

УДК 550.311;551.58

**О СОВРЕМЕННОЙ ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ ПОТОКОВ
ЯВНОГО И СКРЫТОГО ТЕПЛА В РАЗЛИЧНЫХ РАЙОНАХ
СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ**

Канд. геогр. наук Г.С. Ахметова

Рассматривается пространственно-временное распределение отдельных составляющих теплового баланса земной поверхности в течение почти полувекового периода времени. Устанавливается, что в течение этого времени в различных частях Северного полушария наблюдается четко выраженная тенденция в изменении потоков явного и скрытого тепла. В январе 2005 года в различных частях земного шара значения указанных характеристик теплового баланса во много раз превысили среднемноголетние величины.

Наша жизнь во многом зависит от состояния окружающей среды: от ее средних условий и от ее изменчивости. Обработка данных многолетних инструментальных измерений и визуальных наблюдений различных характеристик природной среды (гидрометеорологических параметров, показателей химического состава атмосферы, температуры воды поверхностных и глубинных слоев океана и др.) объективно указывает на то, что происходит постепенное изменение условий, в которых живет человечество. Но ряд катастрофических событий конца прошлого года и нынешнего 2005 г. наводит на мысль, что в этот период произошел какой-то энергетический скачок в природных процессах. В качестве примера можно привести следующие самые крупные стихийные явления за этот промежуток времени. Землетрясение силой 9,3 балла по шкале Рихтера в Индийском океане недалеко от индонезийского острова Суматра и вызванное им цунами 26 декабря 2004 года нанесли небывалое бедствие с большими человеческими жертвами в прибрежных районах и островах юго-восточной Азии. Очень высокие температуры воздуха и небывалые лесные пожары в Испании, Франции и Португалии, а также проливные дожди и наводнения в ряде государств Европы и юго-восточной Азии принесли большой экономический ущерб. И наконец, ураганы и тайфуны в конце лета и осенью 2005 г., которые прошли по территории южных районов США и юго-

восточной Азии, затопили ряд городов, вызвав многочисленные человеческие жертвы и подорвали экономику этих районов.

Для изучения указанного выше энергетического скачка рассмотрим количественные характеристики прихода и расхода тепла на земной поверхности Северного полушария для зимнего (января) и летнего (июня) месяцев за приблизительно полувековой промежуток времени (с 1948 г. по 2005 г.)

При теплбалансовых исследованиях рассматривают физические процессы теплообмена, связь между которыми можно представить уравнением теплового баланса подстилающей поверхности. Оно имеет следующий вид:

$$R + LE + P + A + B + M + N + F = 0, \quad (1),$$

где R – радиационный баланс подстилающей поверхности, характеризующий ту часть лучистой энергии, которая приобретается или теряется за определенный промежуток времени; LE – турбулентный поток скрытого тепла, связанный с фазовыми преобразованиями воды; E – турбулентный поток влаги, L – скрытая теплота испарения ($L = 2256$ кДж/кг); P – турбулентный поток явного тепла между земной поверхностью и атмосферой; A – поток тепла между подстилающей поверхностью и нижележащими слоями почвы или воды; B – затрата тепла на таяние снега и льда; M – тепло, переносимое осадками; N – тепло, связанное с диссипацией кинетической энергии при трении воздуха о подстилающую поверхность; F – биологический теплообмен, связанный с преобразованием радиационной энергии в химическую в процессе фотосинтеза и выделением тепла при окислении биомассы [4]. Четыре последних члена в левой части уравнения (1) малы в сравнении с остальными слагаемыми. Поэтому будем рассматривать следующее выражение уравнения теплового баланса:

$$R + LE + P + A = 0. \quad (2),$$

В этой работе были использованы данные по пространственному распределению следующих составляющих уравнения теплового баланса (LE , P) Национальных центров по прогнозированию состояния окружающей среды США совместно с Национальным центром атмосферных исследований NCEP/NCAR для всего Северного полушария. Среднемесячные величины указанных потоков, рассчитанных по атмосферным моделям с усвоением разнообразных данных наблюдений и представленных на регулярных сетках за указанный полувековой промежуток времени располагаются на сайте: <http://www.cdc.noaa.gov>.

Для характеристики изменения во времени максимальных и минимальных притоков скрытого тепла в атмосферу от подстилающей поверх-

ности по всему Северному полушарию в январе месяце на рисунках 1, 2 приведены графики многолетнего хода указанных величин.

