

УДК 551.5:556.5

**Виноградов А.Ю.**

ООО НПО «Гидротехпроект» (г. Валдай Новгородской обл.)

**НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИНЖЕНЕРНО-ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ НА МЕСТОРОЖДЕНИИ «КЛЕН»**

**A. Vinogradov**

*Gidrotehproekt Research and Development Association,  
Valday, Novgorod Region*

**SOME RESULTS OF METEOROLOGICAL AND HYDROLOGICAL ENGINEERING SURVEYS ON THE KLYON DEPOSIT TERRITORY**

*Аннотация.* В статье описываются результаты инженерно-гидрометеорологических изысканий на золото-серебряном месторождении «Клен» (Билибинский район Чукотского автономного округа). Основная цель исследований состояла в получении исходных данных для проектирования производственных объектов месторождения. Дается краткое описание климатических условий территории месторождения и ее гидрологического режима, приводятся соответствующие количественные характеристики. Отмечается необходимость организации временных постов метеорологических и гидрологических наблюдений, программа которых должна быть увязана с программой локального экологического мониторинга.

*Ключевые слова:* инженерно-гидрометеорологические изыскания, месторождение «Клен», проектирование, климатический режим, гидрологический режим, мониторинг.

*Abstract.* The paper describes the results of meteorological and hydrological engineering surveys on the gold and silver Klyon deposit (Bilibinsky district of Chukotka Autonomous Okrug). The general purpose of the survey was to obtain basic data for the design of the deposit's production facilities. A brief description of the climatic conditions of the deposit territory and its hydrological regime are presented, and relevant quantitative characteristics are provided. The need is noted for the provision of the temporary points of meteorological and hydrological observations, whose program should be harmonized with that of the local environmental monitoring.

*Key words:* meteorological and hydrological engineering survey, Klyon deposit, design, climatic regime, hydrological regime, monitoring.

В ООО НПО «Гидротехпроект» были выполнены изыскательские работы, цель которых состояла в получении исходных гидрометеорологических данных для проектирования производственных объектов месторождения «Клен». Ниже представлены основные результаты инженерно-гидрометеорологических изысканий на территории размещения золотосеребряного месторождения «Клен» (Билибинский район Чукотского автономного округа), расположенного в районе водораздела двух правых притоков рек Колымы и Омолон с запада и р. Большой Анюй с востока. Для решения поставленных задач выполнен комплекс полевых и камеральных работ, которые включали:

- сбор, анализ и обработку гидрометеорологических данных;
- описание климатических условий исследуемой территории;
- рекогносцировочное обследование местности;
- гидрологическое обследование основных водных объектов территории – ручьев Клен и Алиса, их водосборов и окрестностей;
- нивелирование отметок воды (определение уклонов водной поверхности) и промеры глубин по тальвегу водотока;

---

© Виноградов А.Ю., 2012.

- нивелирование морфостворов;
- измерение расходов воды;
- определение площадей водосборов ручьев Клен и Алиса в проектных створах;
- расчеты основных гидрологических характеристик водотоков в проектных створах (норм стока, максимальных и минимальных уровней и расходов);
- исследование ледового режима водотоков и русловых процессов.

Работы выполнялись в соответствии с требованиями нормативно-технических документов, регламентирующих производство инженерно-гидрометеорологических изысканий [1; 4; 7; 8].

## 1. Климатические условия

Климатическая характеристика района составлена главным образом по данным ближайшей метеостанции Усть-Олой. Основные климатические характеристики определены с учетом материалов Научно-прикладного справочника по климату СССР [2], полученных на основе статистической обработки данных наблюдений за 30 лет. Кроме того, дополнительно использовались данные [5; 6]. Некоторые характеристики, отсутствующие в справочнике [2] для станции Усть-Олой, принимались по другим ближайшим метеостанциям. Помимо климатических данных, в настоящей работе использовались также данные архива срочных наблюдений Росгидромета за период 1986-2010 гг.

