Растительность верхних частей горных поднятий рассматриваемой территории очень обеднена. Принципиальным различием правобережных и левобережных ландшафтов Верхней Колымы являются высотные отметки

расположения высотных почвенно-растительных поясов на первых из них. В частности, на правобережье на отметках выше 1150-1180 м господствуют каменистые тундры с глыбовато-щебенчатыми, очень подвижными участками, с активными осыпями. Для левого берега данные ландшафты господствуют на высотах 1000-1100 м н.у.м. Высокая степень дренированности и каменистый состав склоновых поверхностей способствует здесь образованию типичных для Северо-Востока накипно-лишайниковых и кустисто-лишайниковых тундр с редкими куртинами разнотравья, среди которого наиболее часто встречаются зубровка альпийская, дриада точечная, горец трехкрылоплодный. Особенностью растительного покрова данного типа ландшафтов является развитие мелкокустарничковых мохово-лишайниковых ассоциаций, приуроченных к вершинам и крутым горным склонам, сложенных элюво-делювием коренных пород и хрящевато-каменистыми песчано-делювиальными отложениями.

Своеобразие природных условий на рассматриваемой территории определяет большое разнообразие механизмов нарушения экосистем, в т.ч. криотурбацию, криосолифлюкцию, термокарст, термоэрозию и т.д. Сложность решения проблемы оценки их состояния заключается в том, что помимо присущей им динамичности, экосистемы содержат в себе компоненты с циклическими или случайными флуктуациями. Вместе с тем многие вопросы методического плана по рациональному природопользованию в условиях региона еще недостаточно разработаны, далека от завершения унификация методов исследования процессов естественного восстановления нарушенных экосистем [3, 5].

*Антропогенная деградация и принципы оптимизации состояния почвенно-растительных комплексов.* Специфика природной обстановки тер-

*Пугачев Алексей Александрович, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник ИБПС ДВО РАН.*

*E-mail: apugachev@ibpn.ru*

*Станченко Галина Валерьевна, младший научный сотрудник ИБПС ДВО РАН, аспирант СВГУ.*

*E-mail: GVS777@bk.ru*

ритории определяется суровым климатом с малой суммой активных и положительных температур, коротким теплым и продолжительным холодным периодом, длительным или постоянно мерзлым состоянием грунтов. Растительным сообществам характерна обедненность флористического состава и они отличаются сравнительно невысоким приростом органической массы, а элементы рельефа также широким развитием криогенных форм мезо-, микро- и нанорельефа.

Почвенно-растительный покров (ПРП) рассматриваемой территории неустойчив к антропогенному прессу, легко нарушается и очень медленно восстанавливается. Обширность зоны определяет разнообразие механизмов его деградации и часто - комплексный характер их проявления, заключающийся помимо обычных форм выражения (эрозии, дефляции, пирогенеза и др.), также и специфических (криотурбаций, термокарста, термоэрозии и т.д.), определяемых криологическим состоянием почвогрунтов. Устойчивость почв и растительности к антропогенной деградации зависит от ряда условий: строения профиля почвы и ее свойств, характера генетических горизонтов, криологического состояния, положения почв в рельефе, естественно-динамических тенденций развития ландшафтов, структуры биомассы и продуктивности растительного покрова.

*Деградация ПРП природных ландшафтов.* При разработке экспертного прогноза устойчивости почвенно-растительных комплексов к антропогенным воздействиям учитывалось сочетание 5 основных факторов: 1 – гранулометрического состава, 2 – наличия или отсутствия многолетней мерзлоты и её льдистости, 3 – сочетания климатических показателей (радиации, тепла, влаги, света), 4 – запасов, структуры и продуктивности фитомассы, 5 – генетических особенностей почв. При этом предполагалось возможное сочетание различных видов нарушений: моно-, би- и полигенное.

По общему возрастанию устойчивости к антропогенным воздействиям и по направленности последующей деградации ПРП основных ландшафтов зоны водохранилища подразделяется (табл. 1) на 6 основных групп. Из которых ведущими являются 6:

К 1-й группе (наименее устойчивой) относят ПРП заболоченных лиственничных редколесий (криокомплексы таежно-глеевых и глееватых почв) и др. Почвы формируются на суглинисто-глинистых породах в условиях близкого к поверхности залегания льдистой многолетней мерзлоты. Их деградация определяется любым нарушением теплового режима.