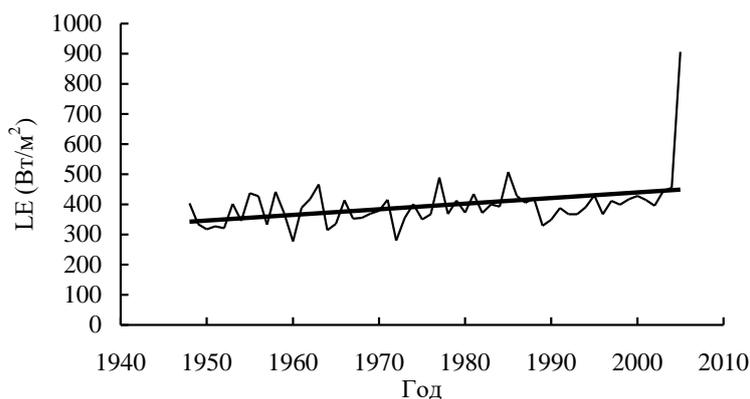


Рисунок 1 – Многолетний ход максимального потока скрытого тепла от подстилающей поверхности Северного полушария в январе.

На климатических картах значений тепла, затрачиваемых на испарение, районы с наибольшими величинами указанной характеристики находятся в западных районах Тихого и Атлантического океанов у берегов Азии и Северной Америки со среднемноголетними значениями равными 337 Вт/м^2 и 333 Вт/м^2 соответственно. Большие затраты на испарение в этом районе объясняются высокой температурой поверхности океана и частыми процессами вторжения относительно холодных сухих масс воздуха с северо-запада. При этом усиливается турбулентный обмен и увеличивается вертикальный градиент массовой доли водяного пара. Как видно на рисунке 1, за период с 1948 г. происходило постепенное увеличение максимальных притоков скрытого тепла в атмосферу. Причем эта характеристика теплового баланса подстилающей поверхности в среднем за рассматриваемый период изменялась на $18...19 \text{ Вт/м}^2$ каждые 10 лет. В январе 2005 года произошел резкий скачок в максимальных значениях затрат тепла на испарение. При этом значение этой величины подскочило до значения 906 Вт/м^2 , что почти в 2,7 раза превысило многолетнюю среднюю величину в этом месяце. Оно было зафиксировано на тихоокеанском побережье Евразии (на побережье Желтого моря северо-востока Китая). На карте распределения потоков скрытого тепла для января 2005 года видны области со значительно отличающимися от среднемноголетних значений этой составляющей теплового баланса диаметром до $200...300 \text{ км}$ в различных частях Северного полушария. Эти области находились в районах Средиземноморья, на берегу Черного, Балтийского и Карибского морей, на юге и юго-западе Скандинав-

ского полуострова, вдоль Тихоокеанского побережья Северной Америки и Азии, на восточном побережье Северной Америки и в районе Гудзонова залива. Над водной поверхностью западных районов Тихого океана у берегов Азии и Атлантического океана возле Северной Америки в январе 2005 года значения величин турбулентных потоков скрытого тепла были выше среднееголетних значений и составили 400...450 Вт/м² и 350...400 Вт/м² соответственно. В 2004 г. максимальные затраты на испарение в январе составили 445 Вт/м². Нужно отметить, что в январе 2005 года на карте распределения потоков скрытого тепла от подстилающей поверхности в прибрежных районах Северной Америки и Евразии, омываемых водами Тихого океана, отмечаются замкнутые области со значениями LE во много раз выше климатических значений. На карте многолетних средних величин затрат тепла на испарение в январе минимальные значения наблюдаются в высоких широтах рассматриваемого полушария. Причем эти величины имеют отрицательный знак и указывают на то, что в этих местах в среднем за указанный месяц наблюдаются процессы конденсации водяного пара с выделением скрытой теплоты парообразования. Как видно на рисунке 2, величины минимального потока скрытого тепла от подстилающей поверхности Северного полушария в это время года почти за всю вторую половину 20-ого века и начало 21-ого века имели отрицательный знак и колебались около среднего значения, равного -27 Вт/м².