Основными факторами, определяющими климатические условия района строительства, являются его положение на северо-востоке Азиатского континента, сложное строение его поверхности, близость Северного Ледовитого океана и муссонный характер атмосферной циркуляции. Для данной местности характерны суровые зимы со средней температурой января ниже  $-38^{\circ}\text{C}$ . Зима длится 7 месяцев (с октября по апрель), переходные периоды короткие. В течение долгой зимы преобладает безоблачная тихая погода. Зима устанавливается практически сразу: период предзимья с чередованием временного уста-

новления и схода снежного покрова очень короток и составляет 1-2 декады, а иногда и вовсе отсутствует. В октябре максимальные температуры выше  $0^{\circ}\text{C}$  наблюдаются в среднем всего 4-5 дней. Продолжительная и холодная зима способствует режиму, при котором превышение глубины промерзания грунта над летним оттаиванием приводит к увеличению мощности слоя многолетней мерзлоты. Многолетняя мерзлота на исследуемой территории распространена повсеместно.

**Температура воздуха.** Среднегодовая температура воздуха – отрицательная и составляет  $-12.2^{\circ}\text{C}$ . Переход среднесуточных температур воздуха в положительный диапазон происходит во второй декаде мая, а в отрицательный – во второй декаде сентября. Падение температуры в начале зимы (в октябре) происходит быстро: в ноябре уже господствуют сильные морозы, а декабрь, январь и февраль являются наиболее холодными месяцами. Наиболее низкие температуры воздуха наблюдаются в январе, самые высокие – в июле. Абсолютный минимум наблюдался в 2002 г. ( $-59.6^{\circ}\text{C}$ ), абсолютный максимум – в 2003 г. ( $+34.2^{\circ}\text{C}$ ). Характерная особенность термического режима – большие годовые амплитуды, достигающие  $80-90^{\circ}\text{C}$ . Продолжительность периода с отрицательной средней суточной температурой воздуха составляет 234 дня, а средняя температура этого периода  $-23.5^{\circ}\text{C}$ . В результате частых вторжений свежих масс арктического воздуха, большой амплитуды температуры, интенсивного ночного излучения и большой затраты тепла на таяние и прогрев верхнего слоя мерзлоты безморозный период очень короткий. Средняя продолжительность безморозного периода составляет 51 день – с 7 июня по 29 июля.

**Температура почвы и криогенные условия.** Температура поверхности почвы весьма близка к температуре воздуха в течение всего года. В районе изысканий повсеместно распространены многолетнемерзлые породы. Мощность многолетнемерзлой толщи мерзлоты изменяется от 100-300 м в пределах низменностей до 300-500 м в горных районах.

Глубина сезонной оттайки грунтов зависит от его уплотнения, гранулометрического состава рыхлого покрова, степени увлажнения, растительности, экспозиции склона и составляет в горных районах 0.8-1.8 м, на равнинах – 0.3-0.4 м. В годовом ходе температура поверхности почвы изменяется от –36 °С зимой до 15 °С летом при среднегодовом значении –36 °С.

**Влажность воздуха.** Парциальное давление водяного пара быстро возрастает от зимы к лету (от 0.3 до 10.0 гПа при среднегодовом значении 3.6 гПа), в то время как относительная влажность в годовом ходе изменяется незначительно (62-80 % при среднегодовом значении 73 %).

**Атмосферные осадки.** Режим атмосферных осадков в течение всего года определяется циклонической деятельностью и связан с атмосферными фронтами. Минимальное месячное количество осадков наблюдается с февраля по май и составляет 9-13 мм. Максимум осадков приходится на июль-август и достигает 40-49 мм. Годовая норма осадков составляет 266 мм. По виду осадков 45 % (119 мм) выпадает в виде дождя, 7 % (19 мм) – в смешанном виде (дождь и мокрый снег), 48 % (128 мм) – в твердом виде (снег). В летний период осадки чаще всего носят ливневый характер. Максимальная интенсивность осадков в течение 1 часа составляет 0.1 мм/мин, в течение суток – 0.02 мм/мин. Средняя продолжительность сильных дождей ( $\geq 2.0$  мм) составляет 4.8 часа.