2-я группа включает ПРП лиственничных редколесий на речных террасах (таежные глее-

вые и глееватые торфянисто-перегнойные, криоземы и их криокомплексы) на суглинисто-глинистых отложениях, поймах горных рек в средней и нижней части их течения (пойменные дерново-глеевые почвы), а также болот с мощностью торфа более 50 см (торфяно-болотные льдисто-высокомерзлотные почвы). Ведущий процесс деградации - механические нарушения органогенного горизонта.

Почвы 3-й и 4-й групп относительно устойчивы к механическим нарушениям. Причины этой устойчивости различны, что связано с особенностями строения профиля и водным режимом. 3-я группа объединяет ПРП высоких частей пойм с кустарниково-луговой растительностью и лиственничных лесов на террасах рек (таежные торфянисто-перегнойные высокогумусовые почвы). Устойчивость определяется достаточно мощными, переплетенными корнями органогенными горизонтами и, частично, относительно высокой скважностью. 4-я группа включает ПРП лишайниково-кустарничковых тундр на песчано-супесчаных и каменисто-мелкоземистых отложениях разного генезиса. Почвы - подбуры тундровые - характеризуются свободным дренажем, господством окислительных условий, высокой скважностью и водопроницаемостью. Именно этим определяется их устойчивость к механическим нарушениям.

5-я группа включает ПРП склонов под кедровым стлаником, а именно, подбуры таежные, свободно дренируемые и устойчивые к механическим воздействиям, но очень неустойчивые к пирогенным нарушениям в связи с высокой возгораемостью кедрового стланика и напочвенных хвойных подстилок. Сгорание органических горизонтов почв приводит к интенсивному смыву и дефляции мелкозема, в результате чего обнажаются каменистые субстраты.

ПРП 6-й группы включает пойменные мелкодерновые почвы под лиственничными лесами и зарослями кедровых стлаников на высоких частях пойм, речных террасах, пологих шлейфах склонов и в межгорных котловинах. Почвы формируются на песчано-супесчаных каменисто-мелкоземистых отложениях различного генезиса. ПРП относительно устойчив к механическим воздействиям; растительный покров и подстилки подвержены пожарам. Из-за выположенности рельефа процессы слепожарного смыва выражены слабо; основной процесс деградации ПРП – ветровая эрозия.

*Экологические основы рационального использования почвенно-растительных комплексов.* Важность экологического подхода при освоении и использовании ПРП определяется сложной и многогранной ролью, которую играет он в функ-

**Таблица 1.** Воздействие антропогенных факторов на состояние почвенно-растительных комплексов

Почвы, растительность	Характер воздействия	Интенсивность нарушений*)	Влияние воздействия, развитие процессов**)							
			Смыв мелкозема	Дефляция мелкозема	Увеличение протаивания	Обводнение	Вытаивание жильного льда	Заболочивание	Термокарст	Солифлюкция
Горная кустарничково-лишайниковая тундра										
Подбур	М.	2-3	А	С	С	-	-	-	-	-
	П.	2-3	С	А	С	-	-	-	-	-
Лиственничные кустарничково-моховые редколесья										
Таежные мерзлотные	М.	1-2	С	С	А	И	-	С	С	С
	П.	2-3	С	С	А	И	С	С	С	С
Осоковые кустарничково-сфагновые болота										
Торфяные болотные	М.	1-5	-	-	А	С	И	-	И	-
	П.	1	-	-	С	-	А	-	-	С

Примечание: М – механические, П – пирогенные; \*) – 1 – слабая, 2 – умеренная, 3 – сильная, 4 – очень сильная, 5 – катастрофическая; – отсутствие, С – слабое, А – активное, И – интенсивное

ционировании биосферы и сохранении благоприятного состояния природной среды в условиях возрастающего влияния техногенеза.

Учет особенностей ПРП имеет первостепенное значение в рациональном использовании земельного. Охрана и мониторинг за его состоянием в большинстве случаев преследует цель не сохранение их первоначальных параметров, а оптимизация показателей, определяющих высокое устойчивое и качественное плодородие, не нанося при этом разрушения компонентам природных ландшафтов.