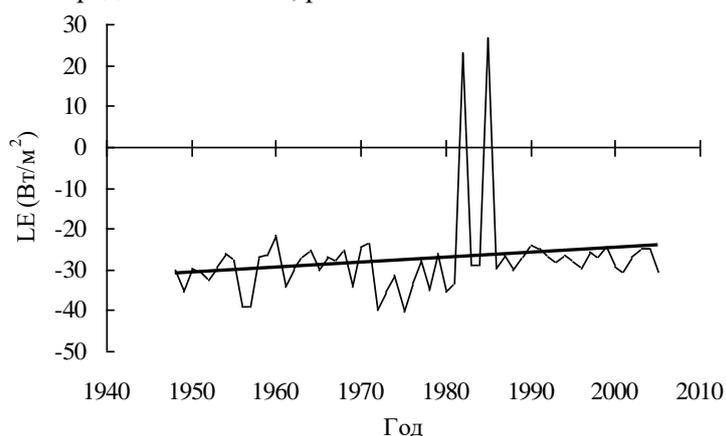


Рисунок 2 – Многолетний ход минимального потока скрытого тепла от подстилающей поверхности Северного полушария в январе.

Только в 1982 г. и в 1985 г. над всем Северным полушарием происходили процессы испарения влаги с подстилающей поверхности и минимальные значения турбулентных притоков скрытого тепла в атмосферу были соот-

ветственно равны 22 Вт/м^2 и 26 Вт/м^2 . Существенного изменения этой характеристики теплового баланса подстилающей поверхности за указанный промежуток времени не наблюдается. Она практически не изменяется или в среднем за этот многолетний период времени по абсолютной величине уменьшается приблизительно на 1 Вт/м^2 за 10 лет.

На рисунке 3, 4 приведены графики многолетнего хода максимальных и минимальных притоков скрытого тепла в атмосферу в июне. Как видно на рисунке 3, происходит увеличение притоков скрытого тепла в атмосферу в областях с максимальными затратами на испарение. Такая область на климатической карте для рассматриваемой характеристики теплового баланса подстилающей поверхности находится над Аравийским морем со среднемноголетним значением указанного теплового потока, достигающего до 299 Вт/м^2 . При этом величина затраты тепла на испарение в этом районе увеличивается приблизительно на 6 Вт/м^2 за каждые 10 лет.

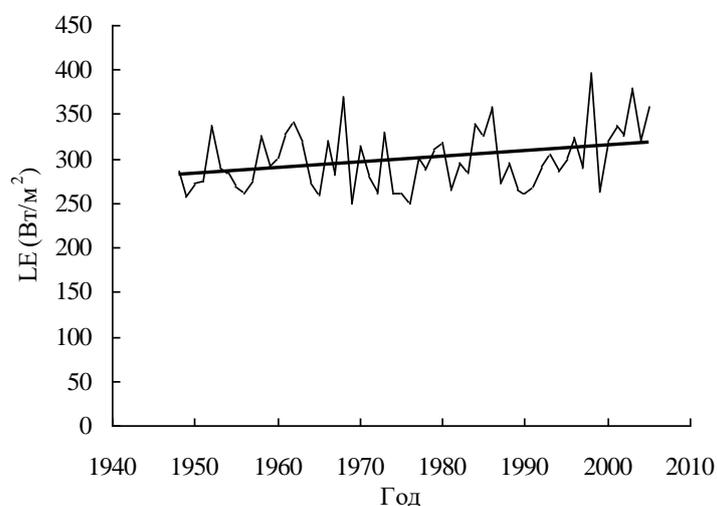


Рисунок 3 – Многолетний ход максимального потока скрытого тепла от подстилающей поверхности Северного полушария в июне.

Минимальные же значения для всего Северного полушария, имея отрицательный знак (то есть, имеет место конденсация водяного пара с выделением скрытой теплоты парообразования), наблюдаются в умеренных широтах на западе Тихого и Атлантического океанов у берегов Азии и Северной Америки. При этом среднемноголетние значения минимальных потоков скрытого тепла в июне опускается до минус 32 Вт/м^2 . Как видно на рисунке 4, тренд многолетнего хода этой характеристики теплового баланса подстилающей поверхности практически равен 0.