**Снежный покров.** Как уже отмечалось ранее, осадков в виде снега выпадает 48 % от годовой суммы. Устойчивый снежный покров устанавливается в начале октября, а на высотах более 600-700 м – в последних числах сентября. Средняя дата появления снежного покрова – 20 сентября, средняя дата образования устойчивого снежного покрова – 5 октября. Среднее число дней со снежным покровом составляет 228 дней. Снежный покров часто ложится на замерзшую землю в сопровождении резкого понижения температуры и замерзания водоемов и нарастает быстро. Максимальный прирост снежного покрова

происходит в ноябре (25 см). Значительные снегопады свойственны преимущественно первой половине зимы, когда за месяц отмечается до 10-15 дней со снегом. Даты установления санного пути (когда высота снежного покрова достигает 10 см и выше) обычно отстают на 10-14 дней от даты установления снежного покрова. К 1 января обычно формируется 40 % массы снежного покрова. Нарастает снежный покров до начала апреля.

Средняя дата разрушения устойчивого снежного покрова – 17 мая. Средняя дата схода снежного покрова – 21 мая. Средняя высота снежного покрова в лесу составляет около 50 см. В результате ветрового перераспределения снега в ложбинах образуются снеговые забои. В противоположность рыхлому снежному покрову долин, в горах снежный покров очень плотный (0.35-0.40 г/см<sup>3</sup>).

Снегопады на исследуемой территории сопровождаются сильными ветрами. Снег перевивается, поэтому возникают частые и мощные снегозаносы дорог. Расчетная высота снежного покрова с вероятностью превышения 5 % составляет 85 см. Наибольший запас воды в снежном покрове составляет 176 мм, среднее значение из наибольших – 120 мм. Объем снегопереноса обеспеченностью 1 раз в 20 лет составляет 124 м<sup>3</sup>/м. Нормативное значение веса снежного покрова на 1 м<sup>2</sup> согласно [5] составляет 1.5 кПа.

**Ветер.** Для ветрового режима района характерно преобладание ветров вдоль речных долин. В течение всего года преобладают ветры северного и северо-западного, а также южного и юго-восточного направлений. Наряду с этим в течение всего года наблюдается высокая повторяемость штилей, связанная с преобладанием антициклонической погоды. Среднемесячные и среднегодовая скорости ветра незначительны (1-2 м/с) и обусловлены высокой повторяемостью штилей в условиях антициклонической погоды. Ветры со скоростью, превышающей 15 м/с, наблюдаются редко и чаще всего во второй половине лета и начале осени. Согласно карте климатического районирования по давлению ветра [5], территория проектирования относится ко II-

му ветровому району с нормативным ветровым давлением, составляющем 0.30 кПа.

**Атмосферные явления.** Среднее число дней с туманом составляет 6.1 дня, наибольшее – 21. Продолжительность туманов в среднем за год составляет 27 часов. Чаще всего туманы отмечаются в зимний и осенний периоды. Туманы зимой совершенно не свойственны перевалам и значительным возвышенностям и характерны для долин, где интенсивно развивается изморозь большой мощности. Морозные туманы держатся иногда по 5-8 дней. В начале и в конце зимы заметен суточный ход тумана: он ослабевает к полудню и вновь сгущается к 18 часам. Вертикальная мощность слоя туманов обычно не превышает 100-200 м. Горизонтальная видимость в морозном тумане находится в пределах 100-150 м, а при плотных туманах может снижаться до значений менее 10 м.

