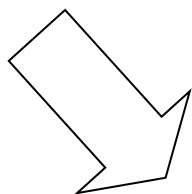
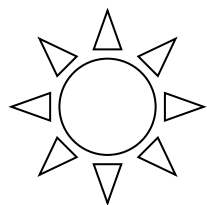
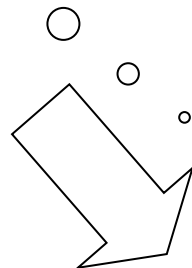


Прямая задача атмосферной оптики



Параметры
атмосферы

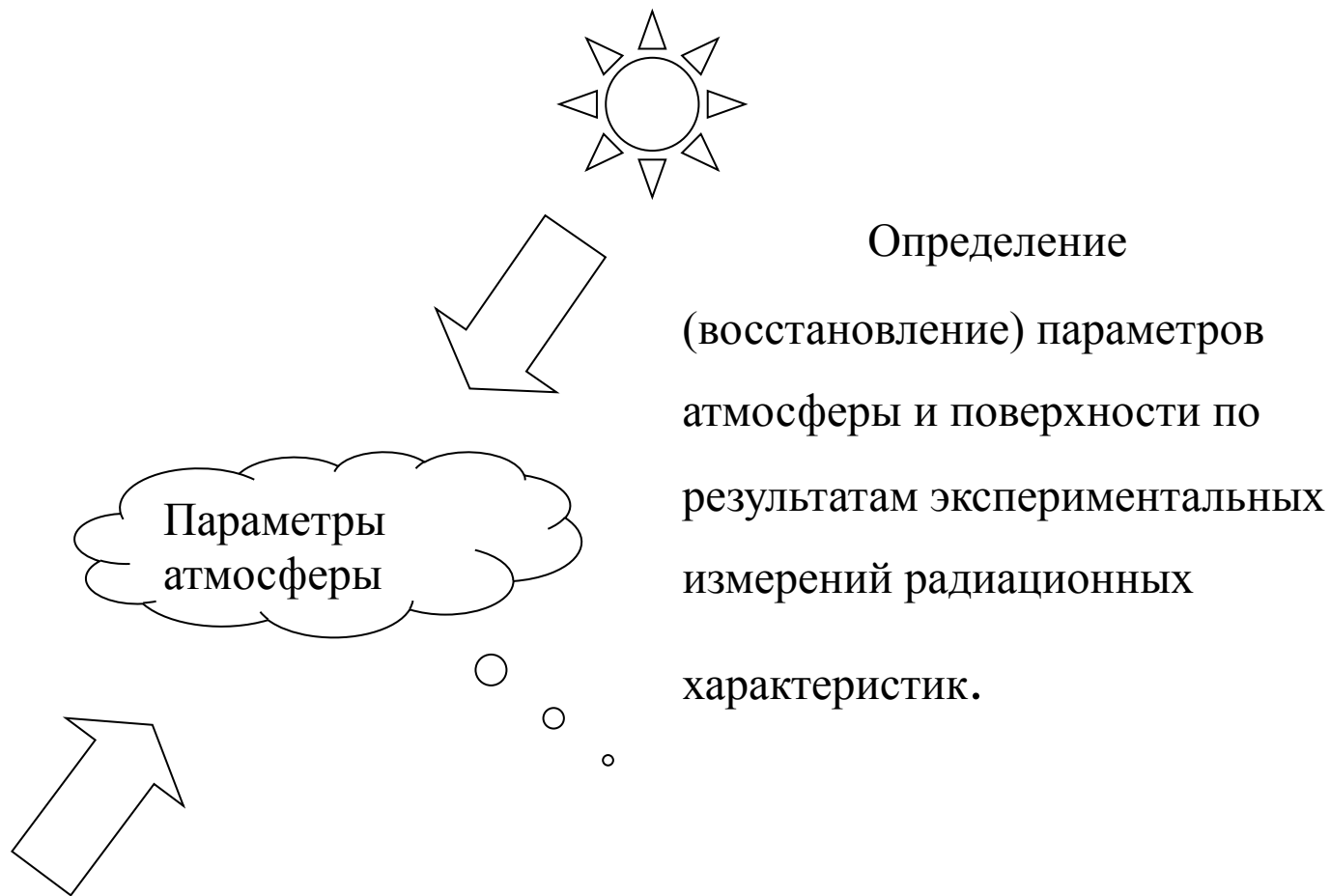


Расчет величин
потоков и интенсивностей
солнечного излучения по
заданным параметрам
атмосферы и поверхности
(математическое
моделирование измерений).

Прогноз



Обратная задача атмосферной оптики



Влияние облачности на величины S и D

$$Q_K = S \cdot \sin h + D$$

При затенении облаком диска Солнца величина уменьшения прямой радиации S зависит от оптической толщины облака

$$\tau = - \ln(S/S_0)^{1/m}.$$

Величина рассеянной радиации D зависит от высоты и балла облачности, ее водности или лёдности, вертикальной и горизонтальной протяженности и однородности облачного слоя.



