



The equipment update is important for oil and gas companies because it cuts production costs and improves productivity. Industries that use advanced techniques, such as optimized inventory management, collaborative supplier relationship management and so on have more advantages comparing to the companies that do not invest into their equipment improvement. Even though the economic situation is not so productive for oil and gas companies right now the continuous equipment improvement will lead to the better environmental situation, time saving on different operations and reduction of ecological risks in the oil and gas industry. Thus, the ecological improvement may eventually reduce the risk of non-compliance and improve health and safety practices for employees and the public.

References:

1. Clark, A., Verity, R., Wheeler S., Landau R. Safety and environmental management in the oil and gas industry: A new model to enable line performance.
2. International Forum «Marine Industry of Russia» – Industrial event of the year, http://www.mir-forum.ru/eng/electronic_catalogue_en/oil_gas_production/overview_oil_gas/, retrieved 20th September, 2016.
3. Kilzie, F., Shvarts, E., Chetverikov, V. (2015) Environmental Responsibility Rating Of Oil And Gas Companies In Russia, 2015.
4. Motorola solutions, White Paper, Improving Safety and Productivity in Oil and Gas Operations, 2016.
5. U.S. Department of Commerce | International Trade Administration/Industry & Analysis, ITA Upstream Oil and Gas Equipment Top Markets Report, 2016.

*Boyarintsev Yevgeny Lvovich,
Odessa State Environmental University,
Ph. D., assistant professor,
the Faculty of Hydrometeorology,
Ukraine.*

E-mail: E. Bojarintsev@mail.ru

*Topalov Nikolaj Dmitriyevich,
Magadanvodstroy,
Incorporation manager, Russia.
E-mail: topniki@mail.ru*

Influence of channel gold mining on thermal regime of rivers of Verhnyaya Kolyma basin



*Бояринцев Евгений Львович,
Одесский Государственный
Экологический Университет,
кандидат географических наук,
доцент кафедры гидрологии суши, Украина
E-mail: E. Bojarintsev@mail.ru*

*Топалов Николай Дмитриевич,
трест Магаданводстрой,
управляющий трестом, Россия
E-mail: topniki@mail.ru*

Влияние разработок русловых золотоносных месторождений на термический режим рек бассейна Верхней Колымы

Развитие горнодобывающей промышленности Крайнего Северо-Востока России связано с интенсификацией открытого способа разработок полезных ископаемых, в основном россыпных месторождений золота. Благодаря неглубокому залеганию и малой мощности, пласты золотоносных песков очень быстро вовлекаются в эксплуатацию на больших площадях, но при этом нарушаются как природные ландшафты, так и экологическое равновесие целых районов¹. На рис. 1 показано русло реки, находящееся в естественном состоянии, а на рис. 2 — в условиях активной добычи металла.

Золотоносные рудные тела обычно сосредоточены в руслах рек и малых водотоков, а их разработка коренным образом влияет на русловый процесс и водный режим. Впервые проблема влияния горнодобывающей промышленности на гидрологический режим рек Северо-Востока рассмотрена в работе А. С. Кузнецова и Ш. С. Насыбулина².

Если в межень основной поток в реках, находящихся в естественных условиях сосредоточен в основном русле, то в пределах полигонов он превращается в цепочки полузамкнутых понижений, небольших озёр и отдельных мелких проток, возрастает площадь водного зеркала, а мутность воды увеличивается в десятки и сотни раз. Например, средние месячные значения мутности воды р. Омчак (при-

¹ Зубченко Г. В., Сулим Г. А. Рациональное использование водно-земельных ресурсов при разработках россыпей. М., "Недра", – 1980, 237 с.

² Кузнецов А. С., Насыбулин Ш. С. Водный баланс рек Северо-Востока СССР и его трансформация под влиянием горнорудных работ. Труды IV Всесоюзного гидрологического съезда. – Л., 1976. С. 327–345.



ток р.Теньки) в июле 1976 года на двух участках. В пределах первого участка горные работы не производятся, а в долинной части второго ведутся интенсивные промывочные работы. Измеренная средняя мутность воды составила, на первом участке $4,4 \text{ г/м}^3$, а на втором — более 200 г/м^3 . Низкое альbedo загрязнённой водной массы способствует её повышенному прогреванию.