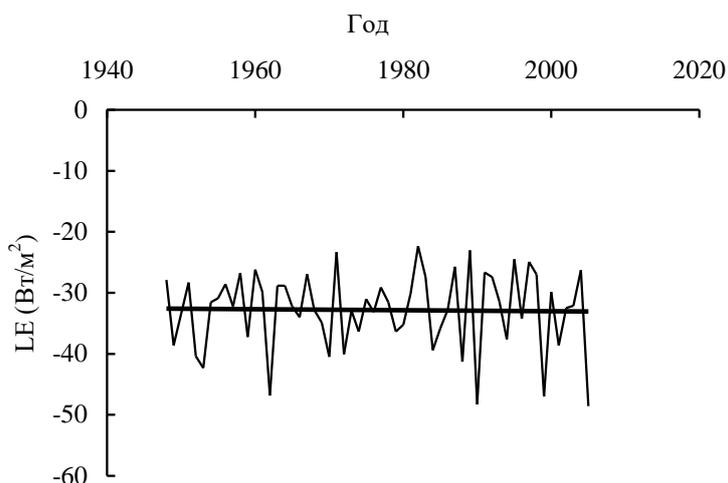


Рисунок 4 – Многолетний ход минимального потока скрытого тепла от подстилающей поверхности Северного полушария в июне.

Другой важной составляющей притока тепла в атмосферу является турбулентный поток явного тепла от подстилающей поверхности. На карте среднееголетних значений турбулентных потоков ощутимого тепла для зимнего месяца (января), как и для средних значений затрат тепла на испарение, наибольшие значения для всего Северного полушария наблюдаются в западных районах Тихого и Атлантического океанов у берегов Азии и Северной Америки. В этих районах указанные энергетические характеристики теплового баланса подстилающей поверхности составляют 276 Вт/м^2 и 273 Вт/м^2 соответственно. На рисунке 5, 6 приведены графики многолетнего хода максимальных и минимальных значений потоков ощутимого тепла от подстилающей поверхности в январе для всего Северного полушария. Как видно на рисунке 5, происходит постепенное уменьшение турбулентного притока явного тепла в атмосферу в указанных районах. При этом в среднем за полувековой период времени турбулентный поток тепла от подстилающей поверхности уменьшался примерно на 16 Вт/м^2 за каждые 10 лет. На карте потоков турбулентный поток тепла для января 2005 года, как и на карте потоков скрытого тепла, четко выделяются районы, где указанные величины значительно отличаются от климатических значений. В этих районах выделяются замкнутые области повышенных значений указанной составляющей теплового баланса.

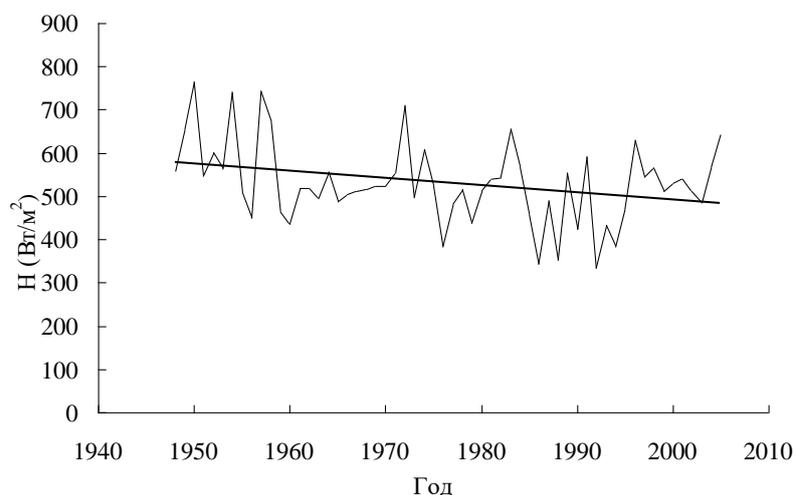


Рисунок 5 – Многолетний ход максимального потока ощутимого тепла от подстилающей поверхности Северного полушария в январе.

Наименьшие среднемноголетние значения турбулентного притока ощутимого тепла в атмосферу в январе на территории Северного полушария наблюдаются в северо-западных районах Северной Америки и Евразии и в западных районах о. Гренландии. Здесь эти значения имеют отрицательный знак, что указывает на то, что турбулентный поток явного тепла направлен к земной поверхности. Как видно на рисунке 6, происходит постепенное увеличение абсолютных величин минимальных притоков ощутимого тепла в атмосферу, то есть усиливается приток явного тепла к подстилающей поверхности. При этом за каждые 10 лет в среднем за период с 1948 г. по 2005 г. турбулентный приток ощутимого тепла к земной поверхности увеличивается приблизительно на 14 Вт/м^2 , а среднемноголетняя величина указанной энергетической характеристики равнялась минус 153 Вт/м^2 .