*Природные ландшафты.* Основным принципом использования почвенно-растительных комплексов является: использование и охрана - единое целое. Охрану ПРП следует рассматривать как комплексную систему мелиоративных мероприятий, направленную на качественное улучшение и рациональное использование земельного фонда. Решение этого вопроса взаимосвязано с охраной природы территории водохранилища в целом.

Стратегия рационального природопользования основывается на применении экологически обоснованных приемов освоения и использования почвенно-земельных ресурсов, снижении степени нарушения и загрязнения природной среды.

Базовым элементом оценки состояния ландшафтов являлось изучение взаимоотношений между компонентами экосистем и их взаимодействий, поскольку они лежат в основе существования и дальнейшего развития почвенно-растительных комплексов. При этом экологический мониторинг почв должен быть направлен на достижение следующих главных целей:

- своевременного обнаружения неблагоприятных изменений свойств почв и почвенного покрова при различных видах его использования,

а также при развитии естественного почвообразовательного процесса;

- контролирование состояния ПРК для выдачи своевременных рекомендаций по применению регулирующих мероприятий.

Освоение ПРК в условиях повсеместного распространения многолетней мерзлоты способствует интенсивному развитию термокарстовых процессов и резкому снижению плодородия торфянистого горизонта вследствие его иссушения, деструкции и изменения окислительно-восстановительного потенциала. Формально, традиционные приемы их освоения направлены на повышение температуры деятельного слоя посредством изменения естественного теплообмена между почвой и атмосферой. С одной стороны, это способствует увеличению поступления тепла вглубь и снижению энергозатрат на таяние льда, с другой - уменьшению теплообеспеченности корнеобитаемой зоны. В конечном итоге, вытаивание многолетнемерзлых пород и тепловые просадки поверхности растягиваются во времени, активизируясь лишь в отдельные годы. В итоге происходит формирование криогенного нано-рельефа поверхности. Решение поставленной проблемы достигается применением ландшафтно-адаптивных экологически обоснованных технологий мелиоративного преобразования криогенных почв, обеспечивающих максимальную степень адаптации мерзлотных экосистем с направленностью природных процессов.

Основным принципом создания устойчивых экосистем является применение системы мелиоративных мероприятий, основанной на использовании биоклиматических ресурсов, учете хода естественных процессов в экосистемах и оптимизации природопользовании. Целесообразность

применения той или иной технологии освоения и последующего использования земель должны обосновываться посредством выявления специфики дифференциации и функционирования ландшафтной среды, в структуру которой “встроены” используемые территории. Следовательно, система землепользования на территории водохранилища и прилегающей к ней местности должна иметь экологически сбалансированную функционально-динамическую комплексность, опирающуюся на знание экологических функций почв и других компонентов ландшафтов, их пространственно-временной изменчивости (Добровольский, Никитин, 1990). При этом объективность привязки системы к специфике местных условий достигается тремя уровнями: зональным, региональным и ландшафтным.

В обобщенном виде схема рационального использования и оптимизации экологического состояния ПРК в условиях криолитозоны при гидростроительстве включает в себя три основных блока (табл. 2).

Первый блок состоит из климатических факторов: 1 – недостаток тепла, 2 – сухость климата, 3 – избыток влаги, 4 – наличие многолетней мерзлоты; второй блок учитывает почвенные факторы: 5 – застойное переувлажнение, 6 – холодность профиля, 7 – высокая кислотность, 8 – недостаток НРК и микроэлементов, 9 – загрязнение тяжелыми металлами, 10 – низкое содержание органичес-

кого вещества; третий блок (наличие эрозионных процессов): 11 – дефляция, 12 – криотурбация, 13 – солифлюкция, 14 – термоэрозия, 15 – термокарст, 16 – деградация торфяников, 17 – тиксотропия, 18 – паводковые явления в поймах.