Влияние облачности на величины S и D

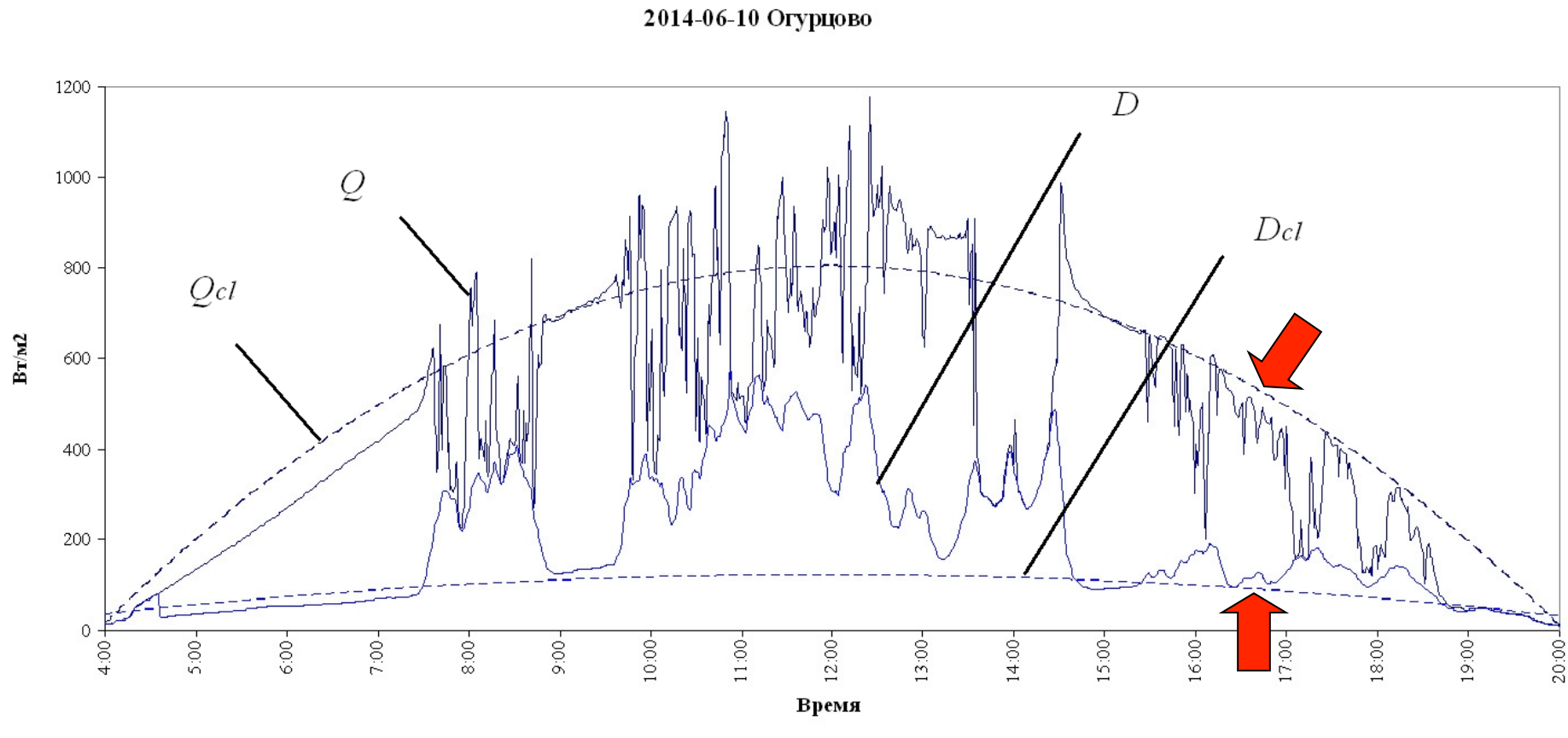


Характерная и обычная особенность – просвечивающие облака.