Грозы в исследуемом районе наблюдаются с июня по август и довольно редко. Однако они бывают интенсивными. Особенно мощны фронтальные грозы, связанные с прохождением холодных фронтов. В среднем за год число дней с грозой составляет 3.8. Наибольшее число дней с грозой в году – 10. Средняя продолжительность гроз в году оставляет 4.3 часа. При этом средняя продолжительность грозы в день с грозой составляет 1.1 часа, а максимальная непрерывная продолжительность – 5.5 часа.

Метели начинаются с сентября и продолжаются до мая. Продолжительность и интенсивность метелей обычно невелики. Среднее число дней в году с метелью составляет 12.7 дней, их средняя продолжительность – 6-8 часов.

Гололедные явления обычно отмечаются в виде кристаллической изморози. Среднее число дней в году с обледенением проводов гололедного станка составляет 22.4, наибольшее – 50. Масса изморозевых отложений достигает 40 г/м. Согласно карте климатического районирования по толщине стенки гололеда [5], территория относится к горным и малоизученным районам. В то же время территория месторождения «Клен» находится

вблизи границы, разделяющей II-й и III-й гололедные районы. С учетом малой изученности территории месторождения «Клен», для нее можно принять наиболее неблагоприятные гололедные условия: III-й гололедный район и соответствующую ей нормативную толщину стенки гололеда (превышаемую 1 раз в 5 лет) на элементах кругового сечения диаметром 10 мм, расположенных на высоте 10 м над поверхностью земли, которая составляет 10 мм согласно [5].

## 2. Гидрологический режим

Основные водотоки района месторождения – ручьи Клен и Алиса. В рамках изыскательских работ исследовались оба водотока, однако более детально – ручей Алиса. Это обстоятельство связано с тем, что забор воды для хозяйственно-питьевого водоснабжения будет производиться из ручья Алиса. С запада от участка изысканий протекает ручей Клен. В настоящей статье он детально не описывается, так как не оказывает гидрологического влияния на территорию месторождения «Клен». Установлено, что ручей Клен более полноводен, чем ручей Алиса, шире него и глубже. В гидрологическом отношении он мог быть более приемлем для использования в качестве источника водоснабжения и приемника сточных вод, чем ручей Алиса. Однако он расположен дальше от проектируемых объектов месторождения «Клен» и менее удобен для использования.

Ручей Алиса протекает с севера на юг по ложбине между отдельными сопками северных отрогов Олойского хребта. Ручей впадает слева в р. Раковского, правый приток р. Кричальская, являющийся левым притоком р. Большой Анюй. Река Большой Анюй берет начало на Анадырском плоскогорье. Сливаясь с р. Малый Анюй, она образует р. Анюй – правый приток р. Колымы. Река Колыма впадает в Колымский залив Восточно-Сибирского моря тремя главными протоками: Каменная Колыма, Походская Колыма и Чукочья. Таким образом, исследуемый ручей Алиса относится к бассейну р. Колымы.

Ручей Алиса относится к малым водотокам. Его длина от истока до проектируемого створа водозабора составляет 2.2 км, от истока до проектируемого выпуска сточных вод – 6.8 км. Площади водосбора составляют соответственно 4.3 и 16.0 км<sup>2</sup>. Долина ручья прямая, вытянутая с северо-запада на юго-восток. Пойма ручья Алиса узкая, в некоторых местах односторонняя, шириной до 20-50 м. Ширина ручья Алиса составляет 1.5-2.0 м, глубина русла в бровках – 0.4-0.6 м, глубина воды в межень – 0.2-0.3 м. Скорость течения в межень изменяется в пределах от 0.1-0.2 м/с в плесах до 0.5-0.7 м/с на перекатах, в местах заломов и искусственных отсыпок. Плановые деформации берегов слабые (не превышают 1.5 м в каждую сторону за период техногенного воздействия при проведении геологоразведочных работ). Продольный уклон, измеренный в период полевых работ, составляет 36-42 ‰, коэффициент шероховатости русла – 0.050, поймы – 0.080.

