

Санкт-Петербургский государственный университет

Сборник докладов
международной научной конференции
памяти выдающегося русского ученого
Юрия Борисовича Виноградова

ЧЕТВЕРТЫЕ ВИНОГРАДОВСКИЕ ЧТЕНИЯ.
ГИДРОЛОГИЯ ОТ ПОЗНАНИЯ К МИРОВОЗЗРЕНИЮ

Санкт-Петербург

Под редакцией О. М. Макарьевой, А. А. Землянковой

Санкт-Петербург
2020

УДК 556
ББК 26.22
С28

С23 Сборник докладов международной научной конференции памяти выдающегося русского ученого Юрия Борисовича Виноградова «Четвертые Виноградовские чтения. Гидрология: от познания к мировоззрению» [Электронный ресурс]; Санкт-Петербург, 2020 год / под ред. О. М. Макарьевой, А. А. Землянковой. — СПб.: Изд-во BBM, 2020. — 1156 с.

ISBN 978-5-9651-0730-8

Международная научная конференция «Четвертые Виноградовские Чтения. Гидрология: от познания к мировоззрению» памяти выдающегося русского ученого-гидролога Юрия Борисовича Виноградова проводится в Санкт-Петербургском государственном университете в 2020 году в четвертый раз (2013, 2015, 2018). Она стала регулярной научной платформой для свободной дискуссии по проблемам развития гидрологии и поискам путей их преодоления, синтеза современных подходов в области изучения гидрологических процессов и их применения для решения фундаментальных и практических задач.

Конференция проходит под эгидой Международной Ассоциации Гидрологических наук (IAHS), при поддержке Российского Фонда Фундаментальных исследований (проект № 20-05-20031), спонсорской помощи ООО НПО «Гидротехпроект» и НИЦ «Геодинамика», а также участия Государственного гидрологического института. Организация конференции проводится силами научной группы модели «Гидрограф» и кафедры гидрологии суши Института наук о Земле Санкт-Петербургского государственного университета.

**УДК 556
ББК 26.22**

ISBN 978-5-9651-0730-8

© Макарьева О. М., Землянкова А. А., 2020

Оценка опасности гидрологических процессов в пределах крупных долинных расширений среднего течения реки Лены

Д.В. Большаков^{1*}, А.С. Завадский¹, Г.В. Лобанов²

¹Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва

²Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского, г. Брянск

*dymasus@yandex.ru

Аннотация. На основе данных экспедиционных исследований, полевых измерений, и многолетних сетевых гидрологических наблюдений, сравнительного анализа разновременного картографического материала и спутниковых снимков, было подробно и впервые комплексно охарактеризовано современное гидроэкологическое состояние населённых пунктов участка среднего течения реки Лены, степень их подверженности затоплению и подтоплению, а также разрушению, связанному с опасным проявлением русловых процессов и ледовых явлений. Долинные расширения представляют собой участки развития русла в условиях широкой поймы, где не происходит ограничения проявления русловых процессов, поэтому степень их влияния отмечается здесь особо высоко. На основе собранных данных выполнено картографирование территории долинных расширений по степени опасности гидрологических факторов. Результаты проведенного обследования позволяют дать оценку основных видов негативного воздействия вод на населенные пункты, расположенные в пределах пойменно-руслового комплекса реки Лена.

Ключевые слова: Лена, средняя Лена, долинные расширения, населённые пункты, полевые измерения, гидрологическое состояние, гидрологические процессы, оценка опасности, негативное воздействие.

Assessing the hazards resulting from hydrological processes within large valley extensions of the Lena River middle reach

D.V. Bolshakov^{1*}, A.S. Zavadskiy¹, G.V. Lobanov²

¹Lomonosov Moscow State University, Moscow

²Petrovskiy Bryansk State University, Bryansk

*dymasus@yandex.ru

Abstract. Based on the data obtained through the expeditionary research, field measurements and long-term network hydrological observation, comparative analysis of multitemporal cartographic material and satellite images, such aspects as the current hydroecological status of settlements located alongside a stretch in the middle reach of the Lena River, the degree of their exposure to flooding and submergence, and also to destruction resulting from dangerous manifestations of channel processes and ice phenomena were characterized in detail for the first time. Valley spreadings are the stretches of channel development in the conditions of a wide floodplain where the manifestations of channel processes face no limitations, so the degree of channel processes influence here can be characterized as particularly high. Mapping the territories of valley extensions according to the level of hazards resulting from hydrological factors was fulfilled on the basis of collected data. The results of the survey conducted allow to assess basic types of negative impact of water on the settlements located within the Lena River floodplain-riverbed complex.