Слабо уменьшают S' , слабо увеличивают D

Перистые волокнистые *Ci fibr.*

Влияние облачности на величины S и D



Слабо уменьшают S' ,
слабо увеличивают D

Влияние облачности на величины S и D

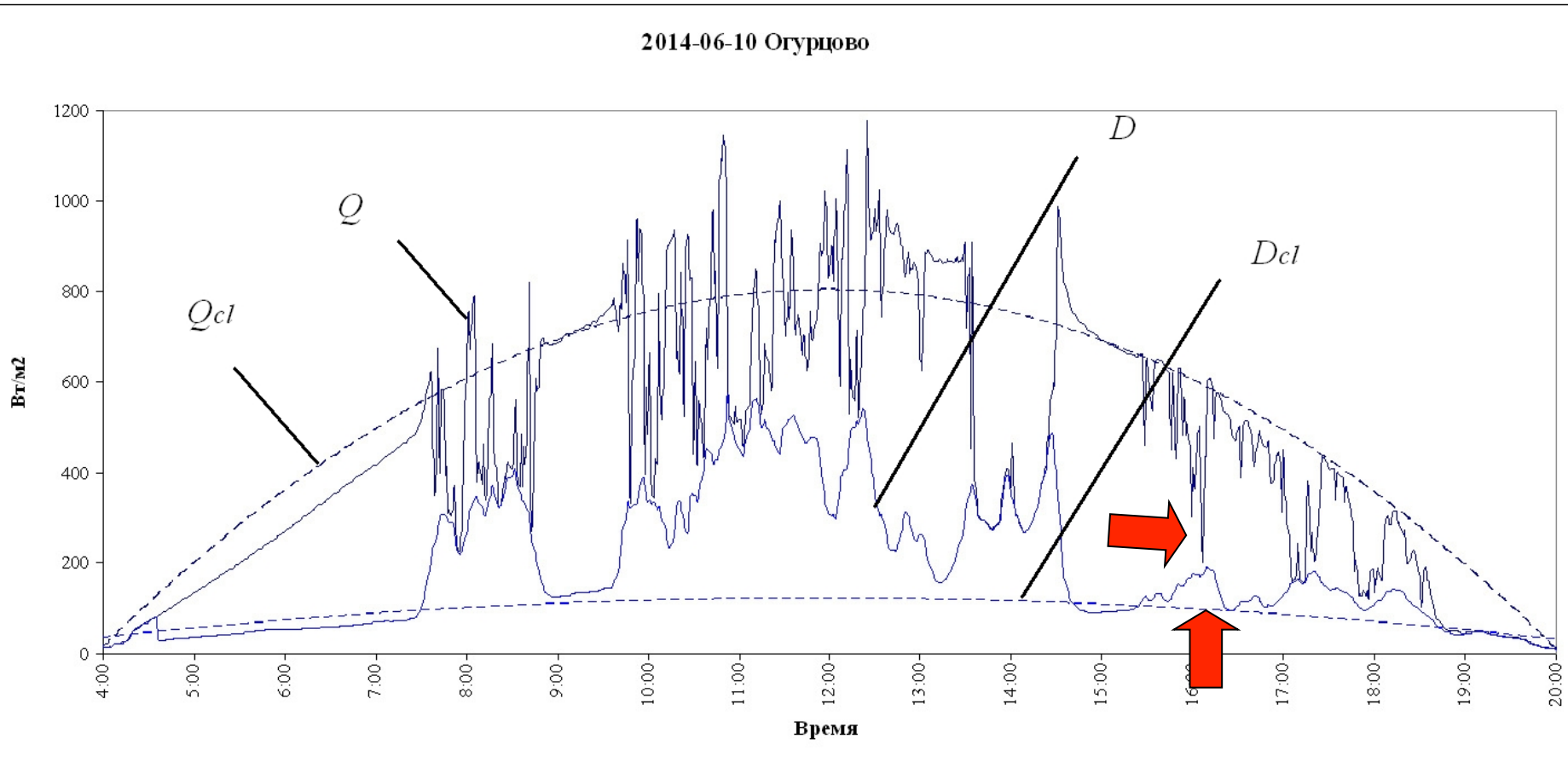


Характерная и обычная особенность – непросвечивающие облака.

Сильно уменьшают S' ,
значительно увеличивают D

Кучевые плоские *Ci hum.*

Влияние облачности на величины S и D



Сильно уменьшают S' ,
значительно увеличивают D

Влияние облачности на величины S и D

Обратная задача – восстановление формы и вида облаков по измеренным значениям прямой S и рассеянной D радиации.

Исследование облаков на просвет и на способность переизлучать солнечную радиацию в коротковолновом диапазоне.



Срочные измерения приходящей коротковолновой радиации



Инструментальные измерения производятся вручную в

определенные сроки: 00.30

06.30

09.30

12.30

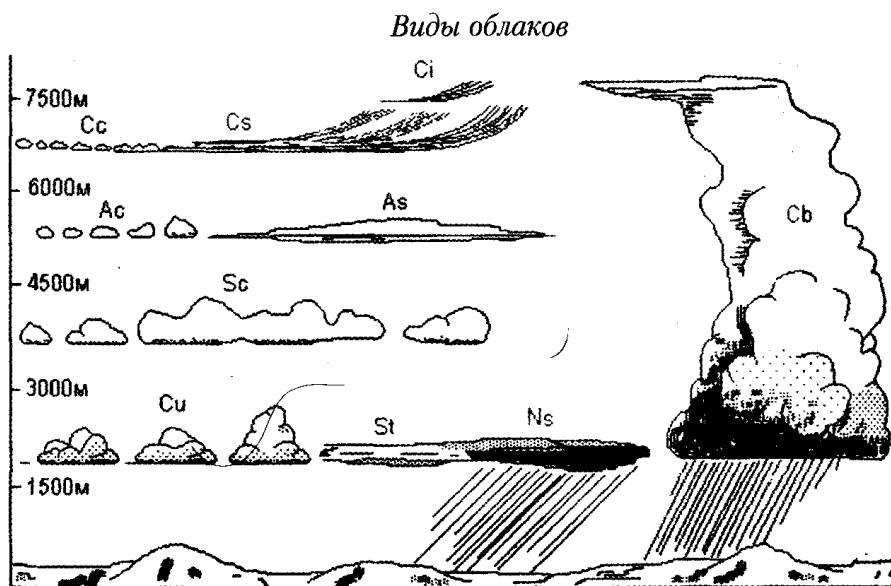
15.30

18.30

по среднему солнечному времени.

Измеряемые параметры: S , D и Q . 10

Срочные определения параметров облачности



Измерения производятся в
определенные (синоптические)