Русло ручья Алисы слабоизвилистое, сильно врезанное. Все деформации происходят в русле путем перемещения гряд и мезоформ по схеме побочного или ленточногрядового типа русловых процессов. Максимальный плановый размыв ручья Алиса за период эксплуатации месторождения в 30 лет не превысит 1.5 м. Размыв возможен как в сторону левого, так и в сторону правого берега. Минимальная отметка профиля предельного размыва дна ручья в проектном створе составляет 379.24 м БС. Максимальная отметка намыва по тальвегу 380.52 м БС.

В гидрологическом отношении ручей Алиса ранее не изучался, поскольку на малых водотоках Чукотки режимные гидрологические наблюдения проводятся на ограниченном числе рек. Кроме того, такие наблюдения, как правило, непродолжительны. Полевые работы в составе инженерных изысканий проводились с 8 августа по 28 августа 2012 г. Работы включали получение необходимых данных для последующих расчетов характеристик гидрологического режима. Расчетные характеристики стока ручья Алиса определены в соответствии с требованиями [3; 8]. Кроме

того, для оценки водного режима ручья Алиса в проектных створах использованы материалы наблюдений Росгидромета по рекам-аналогам района изысканий с относительно длинными рядами наблюдений: р. Тополевка (створ – пос. Дальний); р. Пеймына – (створ – 1.5 км от устья); р. Баимка (створ – пос. Баимка).

Основные черты водного режима водотоков бассейна Большой Анюй определяют суровые климатические условия, расчлененный рельеф, повсеместное распространение многолетней мерзлоты. Водный режим характеризуется весьма неравномерным внутригодовым распределением стока, свойственным рекам Восточной Сибири и севера Дальнего Востока: – высоким весенним половодьем; – частыми летними паводками, которые обычно по объему не достигают весеннего половодья, но для малых рек могут превышать максимальные расходы воды; – низкой зимней меженью. Питание водотоков смешанное: снеговое (47 %), дождевое (42 %) и подземное (11 %). Сток весенне-летнего периода составляет 90-95 % годового объема. Наибольшая часть его приходится на долю весеннего половодья: 40-50 % годового объема.

**Половодье.** Для бассейна Большого Анюя характерно ярко выраженное снеговое половодье. Количество зимних осадков составляет 75-100 мм. Интенсивность снеготаяния определяется ходом температуры воздуха и характерными для рассматриваемой территории возвратами холодов в период весеннего половодья. Начинается половодье обычно в третьей декаде мая, пик проходит в первой декаде июня, заканчивается во второй половине июня. Весеннее половодье начинается во второй половине мая и из-за возврата холодов расчленено на серию пиков. В период снеготаяния на ходе колебания уровней отражается внутрисуточный ход с амплитудой 0.1-0.2 м, обусловленный суточным ходом солнечной радиации. Максимум весеннего половодья наблюдается в первых числах июня, заканчивается половодье во второй половине июня. На пик половодья могут накладываться отдельные дождевые паводки.

Средний слой стока за половодье в бассейне Большого Анюя составляет 80-120 мм, доля дождевых вод составляет 10-15 % общего стока за половодье.

**Летняя межень и дождевые паводки.** Характер водного режима в летний период после окончания весеннего половодья целиком определяется характером выпадения осадков. В летнее время уровень воды падает, и только в период дождей наблюдается подъем воды и образование кратковременных паводков. Паводочный период начинается с июня и продолжается по сентябрь. Дождевые паводки на ручье Алиса могут наблюдаться в любом месяце теплого периода. Число дождевых паводков может составлять за теплый период от 3 до 5 и иногда больше. Форма гидрографа за этот период имеет гребенчатый вид. Продолжительность паводков обычно не превышает 10 дней. Основными факторами, определяющими величину максимального расхода воды и объем паводочного стока, являются интенсивность и слой выпавших дождевых осадков за дождь, а также предшествующая дождю увлажненность. Межпаводочные периоды непродолжительны, летняя межень не характерна. Наибольшие паводки чаще отмечаются в июле-августе.