Key words: Lena River, middle reach of the Lena River, valley spreadings, settlements, field measurements, hydrological state, hydrological processes, hazard assessment, negative impact.

Введение

Освоение речных систем и, в первую очередь, пойменных территорий всегда сопряжено с экономическими, экологическими рисками и прямыми угрозами, вызванными разнообразием форм проявления опасных природных процессов. К последним относится большинство гидрологических процессов (включающих в себя русловые процессы) из-за их высокой динамичности, изменчивости и неравномерного, иногда скачкообразного протекания. Несмотря на это, удобное расположение, связанное с непосредственной близостью к реке (к ее рыбным ресурсам, воднотранспортным путям, более плодородным земельным угодьям), исторически вынуждало население мириться с возможными опасностями и ущербами, сохранив привычный образ жизни до настоящего времени.

Система из трех крупных долинных расширений среднего течения реки Лены (общей протяженностью более 300 км) – имеющие национальные названия Эрксэни, Туймаада, Энциэли (якут.) и считающиеся колыбелью якутского народа (более 50% жителей Республики Саха). Здесь наравне с крупными административными центрами – городами Якутск и Покровск, Намцы, Нижний Бестях в пределах пойменного комплекса реки Лены расположено 45 прочих населенных пунктов, численность жителей в которых может достигать 1 тыс. чел.

Материалы и методы исследования

С целью оценки степени опасности негативного воздействия гидрологических факторов на населенные пункты в 2013-2017 гг. были проведены гидрологические, геоморфологические, русловые исследования (в разные годы работы выполнялись совместно или при финансовой поддержке ИВЭП РАН, Ленского БВУ, АН РС(Я)) [2, 3]. В пределах всех населенных пунктов был выполнен комплекс инженерно-геодезических работ – нивелировка поперечных морфостворов с привязкой к государственной геодезической сети. Это позволило на основе последующих гидрологических расчетов определить уровни воды и границы зон затопления при расходах воды различной обеспеченности, в том числе с учетом возможного влияния ледовых заторов (Рис. 1). Формы проявления русловых процессов оценивались с позиции потенциальной опасности на кратко- и долгосрочную перспективу.



Рис. 1 Поперечный профиль долины реки Лены (п. Кангалассы) с уровнем 1% обеспеченности (красный) и ГВВ (горизонтал высокие воды) (голубой).

Для каждого населенного пункта была предложена интегральная форма оценки опасности (раздельно для гидрологических и русловых факторов) – от 0 балла (отсутствие опасности) до 3 баллов (максимальная подверженности тому или иному негативному воздействию). На основе собранных данных выполнено картографирование территории долинных расширений по степени опасности гидрологических факторов.

Табл. 1 Балльная система оценки степени опасности негативного воздействия вод на населенные пункты.

Балл опасности (степень негативного воздействия)	Характеристика опасности	
	Затопления (подтопления)	Русловые процессы
0	отсутствует	отсутствует
1	Редкое (раз в 10-20 лет) затопление или подтопление населенного пункта или его отдельных частей	Наличие потенциальной опасности развития негативных русловых деформаций в среднесрочной перспективе (до 25 лет) или существующий слабый (до 0,5 м/год) размыв берега в пределах селитебных территорий
2	Периодическое (раз в 3-10 лет) затопление или подтопление населенного пункта или его отдельных частей	Наличие реальной угрозы разрушения хозяйственных и жилых построек (коммуникаций) в ближайшие 5-10 лет, вызванной негативными русловыми деформациями в непосредственной близости от границ населенного пункта.
3	Регулярное (раз в 1-3 года) затопление или подтопление населенного пункта или его отдельных частей	Существующий интенсивный размыв берега (более 1 м/год) в пределах селитебных территорий, в настоящее время угрожающий жилым и хозяйственным постройкам (коммуникациям)

Для визуализации результатов обследования была составлена схема расположения всех обследованных населённых пунктов, на которой для каждого пункта приведена балльная оценка степени опасности по предложенным критериям (цветовая гамма соответствует балльной шкале опасности из Табл. 1).

Результаты и обсуждение

Предложенный подход позволяет наметить дальнейшие пути реализации программы по снижению или предотвращению негативного воздействия вод и определить наиболее проблемные участки, требующие реализации тех или иных видов мероприятий (управленческих, экономических, гидротехнических). Необходимо отметить, что оценка уровня опасности для каждого конкретного населенного пункта приводится вне зависимости от его расположения и числа проживающих в нем жителей.