сроки: 00.00

03.00

06.00

09.00

12.00

15.00

18.00

21.00 по единому

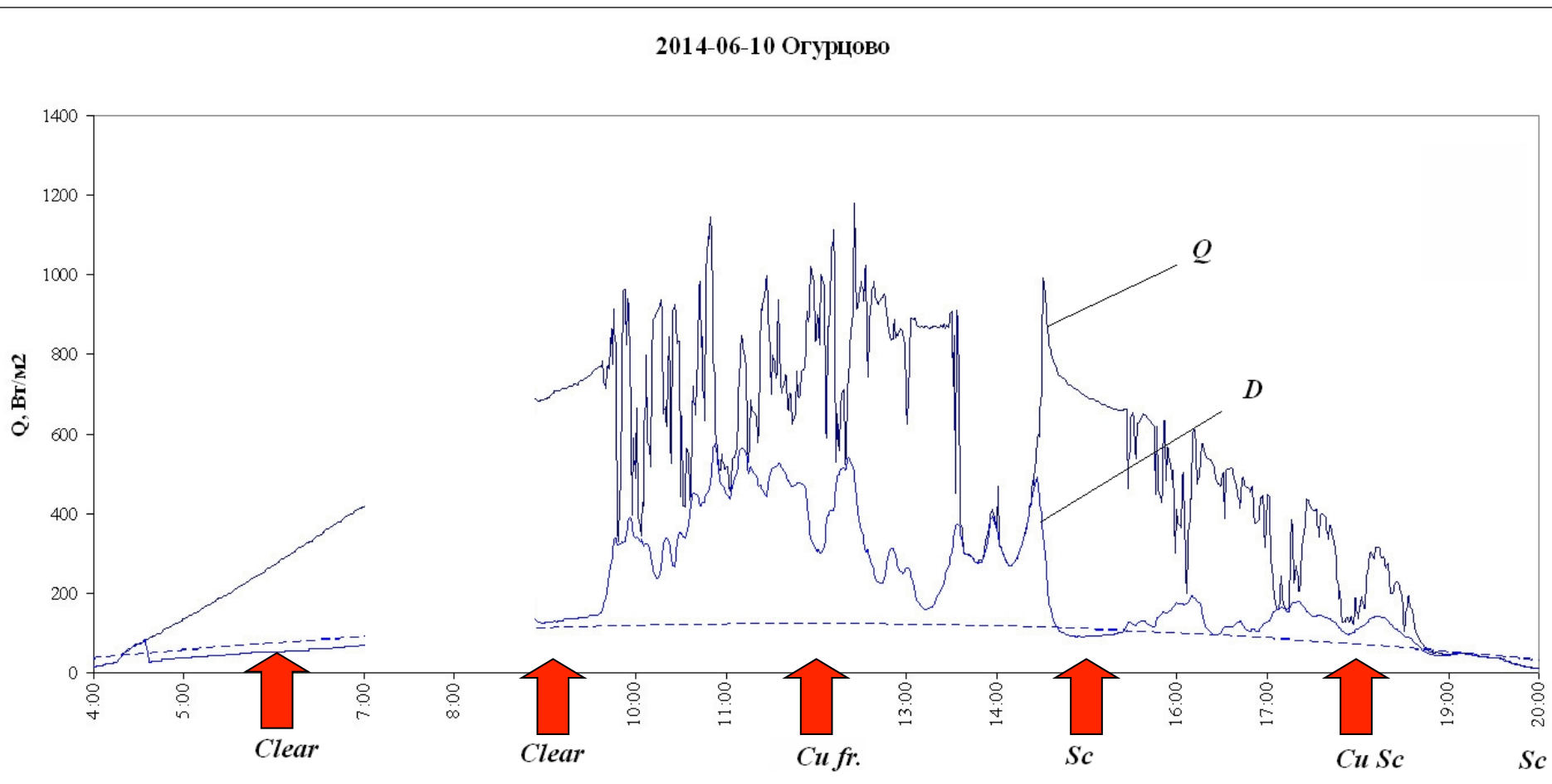
времени.

Определяемые параметры:

N и форма - визуально,

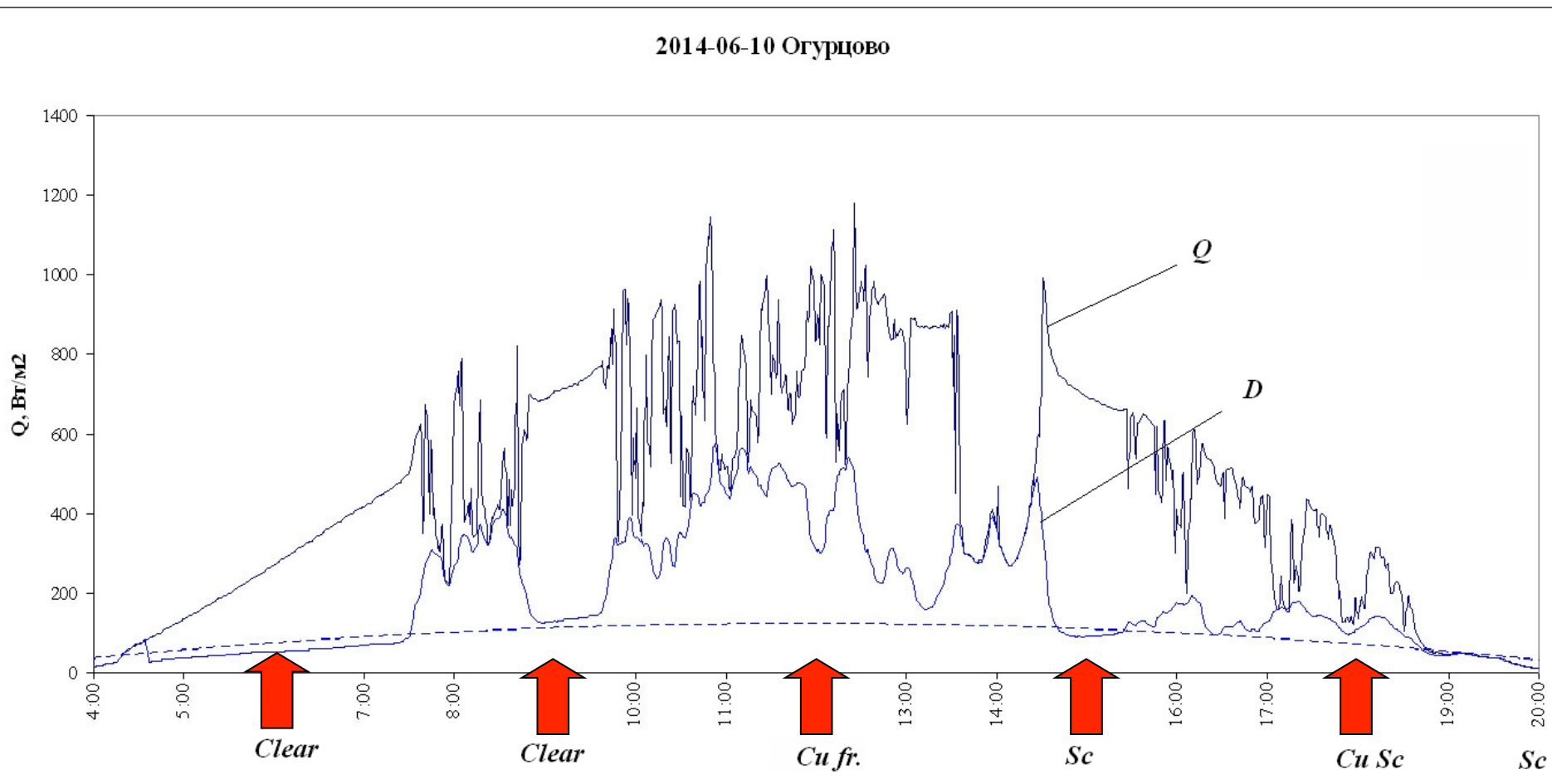
h -визуально или инструментально.