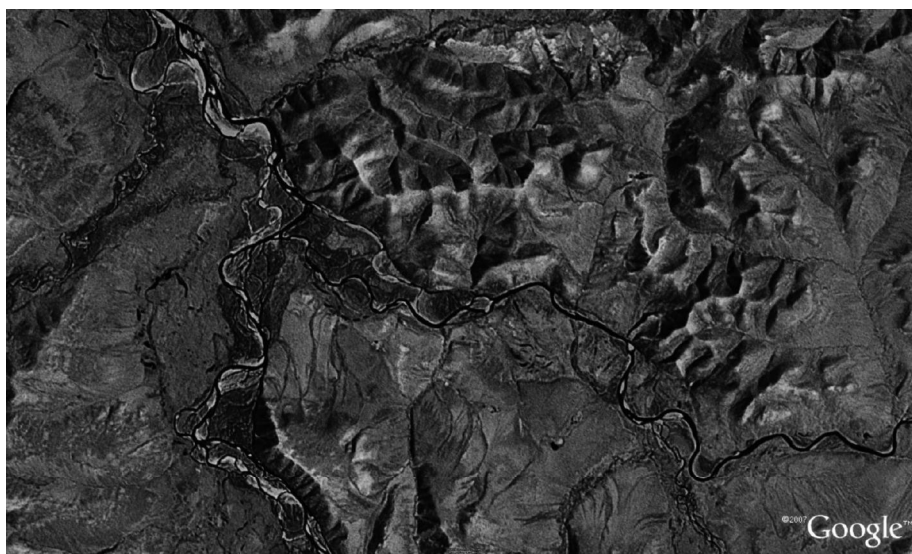


Рис. 1. Русло реки в естественных условиях (р. Кулу)

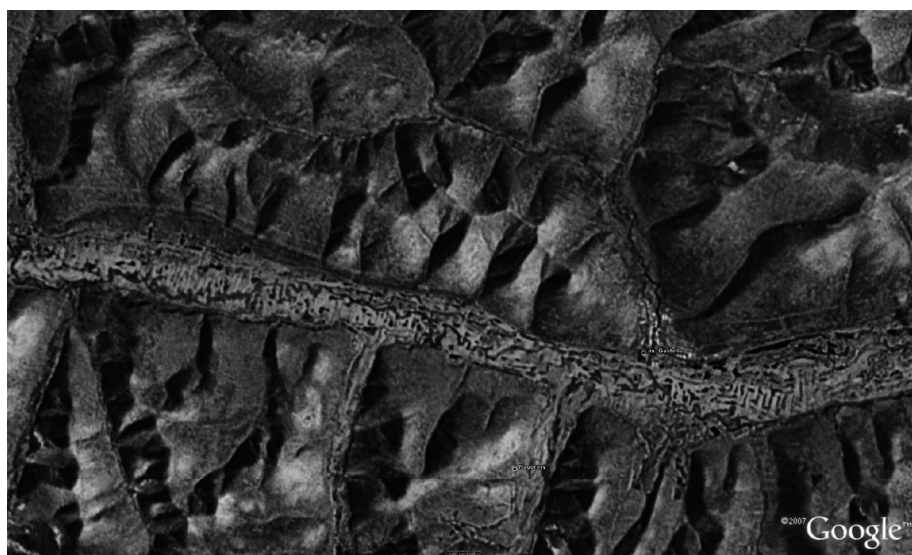


Рис. 2. Русло реки при разработке россыпных месторождений (р. Тенька)



Кроме того, в процессе подготовки полигонов к разработкам, для расширения прируслового талика практикуется искусственное оттаивание песков. Эти мероприятия приводят к дополнительному техногенному прогреву водотоков, что в свою очередь ведет к угнетению и даже уничтожению бентоса и ихтиофауны. По оценкам Г. З. Перлыштейна¹, в пределах полигонов температура воды под влиянием перечисленных факторов повышается на 10–20% по отношению к естественным условиям.

В для оценки влияния горных работ на термический режим водотоков нами были использованы данные многолетних наблюдений за температурой воды по гидрологической сети Колымского УГКС. С этой целью в пределах бассейна Верхней Колымы были выбраны шесть водотоков с водосборной площадью от 8,2 (руч. Кривуля) до 10300 (р. Кулу — п. Кулу) км². Три из перечисленных водотоков — руч. Кривуля, реки Кулу и Аян-Юрях находятся в естественном состоянии, хозяйственная деятельность в пределах этих водосборов практически не велась и не ведётся. Они являлись реками — аналогами для оценки изменений водного режима под влиянием антропогенной нагрузки на исследуемых водосборах.