Если говорить о пространственном распространении (по длине реки Лена) населенных пунктов с различным уровнем подверженности негативному воздействию вод, то прослеживается рост числа проблемных участков по мере нарастания водности реки, увеличения относительной ширины и хозяйственной освоенности поймы Лены. Исторические и национальные пути хозяйственного освоения притечных территорий определяют подверженность населенных пунктов негативному воздействию вод. В условиях врезанного или адаптированного русла Лены, которое характерно для части среднего течения (в пределах Республики Саха (Якутия))

исторически жилые поселения основывались на высоких пойменных ступенях, редко подвергаемых затоплению. Ограниченность русловых деформаций обуславливает здесь также низкий уровень опасности, связанный с русловыми переформированиями. Исключениями являются только те населенные пункты, которые в процессе роста числа жителей и расширения своих административных границ постепенно занимали хозяйственными и жилыми постройками более низкие гипсометрические уровни, подвергая тем самым большей угрозе районы новой застройки.

Табл. 2 Среднее балльное значение опасности негативного воздействия вод (N_{cp})* реки Лены на населенные пункты в пределах отдельных административных районов (улусов) Иркутской области и Республики Саха (Якутия).

Административный район (улус)	Число подверженных негативному воздействию вод населенных пунктов	Среднее балльное значение опасности негативного воздействия вод (N_{cp}) реки Лены
Хангаласский улус	19	1,8
Мегино-Кангаласский улус	6	1,7
ГО «Якутск»	7	3,9
г. Якутск	4	2,5
Намский улус	15	2,3
Усть-Алданский улус	3	3,0

* - рассчитано, как отношение суммы баллов опасности затопления и русловых процессов во всех населенных пунктах отдельного района (из Табл. 1) к общему числу населенных пунктов данного района (улуса).

Заторные явления играют очень существенную роль в негативном воздействии вод на заселённые территории. По результатам рекогносцировочного обследования был составлен сводный каталог мест формирования ледовых заторов, которые регулярно формируются в непосредственной близости от населенных пунктов, усиливая (иногда очень существенно) негативные последствия прохождения весеннего половодья. При этом следует отметить, что наиболее катастрофические наводнения на Лене обусловлены именно ледовыми заторами, приводя к затоплению или подтоплению практически все населенные пункты в пределах пойменного комплекса Лены. Характерным примером является 2001 г., весенний паводок которого нанес огромный ущерб жилому и коммунальному хозяйству на приречных территориях. Парадокс, но именно этот экстремальный паводок дал импульс к выделению средств на противопаводковую защиту наиболее крупных городских поселений (города Олёкминск, Ленск, Якутск), которая к настоящему времени практически полностью реализована.

В среднем течении Лены отмечается резкий рост степени гидроэкологической напряженности [4]. По мере увеличения относительно ширины поймы увеличивается негативная роль русловых переформирований. Наиболее проблемным является участок Лены от п. Ой до впадения крупнейшего правобережного притока – реки Алдан (1720-1445 км от устья). Здесь происходит значительное увеличение ширины поймы, которая превышает местами 10-15 километров. Исторически жилые поселения располагались на пойме, что позволяло в полной мере использовать богатые природные ресурсы (рыбный промысел, луговые угодья). Несмотря на высокую опасность от близости крупного водотока местные жители предпочитали терпеть все связанные от такого соседства лишения, но при этом не менять свой привычный образ жизни. Это и в настоящее время создает целый ряд проблем, т.к. даже в условиях возможности переселения в новые дома, но расположенные на удалении от реки, отмечается

большое нежелание местных жителей так кардинально перестраивать свой сложившийся веками житейский уклад и менять место проживания.

Наиболее густонаселенными районами в пойме реки Лена является два крупных расширения долинного комплекса у г. Якутска (долина Туймаада) и пределах центра Намского улуса – пос. Намцы (долина Энсиэли). Здесь исторически концентрировалось местное население Якутии. Выбор мест расположения здесь населенных пунктов при экстенсивном освоении территории обоснован свойствами ландшафта, обеспечивающим ресурсы традиционных видов жизнедеятельности.