Недостатки срочных измерений



1. Человеческий фактор.
2. Большие интервалы между сроками

Недостатки срочных измерений



1. Человеческий фактор.
2. Большие интервалы между сроками

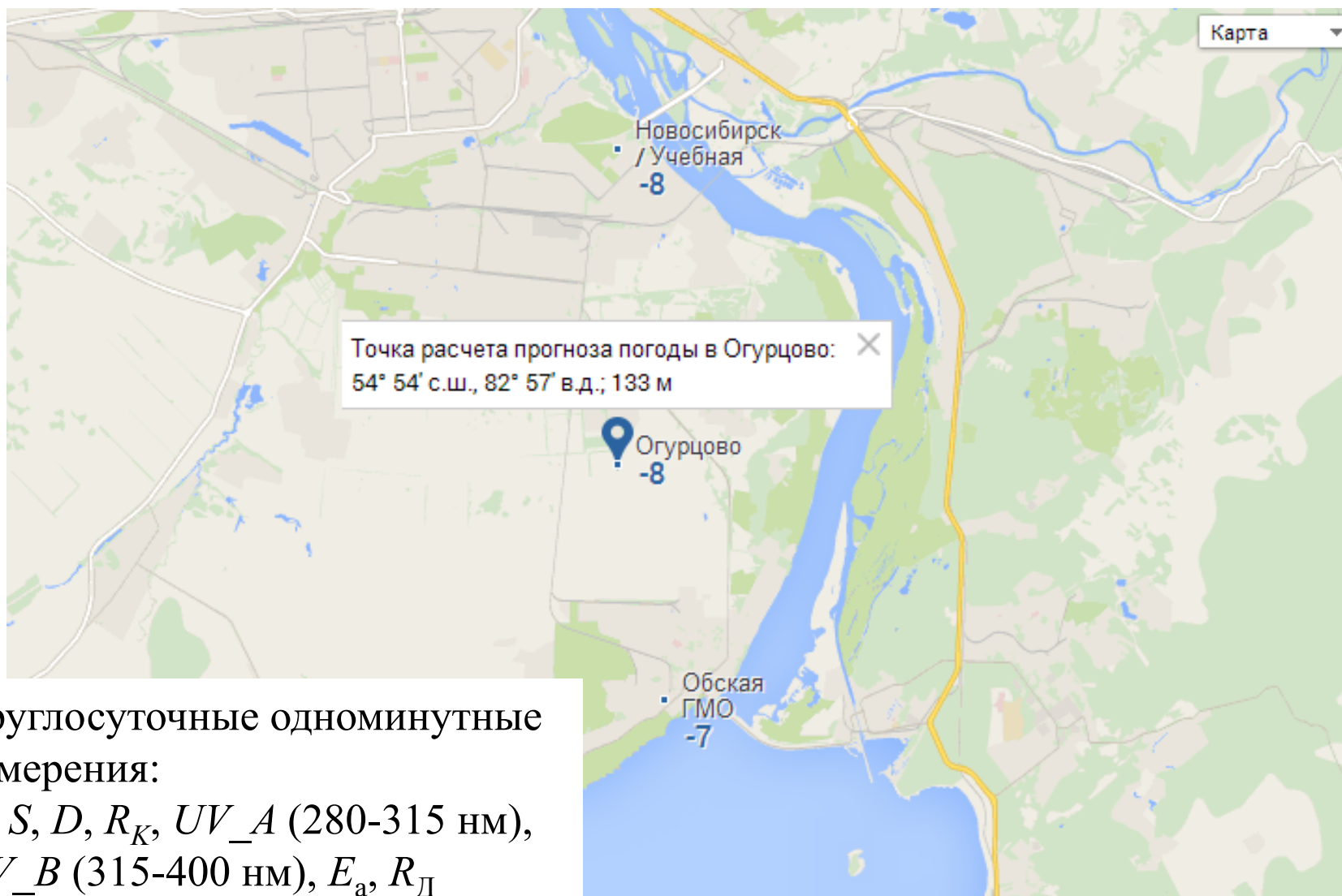
Актинометрический комплекс *BSRN*



*B*aseline
*S*urface
*R*adiation
*N*etwork

World Climate Research Programme

Агрометеорологическая станция А Огурцово



Круглосуточные одномоментные измерения:

Q , S , D , R_K , UV_A (280-315 нм),
 UV_B (315-400 нм), E_a , R_D

Измеритель общего балла облачности "Синева"



Телевизионный измеритель характеристик облачности. Запись изображений всего небосвода круглосуточно каждые 2 мин.