Концепция рационального использования ПРК зоны воздействия водохранилища основана на оценке особенностей функционирования ландшафтов территории и их трансформации в процессе эксплуатации гидроузла. Положения концепции базируются на оценке биопродукционных параметров, роли биологического круговорота в функционировании доминирующих типов почв, их устойчивости к антропогенному прессу, разработке нетрадиционных экологически сбалансированных технологий землепользования применительно к условиям длительно-сезонной и многолетней мерзлоты. Использование почвенных ресурсов должно быть ориентировано на экологически возможное сбалансирование факторов природной среды и антропогенных воздействий с учетом их регламентации в конкретной природно-климатической обстановке горного ландшафта и мирового опыта освоения северных территорий в целом. Система землепользования должна иметь экологически обусловленную функционально-динамическую комплексность, опирающуюся на совокупность основных компонентов ландшафта, их пространственно-временную изменчивость. Объективность привязки к специ-

**Таблица 2.** Экологические основы рационального использования почв района гидроузла

Почвы	Экспертно-прогнозный блок			Устойчивость	Оптимизация состояния
	Лимитирующие свойства почв	Уровень продуктивности	Уровень плодородия		
Примитивные щебнистые Подбуры тундровые	1,6,8,11	<0,47	I	-	-
	2,8,10,11	0,47-0,48	III	3	-
Криоземы	2,4,6,7,8	0,58-0,61	VIII	4	3,4,6,7,11
Таежные глеевые и глееватые Подбуры таежные	2,4,6,7,8	0,61-0,64	IX-X	5	3,5,6,7,11
	2,7,8,10	0,61-0,64	VIII	8	1,6,7,8
Торфяные болотные	1,3,8,15,16	0,50-0,51	V	6	1,2,4,5,11
Торфянисто- и торфяно- глеевые болотные	1,3,8,14,15	0,51-0,53	V-VI	6	1,2,4,5
Пойменные болотные	3,7,8,15	0,70-0,73	XIII	7	1,2,7,8
Пойменные мелкодерновые	2,8,11,12	0,73-0,76	XIV-XV	10,11	3,7,8

фике местных условий достигается тремя уровнями: зональным, региональным и ландшафтным.

Оценка самого воздействия включает в себя три основных этапа: а) определение исходного состояния «без воздействия», б) прогноз будущего состояния «без воздействия», в) прогноз будущего состояния «при воздействии».

*Определение исходного состояния.* Оценка изменения ПРК предполагает знание его современного фонового состояния. Сложность решения этой проблемы заключается в том, что природные системы, помимо присущей им динамичности, содержат в себе компоненты с циклическими и случайными изменениями. В этой связи даже в условиях постоянного мониторинга определение исходных параметров отражает некоторую степень субъективности и неопределенности.

*Прогнозирование изменений состояния почвенно-растительных комплексов под влиянием антропогенных воздействий.* Начальный этап прогнозирования заключается в констатации факта изменения состояния ПРК и определения динамики этого процесса. При этом возможны следующие варианты: темп изменения замедлен, достижение новых равновесных условий, быстрые изменения, крупные флуктуации.

*Прогноз будущего состояния при отсутствии воздействия.* Созданию предпосылки объективного изучения антропогенных воздействий предшествует оценка будущего состояния ПРК в отсутствии деятельности. Эта часть анализа в целом представляет собой сложную междисциплинарную задачу. Часто прогноз оказывается неопределенным, что обуславливает необходимость установления степени неопределенности в количественных показателях.

*Прогноз будущего состояния при наличии воздействия.* Для каждого из намеченных видов воздействия или их допустимых сочетаний прогнозируется вероятное изменение ПРК и сравнение его с изменением, которое должно было бы произойти при отсутствии антропогенного воздействия, т.е. в естественном состоянии. Прогнозы должны быть привязаны к определенным интервалам времени развития природной среды «при наличии» и «при отсутствии» воздействия, что возможно выявить при проведении экологического мониторинга природной среды.

*Показатели воздействия.* Показатели воздействия – это элемент или параметр, с помощью которого устанавливается степень влияния на ПРК. Некоторые показатели, например, продуктивность, выражаются в количественных величинах, другие ранжируются по качественной шкале типа «хороший - лучший - наилучший» или «приемлемый - неприемлемый».