Пойма долин Туймаады и Энсиэли имеет сложное строение – фрагменты с разной относительной высотой разделены многочисленными протоками. Поверхность фрагментов осложнена гривами, котловинами. Перемещения русла захватывают всю площадь дна долины, представляя автоколебательный процесс, который проявляется в перекрытии основного русла заторами и зазорами на участках аккумуляции, обтекании естественных ледовых плотин потоком половодья, концентрации стока на низких участках поймы или в протоках с вероятным изменением положения главного рукава. Пояс меандрирования ограничен склонами террасы.

Специфика руслового процесса определяют ландшафтные особенности территории существенные для ведения хозяйства и жизни населения. Чередование широких грив и котловин, высокая продуктивность лугов, пойменные озера и протоки обеспечивают устойчивое ведение скотоводства и коневодства при разных условиях увлажнения поймы [1]. Комфортность и безопасность жизни населения обеспечивается размещением поселений с учетом специфики природных процессов. Поселки изначально построены на высоких пойменных гривах в непосредственной близости от источников воды (проток и озер), безопасном удалении от заболоченной тыловой поймы. Конфигурация поселений повторяет плановые очертания пойменных грив. Поселки вытянуты субпараллельно оси долины на несколько километров (Рис. 2).

Булус		Никольцы		Тумул	
Бютэй-Юрде		Крест-Кытыл		Тулагино	

Рис. 2 Конфигурация некоторых населенных пунктов долины Энсиэли и Туймаады (рисунки выполнены по космическим снимкам, масштаб не сохранен).

Ниже устья Алдана, за пределами долины Энсиэли, существенно снижается количество поселений. Ряд населённых пунктов (Арбын, Кальвицы, Ситте) регулярно подвергается затоплению (Рис. 3). В ряде случаев это связано не только со значительным поднятием уровня воды в главной реке, но также и с подпором в весенний период выходящих на Ленскую пойму её малых притоков (рр. Лунгха, Ситте).

Выводы

В завершении отметим, что детальный анализ пространственного изменения уровня гидроэкологической напряжённости на различных участках Лены, ее связь с морфологическим строением пойменно-руслового комплекса реки, многолетними переформированиями русла и особенностями водного режима – это предмет дальнейших научных обобщений, что еще раз подчеркивает не только практическую ценность полученных в процессе рекогносцировочного обследования материалов, но и фундаментальную их значимость для целого ряда научных направлений (геоэкологии, социальной экономики, русловедения).



Рис. 3 Посёлок Кальвицы Кобяйского улуса. Половодье 2008 г.

Результаты данной работы можно использовать для доказательства экономической эффективности и целесообразности мероприятий по обеспечению гидроэкологической безопасности в пределах того или иного населенного пункта после определения зон затопления и берегообрушения (на основе проведенного руслового анализа и прогноза русловых переформирований), составления перечня объектов экономики и ЖКХ, попадающих в зоны негативного воздействия вод, проведения экономических расчетов вероятностного ущерба.

Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ 18-05-00487А "Экстремальные, специфические и катастрофические проявления русловых процессов: география, условия возникновения, прогнозирование, методология учета и предотвращения последствий".

Acknowledgments

The study is conducted under the financial support of Grant 18-05-00487A "Extreme, specific and disastrous manifestations of channel processes: the geography, conditions for the genesis, forecasting, the methodology of registration and negative consequence prevention" provided by the Russian Foundation for Basic Research.

Список литературы

1. Завадский А.С., Лобанов Г.В., Зверева А.Ю. Опыт эколого-геоморфологической оценки положения сельских населенных пунктов на примере центральной части Республики Саха (Якутия) // Материалы VI международной конференции Экологическая безопасность региона. – БГУ Брянск, 2013. – С. 70–75.
2. Завадский А.С., Лобанов Г.В., Хабидов А.Ш. Разработка базы данных Водный режим и русловые процессы реки Лена для информационного обеспечения мероприятий по предотвращению негативного воздействия вод // Материалы конференции Географические исследования Якутии: история, современность и перспективы. – ЯГУ Якутск, 2013. – С. 104–107.
3. Завадский А. С., Хабидов А. Ш., Шлычков В. А. Создание информационной базы данных для разработки научных основ снижения негативного воздействия гидрологических и русловых процессов реки Лена на населенные пункты // Общероссийская научно-практическая конференция Защита населения и объектов экономики от водной стихии северных рек. – Изд-во ООО Компания Дани-Алмас Якутск, 2013.
4. Чалов Р.С., Завадский А.С., Ботавин Д.В. и др. Покровско-Якутский водный узел на р. Лене: современные деформации и управление русловыми процессами // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2019. № 6. С. 83–96.