Измеритель общего балла облачности "Синева"



Восстановление формы облачности по актинометрической информации

Параметризация форм облачности

Задача – разделить все формы, виды и разновидности облаков на классы по их воздействию на прямую S и рассеянную D радиацию.



Параметризация форм облачности на основе морфологической классификации

Семейство	Форма
Облака верхнего яруса	I. Перистые (Cirrus, Ci)
	II. Перисто-кучевые (Cirrocumulus, Cc)
	III. Перисто-слоистые (Cirrostratus, Cs)
Облака среднего яруса	IV. Высоко-кучевые (Alto cumulus, Ac)
	V. Высоко-слоистые (Altostratus, As)
Облака нижнего яруса	VI. Слоисто-кучевые (Stratocumulus, Sc)
	VII. Слоистые (Stratus, St)
	VIII. Слоисто-дождевые (Nimbostratus, Ns)
Облака вертикального развития	IX. Кучевые (Cumulus, Cu)
	X. Кучево-дождевые (Cumulonimbus, Cb)

Облака среднего яруса. Высоко-кучевые облака

Просвечивающие *Ac trans.*



Непросвечивающие *Ac op.*



Значительно уменьшают S' ,
сильно увеличивают D

Сильно уменьшают S' ,
значительно увеличивают D

Облака нижнего яруса. Слоисто-кучевые облака

Просвечивающие *Sc trans.*



Значительно уменьшают S' ,
значительно увеличивают D

Непросвечивающие *Sc op.*



Сильно уменьшают S' ,
слабо увеличивают D

Параметризация форм облачности по их влиянию на S'

Классы влияния на S' относительно средних многолетних значений S'_{cl} при ясном небе

$S0:$ $S' \approx S'_{cl}$ - слабо влияют

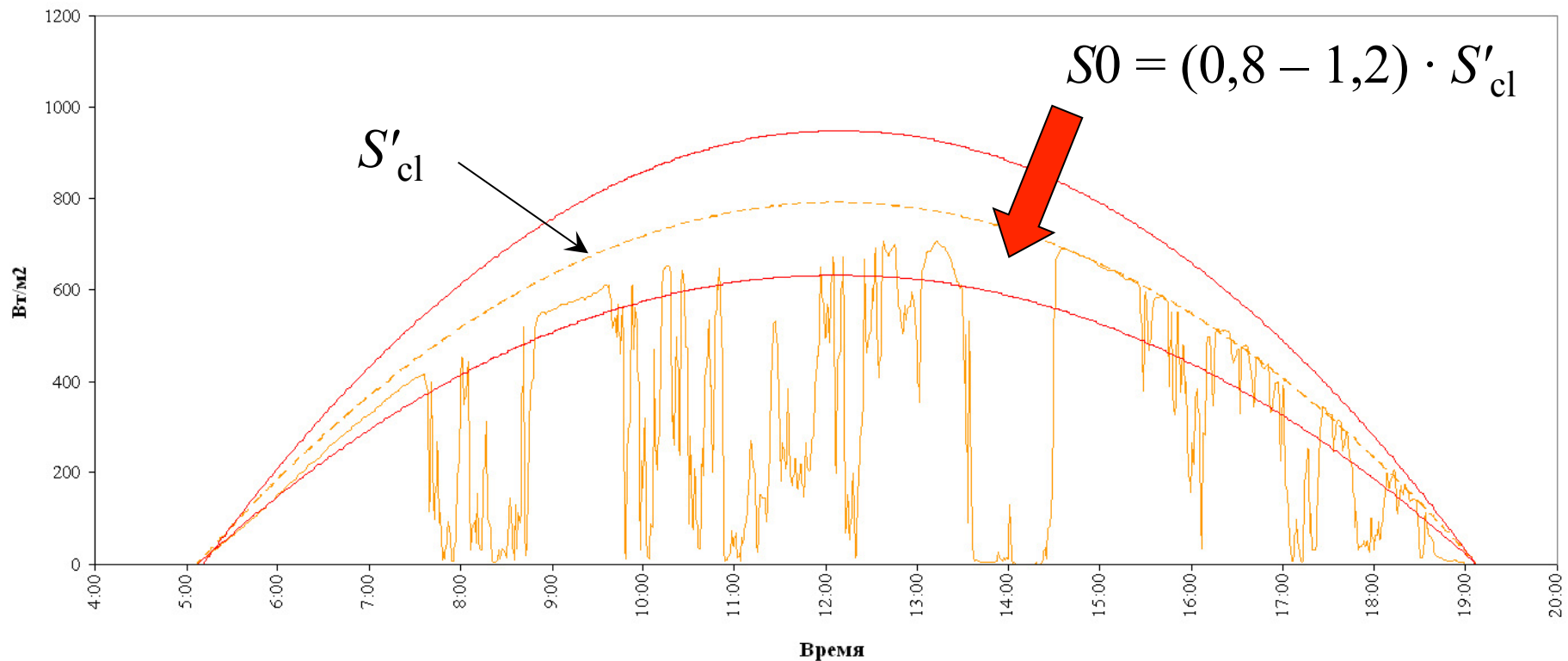
$S1:$ $S' < S'_{cl}$ - значительно уменьшают

$S2:$ $S' \ll S'_{cl}$ - сильно уменьшают



Параметризация форм облачности по их влиянию на S'