В летнем месяце (июне) в среднем за период с 1948 г. по 2005 г. наблюдается следующая картина распределения турбулентных потоков явного тепла по всему Северному полушарию: максимальные значения наблюдаются над тропическими пустынями, а наименьшие значения с отрицательным знаком в умеренных широтах на западе Тихого и Атлантического океанов у берегов Азии и Северной Америки.

На рисунках 7, 8 приведены графики многолетнего хода максимальных и минимальных значений притоков ощутимого тепла в атмосферу для Северного полушария в июне. Как видно на рисунке 7, максимальные значения не имеют четко выраженной тенденции изменения указанной характе-

ристики теплового баланса. При этом среднеголетняя величина максимальных значений этой энергетической характеристики составила 201 Вт/м^2 . Минимальные отрицательные значения (см. рисунок 8) имеют четко выраженную тенденцию к увеличению по абсолютной величине в течение периода с 1948 по 2005 г. При этом в июне приток явного тепла к подстилающей поверхности увеличивается приблизительно на 14 Вт/м^2 за 10 лет. Средняя величина максимального притока ощутимого тепла к водной поверхности на западе Тихого и Атлантического океанов у берегов континентов в июне составляет 121 Вт/м^2 .

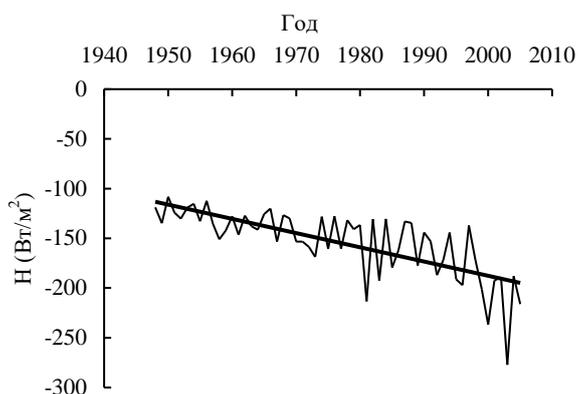


Рисунок 6 – Многолетний ход минимального потока ощутимого тепла от подстилающей поверхности Северного полушария в январе.

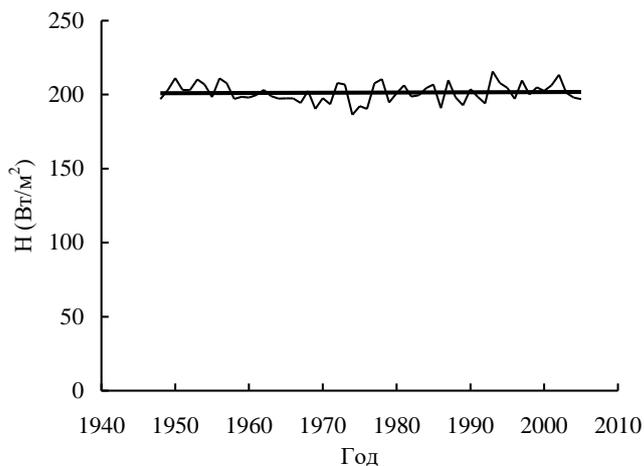


Рисунок 7 – Многолетний ход максимального потока ощутимого тепла от подстилающей поверхности Северного полушария в июне.