Выбор показателей часто является решаю-

щим моментом в процессе оценки воздействия. Чаще всего пользуются показателями стандартов качества почвы, воды, воздуха, установленными законодательным путем.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Обеспечение охраны и рационального использования почвенно-растительных комплексов должно основываться на учете особенностей их функционирования в целостной системе конкретного ландшафта, а также на применении экологически обоснованных технологий освоения и использования природных ресурсов. В силу этого, создание благоприятных условий для использования природных ресурсов в нижнем бьефе гидроузла и в районе водохранилища обеспечивается применением специальных инженерных мероприятий по предотвращению криогенной деформации земной поверхности в сочетании с четким целевым обоснованием направленности хозяйственной деятельности.

2. Землепользование должно базироваться на ландшафтно-адаптивных экологически обоснованных технологиях в сочетании с освоением минерально-сырьевых ресурсов (агроруд, отходов горнодобывающей и перерабатывающей промышленности).

3. Рациональное использование почвенно-растительных комплексов следует ориентировать на экологически допустимое сбалансирование факторов природной среды и антропогенных воздействий с учетом их регламентации в конкретной природно-климатической обстановке и мирового опыта освоения северных территорий в целом.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ракита С.А.* Природное районирование // Север Дальнего Востока. М. : Наука, 1970. С. 335-377.
2. *Пугачев А.А., Тихменев Е.А., Гаджиев А.Р.* Экологическое состояние почвенно-растительных комплексов зоны строительства Усть-Среднеканской ГЭС на реке Колыме // Проблемы региональной экологии. №3. 2009. С. 80-84.
3. *Пугачев А.А., Тихменев Е.А.* Новые подходы к оценке эколого-ресурсного потенциала почв Северо-Востока России // Естественные и технические науки. Науки о Земле. 2009. № 2 (40). С. 258-262.
4. *Рейт А.Т.* Растительность // Север Дальнего Востока. М. : Наука, 1970. С.257-299.
5. *Добровольский Г.В., Никитин Е.Д.* Функции почв в биосфере и экосистемах (экологическое значение почв). М.: Наука, 1990. 261 с.
6. *Васильев А.В.* Обеспечение экологической безопасности в условиях городского округа Тольятти: учебное пособие. Самара: Изд-во Самарского научного центра РАН, 2012. 201 с.
7. *Васильев А.* “Зеленая политика”: проблемы и структура // Pro et Contra. 2002. Т. 7. № 1. С. 84-93.

8. *Васильев А.В., Перешивайлов Л.А.* Глобальный экологический кризис и стратегии его предотвращения. Учебное пособие. Тольятти, 2003.
9. *Заболотских В.В., Васильев А.В., Терещенко Ю.П.* Комплексный мониторинг антропогенного загрязнения в системе обеспечения экологической безопасности города // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. 2012. № 2. С. 58-62.
10. *Vasilyev A.V., Gusarova D.V.* Analysis of lubricating cooling liquids negative influence to the human's health and the ways of it reduction // Safety of Technogenic Environment. 2013. № 4. С. 37-41.
11. *Vasilyev A.V., Zabolotskikh V.V., Vasilyev V.A.* Development of methods for the estimation of impact of physical factors on the health of population // Safety of Technogenic Environment. 2013. № 4. С. 42-45.

**ANTHROPOGENOUS TRANSFORMATION AND PRINCIPLES OF OPTIMIZATION  
OF SOIL-VEGETATION COMPLEXEA OF THE ZONE  
OF UST-SREDNECAN HPS ON KOLYMA**

© 2014 A.A. Pugachev<sup>1</sup>, G.V. Stanchenko<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Institute of biological problems of North of FEB the RAS, Magadan

<sup>2</sup>North-Eastern State University, Magadan

Anthropogenic influence on a condition of soil - vegetative complexes is considered. Ecological bases of rational use natural communities of the hydro-power station zone are discussed.

Key words: soil, vegetation, a complex, optimization, hydropower station.

---

*Alexey Pugachev, Doctor of Biological Sciences, Leading Research Fellow of the Institute of Biological Problems of the North of the FEB RAS. E-mail: apugachev@ibpn.ru*  
*Galina Stanchenko, Junior Scientist of the Institute of Biological Problems of the North of the FEB RAS, Postgraduate Student of North-Eastern State University.*  
*E-mail: GVS777@bk.ru*