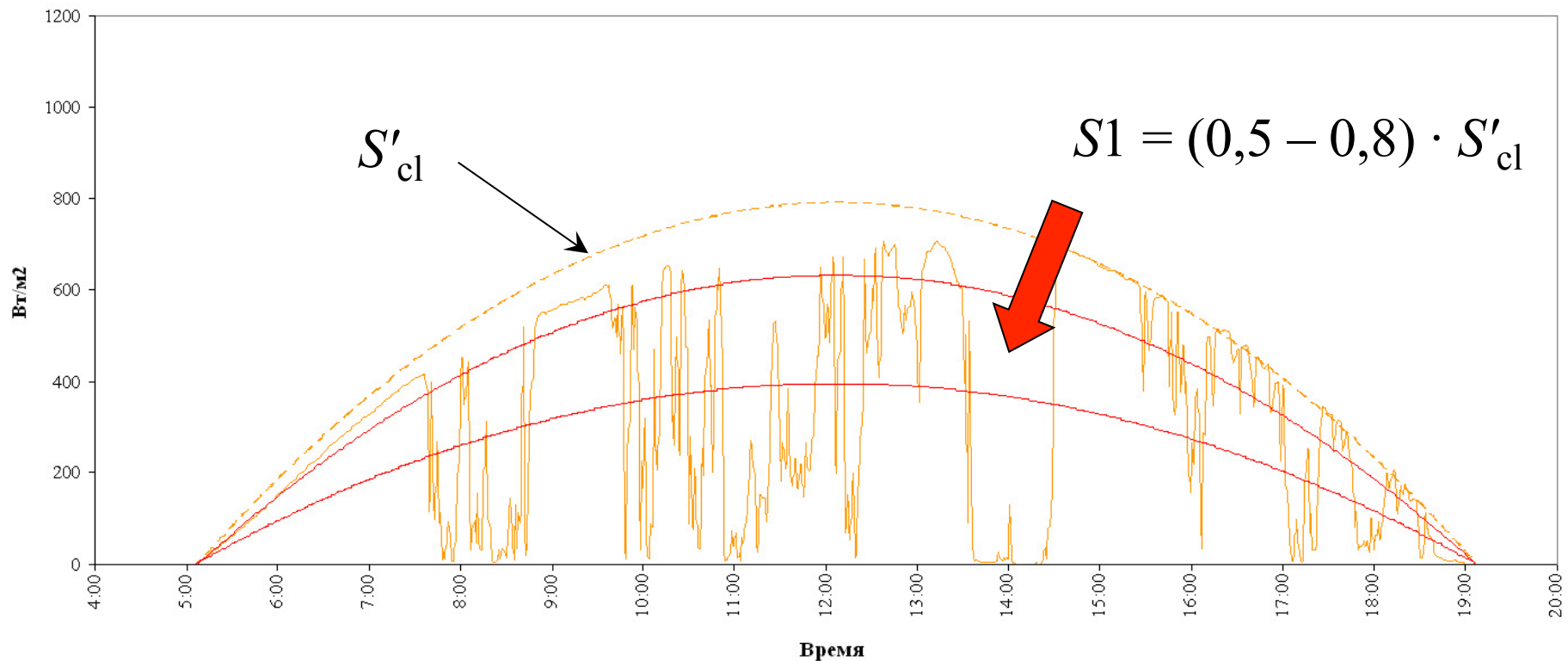
2014-06-10 Огурцово



S_0 – зона слабого уменьшения. Характерна для большинства облаков верхнего яруса

Параметризация форм облачности по их влиянию на S'