В бассейнах исследуемых рек Сусуман, Ампардах и Тенька разведаны и активно разрабатываются с середины 1940-х годов россыпные (а в бассейне р. Теньки и рудные) месторождения. Промывка песков производится как драгами, так и промывочными приборами. Полигоны таких приисков, как им. Гастелло, им. Белова и др. в бассейне р. Теньки растянулись в долинах рек на десятки километров. К настоящему времени прирусловой и долинный ландшафты здесь полностью трансформированы.

Анализу подвергались ряды среднеиюльских температур воды. Внутримесячный ход температуры воздуха в июле наиболее устойчив. В июне характерно постепенное увеличение, а в августе — наоборот, снижение среднесуточных температур воздуха в течение месяца².

Оценка однородности гидрометеорологических характеристик и оценка тренда выполнялась в соответствии с рекомендациями³.

При оценке значимости линейных уравнений регрессии рассматриваемых гидрометеорологических характеристик во времени $Y = f(t)$, где t — время, сводится к оценке значимости коэффициента корреляции R . Он оценивается по

¹ Перлыштейн Г. З. Водно-тепловая мелиорация мёрзлых пород на Северо-Востоке СССР. Новосибирск, "Наука", 1979, 302с.

² Бояринцев Е. А., Сербов Н. Г., Болгов М. В., Довбыш В. Н., Попова Н. И. Трансформация водного и термического режимов рек Верхней Колымы под влиянием разработок россыпных золотоносных месторождений. Москва, – 2008 с. – 110–115.

³ Методические рекомендации по оценке однородности гидрологических характеристик и определению их расчётных значений по неоднородным данным. Санкт-Петербург. – 2010. – 161с.



отношению к случайной средней квадратической ошибке σ_R , т. е. ($R/\sigma_R \geq \beta$). При 5%-ном уровне значимости или при 95 % доверительной границе, $\beta = 2$.

В качестве нулевой гипотезы принимается гипотеза отсутствия статистически значимых трендов в ходе многолетних колебаний гидрометеорологических характеристик, то есть признание однородности во времени, а, следовательно, и стационарности многолетних величин. Альтернативная гипотеза заключается в наличии статистически значимого тренда исследуемых величин и, следовательно, в нестационарности и не однородности рассматриваемых гидрометеорологических элементов за период времени.

Средняя квадратическая ошибка коэффициента корреляции линейного тренда определялась по формуле:

$$\sigma_R = (1 - R^2) / \sqrt{(n - 1)}, \quad (1)$$

где n – число членов исследуемого ряда.

Анализ рядов среднеиюльских температур воздуха и воды по рекам — аналогам позволил сделать вывод об их стационарности. В то же время для водосборов R2 на порядок выше, и изменяется от 0,278 для р. Сусуман до 0,544 для р. Теньки, что говорит о нестационарности рядов наблюдений.

Направленные изменения в тепловом режиме рек проявляется через 12–14 лет после начала интенсивных горных работ.

Учитывая специфику разработок россыпных месторождений, можно ожидать, что расширение площади вскрышных работ будет оказывать влияние на термический режим только до достижения некоторого критического значения, после чего процесс вновь приобретёт практически стационарный характер. Действительно, наиболее существенное влияние на термический баланс оказывает переформирование русловой и прирусловой части долины. Для рек Сусуман и Ампардах в течении 20-ти лет после начала разработок полигонов возросла среднее более чем на $2,5^\circ\text{C}$, а в последующие 15 лет — только на $0,5\text{--}0,7^\circ\text{C}$.

Эти выводы сделаны на основании данных наблюдений по 1977 год. Значительный практический интерес представляет анализ изменений термического режима на основании более полного объёма информации. К сожалению, сеть гидрологических наблюдений в последние годы в пределах Верхней Колымы значительно сократилась. Связано это в основном с тем обстоятельством, что россыпные месторождения истощились, и многие населённые пункты, где располагались пункты гидрологических наблюдений, в связи с этим прекратили своё существование.

Для анализа в данной работе нами использованы данные по двум сопредельным бассейнам — р. Тенька — устье р. Нелькобы (площадь водосбора 1820 км^2), и р. Кулу — пос. Кулу (площадь водосбора 10300 км^2), где имеются наиболее продолжительные (до 2005 года) ряды совместных наблюдений.



Основным фактором, определяющим температурный режим водного потока, является температура воздуха. На рис. 3 показано соотношение между среднеиюльскими температурами воздуха и воды в р. Кулу. Коэффициент корреляции этой зависимости более 0,7. В то же время для р. Теньки такая зависимость отсутствует (рис. 4).