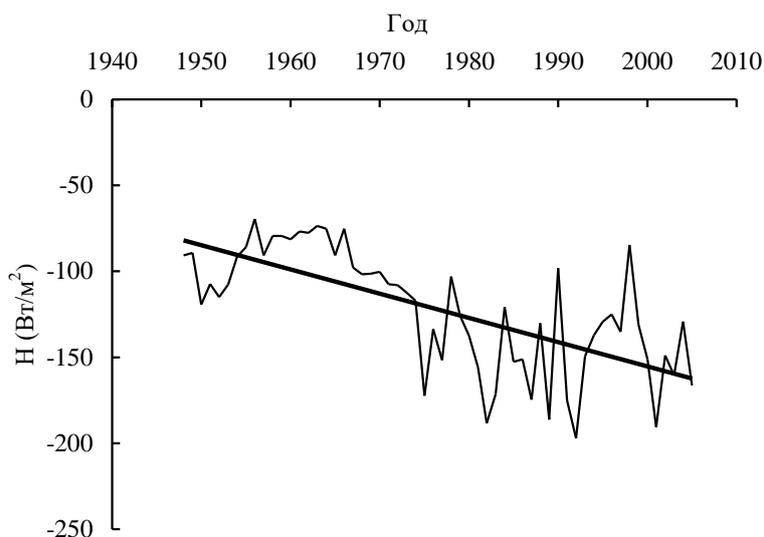


Рисунок 8 – Многолетний ход минимального потока ощутимого тепла от подстилающей поверхности Северного полушария в июне.

На основе вышеприведенного анализа вытекают следующие выводы. В течение последних десятилетий, по крайней мере с конца 40-ых годов 20-ого столетия, происходит постепенное увеличение затрат тепла на испарение как в зимние, так и в летние месяцы в районах, где их величины достигают максимальных значений. Выделение тепла при конденсации водяного пара в эти сезоны года в районах, где их климатические значения достигают наибольших величин, приблизительно остается на одном и том же уровне. Это указывает на то, что с каждым годом увеличивается количество испарившейся влаги в атмосферу и остается на одном и том же уровне количество сконденсированной влаги из атмосферы. В итоге увеличивается влагосодержание атмосферы, а водяной пар является одним из основных парниковых газов в атмосфере.

В зимние месяцы над западными районами Тихого и Атлантического океанов у берегов Азии и Северной Америки наблюдается увеличение затрат тепла на испарение и уменьшение притоков ощутимого тепла в атмосферу. Это происходит при увеличении температуры испаряющей водной поверхности на западе океанов. Другой областью, где температура водной поверхности океанов повышается являются, по-видимому, северо-восточные районы Тихого и Атлантического океанов, откуда воздушные массы, приходя в северо-западные районы Северной Америки и Азии, отдают ощутимое тепло подстилающей поверхности (см. рисунок 6).

Летом же в западных районах Тихого и Атлантического океанов у берегов Северной Америки и Азии потоки ощутимого и скрытого тепла направлены к океанической поверхности. Здесь поток скрытого тепла в течение периода с 1948 по 2005 г. почти не изменялся, а поток ощутимого тепла увеличивался на 14 Вт/м^2 за каждые 10 лет. Значит, с течением времени в указанных районах океанов увеличивается теплосодержание верхних слоев океанов из-за притока тепла с континентов в летние месяцы. Этот фактор является одним из механизмов повышения температуры водной поверхности на западе океанов у берегов Северной Америки и Азии в зимние месяцы. Эти районы являются местами, где часто возникают циклоны [3]. При повышении температуры водной поверхности и усилении гребня тепла вероятность возникновения циклонов в этих районах увеличивается. Возникнув здесь, циклоны чаще всего перемещаются в северо-восточном направлении. А это находится в соответствии с тем, что, как установлено в [1], с конца 19-ого и по настоящее время происходит увеличение повторяемости элементарных циркуляционных механизмов 13 типа, которые характеризуются двумя прорывами южных циклонов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахметова Г.С. Циркуляция атмосферы и климатические условия в Северном полушарии в 20-ом веке – Труды международной научно-практической конференции «Проблемы гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии на рубеже веков» – Алматы, 2002 – С.216-219.
2. Витвицкий Г.Н. Зональность климата Земли – М.: Мысль, 1980. –253 с.
3. Дроздов О.А., Васильев В.А., Кобышева Н.В., Раевский А.Н., Смекалова Л.К., Школьный Е.П. Климатология – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 568 с.

Институт географии

СОЛТҮСТІК ЖАРТЫШАРДЫҢ ӘРТҮРЛІ АЙМАҚТАРЫНДАҒЫ ҚАЗІРГІ КЕЗДЕГІ ТЕНДЕНЦИЯ БОЙЫНША АНЫҚ ЖӘНЕ ЖАСЫРЫН ЖЫЛУДЫҢ ӨЗГЕРТІЛГЕН АҒЫНДАРЫ

Геогр. ғылымд. канд. Г.С. Ахметова

Жарты ғасыр уақыт аралығында (1948 ж. – 2005 ж.) жер беті қабатының кеңістігіндегі уақытша таралған жеке құрамдарындағы жылу балансы қаралады.