Летний меженный период, как правило, начинается во второй половине лета и заканчивается на подъеме осеннего паводка. Сроки наступления межени и ее продолжительность определяются бездождевым периодом. Средняя продолжительность межени составляет 20 дней. В отдельные, особо засушливые годы, она может захватывать все лето. Осенью, с уменьшением количества выпадающих осадков, дождевое питание рек снижается. Доля осеннего стока составляет 5-6 % годового объема. В сентябре, с понижением температуры, дожди прекращаются и уровни начинают падать. В середине сентября-первой декаде октября появляются забереги.

**Зимняя межень.** На зимний меженный период приходится 0.5-2 % годового объема стока. Ручей Алиса ежегодно зимой перемерзает.

**Уровенный и стоковый режимы.** Наивысший уровень воды в створе водозабо-

ра составляет 381.44 м БС, в створе выпуска – 237.98 м БС. Максимальные расходы воды выходят на пойму слоем 0.2-0.5 м. При этом пойма заливается на ширину не более 10-15 м.

Норма стока ручья Алиса в проектном створе водозабора составляет 30.1 л/с, в створе выпуска – 112 л/с. Максимальные расходы воды в половодье меньше максимальных расходов воды паводков. Максимальные расходы воды паводков в створе водозабора  $Q(1\%) = 6.62 \text{ м}^3/\text{с}$ , в створе выпуска  $Q(1\%) = 18.8 \text{ м}^3/\text{с}$ . Минимальный летний расход воды 80 % обеспеченности в проектном створе водозабора  $Q_{\min} = 0.009 \text{ м}^3/\text{с}$ .

**Ледовый режим.** Зимой ручей Алиса всегда перемерзает на 3-6 месяцев. Продолжительность ледостава составляет в среднем 230-260 дней.

### 3. Гидрометеорологический мониторинг

Как уже отмечалось, и в климатическом и в гидрологическом отношении территория месторождения «Клен» практически не изучена. Наряду с этим эксплуатация месторождения определяет необходимость как в данных текущих наблюдений, так и в данных по климатическому и гидрологическому режиму. В связи с этим обстоятельством необходима организация поста метеорологических наблюдений на время строительства и эксплуатации объекта. Аналогичным образом к началу строительства необходимо организовать гидрометрические посты наблюдений на ручьях Клен и Алиса, которые будут обеспечивать получение регулярной информации о гидрологических условиях в период обустройства месторождения и его эксплуатации. Программу гидрометеорологических наблюдений на временных постах необходимо увязать с программой системы локального экологического мониторинга, разработка которого намечена в рамках проектных работ.

В рамках инженерно-гидрометеорологических изысканий выполнено исследование климатического и гидрологического режима территории месторождения «Клен», по ре-

зультатам которого описаны климатические условия исследуемой территории и ее гидрологический режим, приведены соответствующие количественные характеристики. Установлена необходимость организации временных постов метеорологических и гидрологических наблюдений, программа которых должна быть увязана с программой локального экологического мониторинга.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 2. Часть. 2. Гидрологические наблюдения на постах. – Л.: Гидрометеоздат, 1975. – 264 с.
2. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Сер. 3. Многолетние данные. Части 1-6. Вып. 33. Магаданская область, Чукотский автономный округ. – Л.: Гидрометеоздат, 1990. – 487 с.
3. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. – Л., Гидрометеоздат, 1984. – 448 с.
4. СНиП 11-02-96. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. – М.: Минстрой России, 1997. – 44 с.
5. СНиП 2.01.07-85\*. Нагрузки и воздействия. – М.: Госстрой СССР, 1987. – 67 с.
6. СНиП 23-01-99\*. Строительная климатология. – М.: Стройиздат, 2003. – 70 с.
7. СП 11-103-97. Инженерно-гидрометеорологические изыскания для строительства. – М.: Госстрой России, 1997. – 62 с.
8. СП 33-101-2003. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. – М., Госстрой России: 2004. – 86 с.