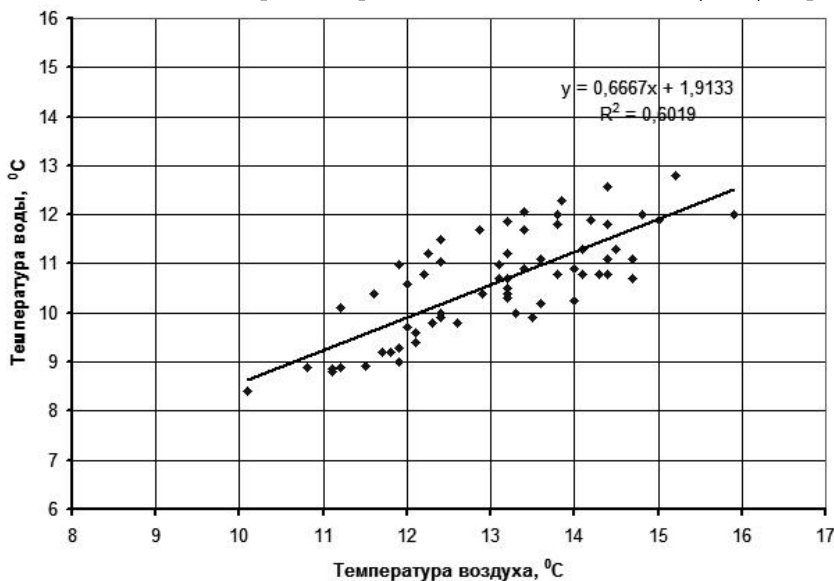


Рис. 3. Зависимость средней за июль температуры воды р.Кулу от среднемесячной температуры воздуха

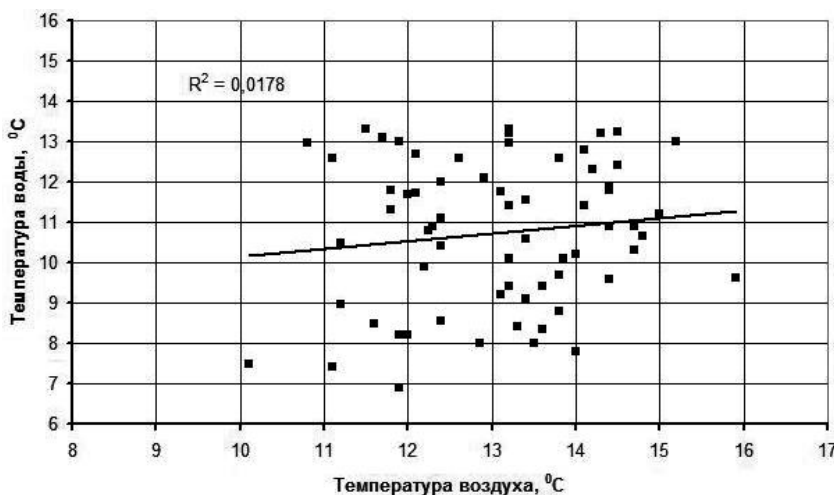


Рис. 4. Зависимость средней за июль температуры воды р.Тенька от среднемесячной температуры воздуха

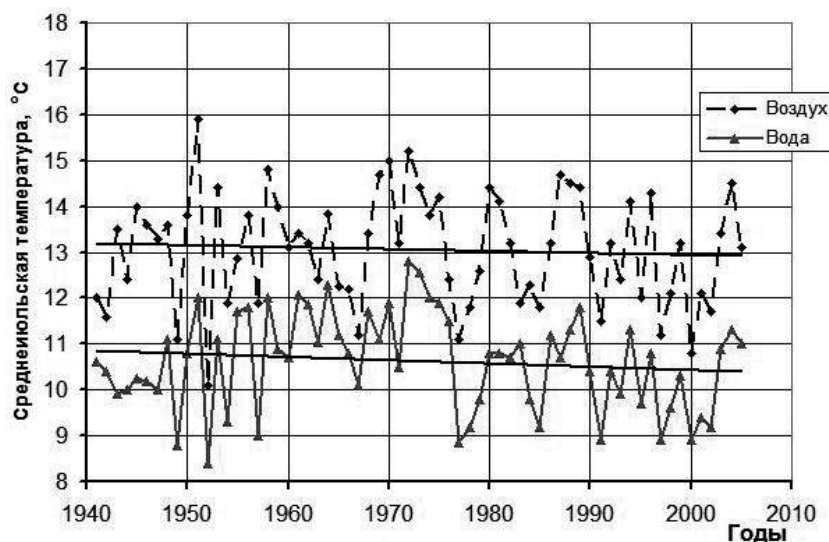


Рис. 5. Многолетний ход среднеиюльской температуры воздуха (по данным метеостанции Усть — Омчуг) и воды р. Кулу

На рис. 5 приведён многолетний ход среднеиюльской температуры воздуха по метеостанции Усть-Омчуг и воды р. Кулу. Оба ряда стационарны ($R/\sigma_R \ll 2$). На первый взгляд это противоречит выводам о существенном потеплении климата в последние годы. Действительно, за пятидесятилетний период (с 1956 по 2006 гг.) среднегодовая температура по данным гидрометстанции Усть-Омчуг, возросла на $1,8^\circ\text{C}$ (от $-11,4^\circ\text{C}$ до $-9,70^\circ\text{C}$). Но, как показал анализ, повышение среднегодовой температуры воздуха происходит в весенние (март, апрель), а также осенние (ноябрь, декабрь) месяцы. Летом (июнь – август) многолетний ход температуры воздуха пока остаётся стационарным¹.

В то же время в ряде среднеиюльских температур воды р. Тенька (рис. 6) условия стационарности не выполняются, здесь имеет место хорошо выраженный положительный линейный тренд. На графике чётко выделяются три хорошо выраженных периода. С начала наблюдений (1941 год), до середины 50-х годов прошлого столетия в бассейне реки производились интенсивные геологоразведочные работы, оконтуривались содержащие металл приурусловые участки, но вскрышные работы не осуществлялись, поскольку постоянное транспортное сообщение ещё не было налажено. В этот период ход температуры воды оставался стационарным, на уровне $8,2^\circ\text{C}$. К концу этого периода была проложена автомагистраль

¹ Алексеев В. Р., Бояринцев Е. А., Гопченко Е. Д., Кирилюк Р. В. Влияние гидрометеорологических факторов на динамику размеров Анмангындинской наледи. Украинський гідрометеорологічний журнал. – Одесса. – 2012. С. – 126–132.



до Магадана, что позволило осуществлять доставку тяжёлой техники, горючего и стройматериалов к разведанным участкам.

Начались интенсивная вскрышка торфов и добыча металла с помощью драг и промывочных приборов. Интенсивная антропогенная нагрузка обусловила изменение руслового процесса, что привело к дополнительному прогреванию водных масс. Значения удвоенной средней квадратической погрешности коэффициента корреляции в этот период ($2\delta_R = 0,086$) существенно меньше коэффициента корреляции ($R = 0,823$).

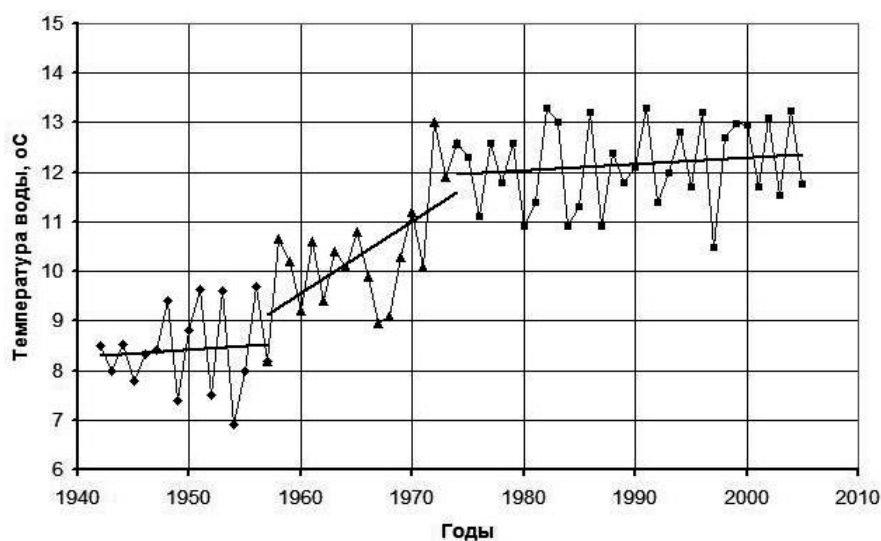


Рис. 6. Многолетний ход среднеиюльской температуры воды р. Тенька

К середине семидесятых годов прошлого столетия все золотоносные участки были отработаны, интенсивность техногенной нагрузки на водоток стабилизировалась. При этом процесс вновь стал стационарным, но на новом уровне, при средней температуре воды в июле 12°C .

Таким образом, в результате интенсивных горных работ в бассейне реки Теньки средняя за июль температура воды повысилась на 50% по сравнению с естественным состоянием.