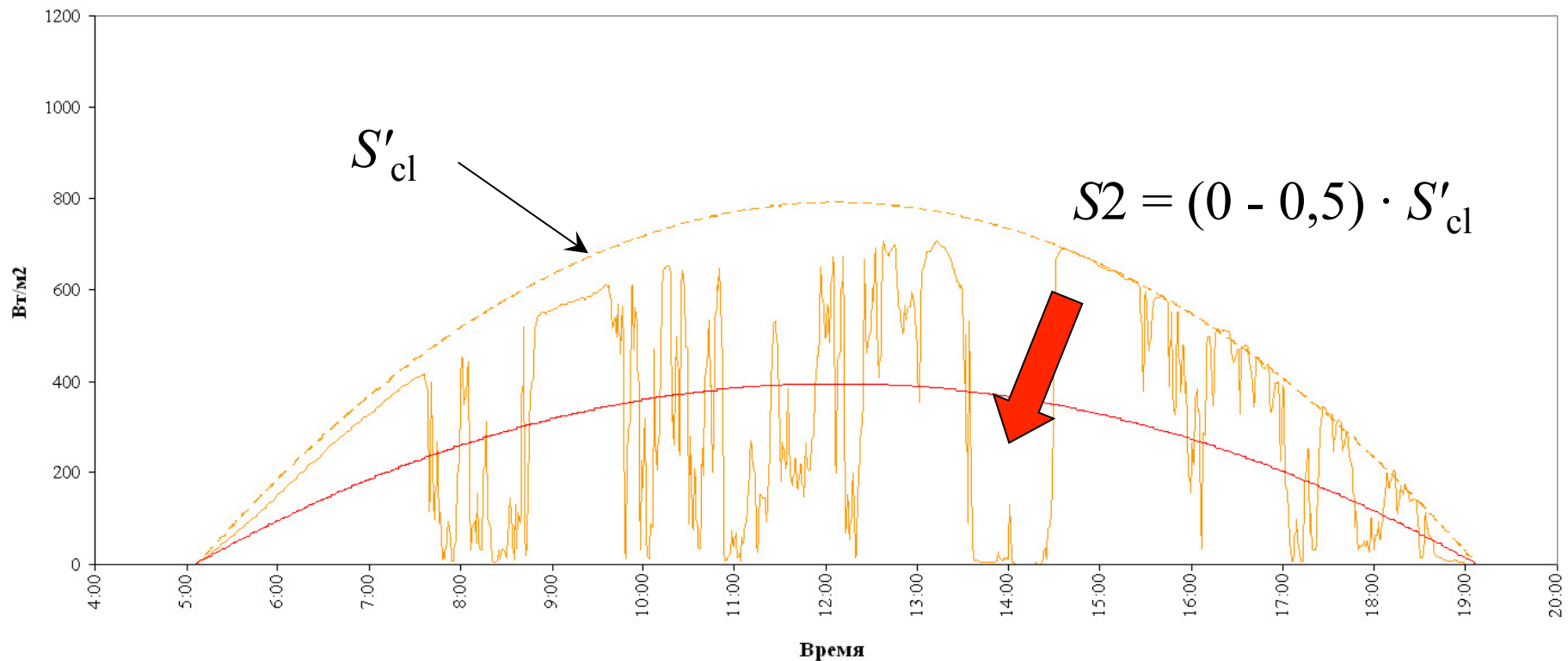
2014-06-10 Огурцово



$S1$ – зона значительного уменьшения. Характерна для большинства облаков среднего яруса 24

Параметризация форм облачности по их влиянию на S'

2014-06-10 Огурцово



$S2$ – зона сильного уменьшения. Характерна для большинства облаков нижнего яруса и вертикального развития

Параметризация форм облачности по их влиянию на D

Классы влияния на D относительно средних многолетних значений D_{cl} при ясном небе

$D0$: $D \approx D_{cl}$ - слабое влияют

$D1$: $D > D_{cl}$ - значительно увеличивают

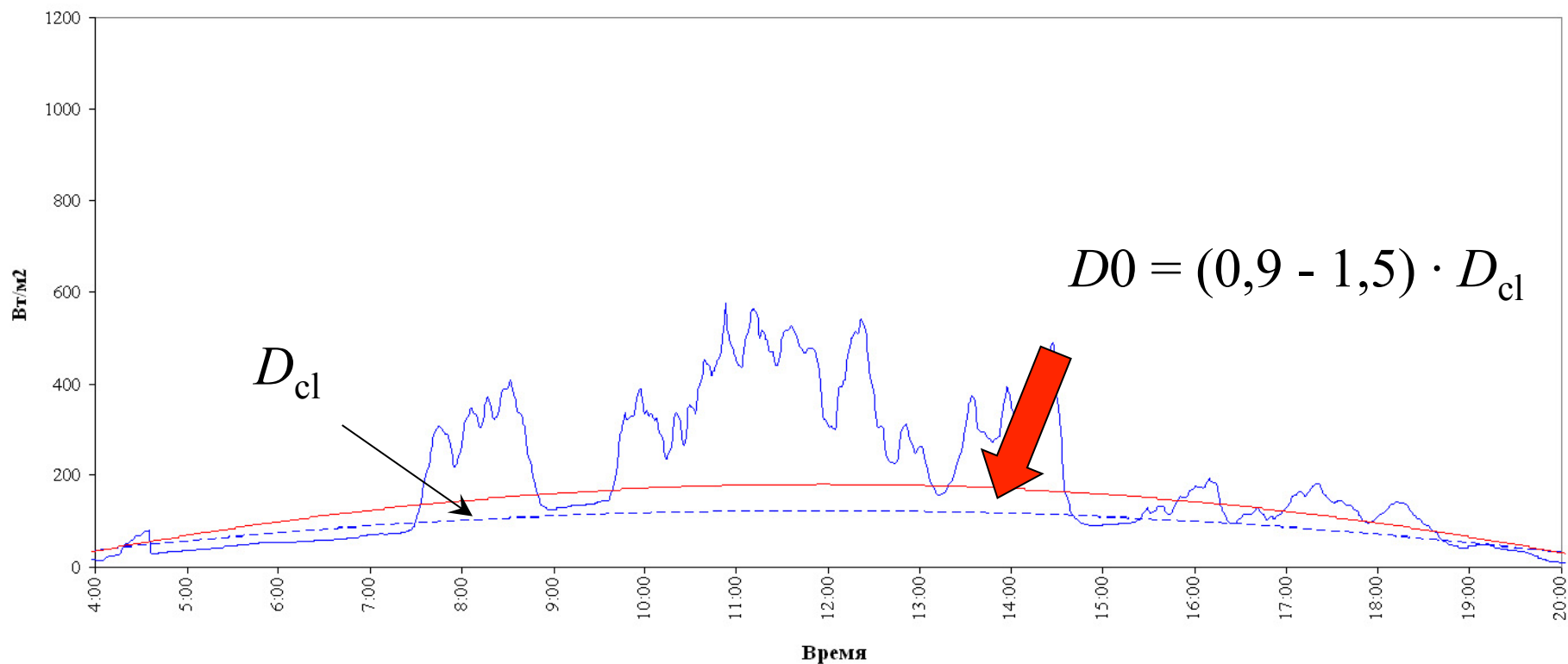
$D2$: $D \gg D_{cl}$ - сильно увеличивают

$D-1$: $D < D_{cl}$ - значительно уменьшают

$D-2$: $D \ll D_{cl}$ - сильно уменьшают

Параметризация форм облачности по их влиянию на D

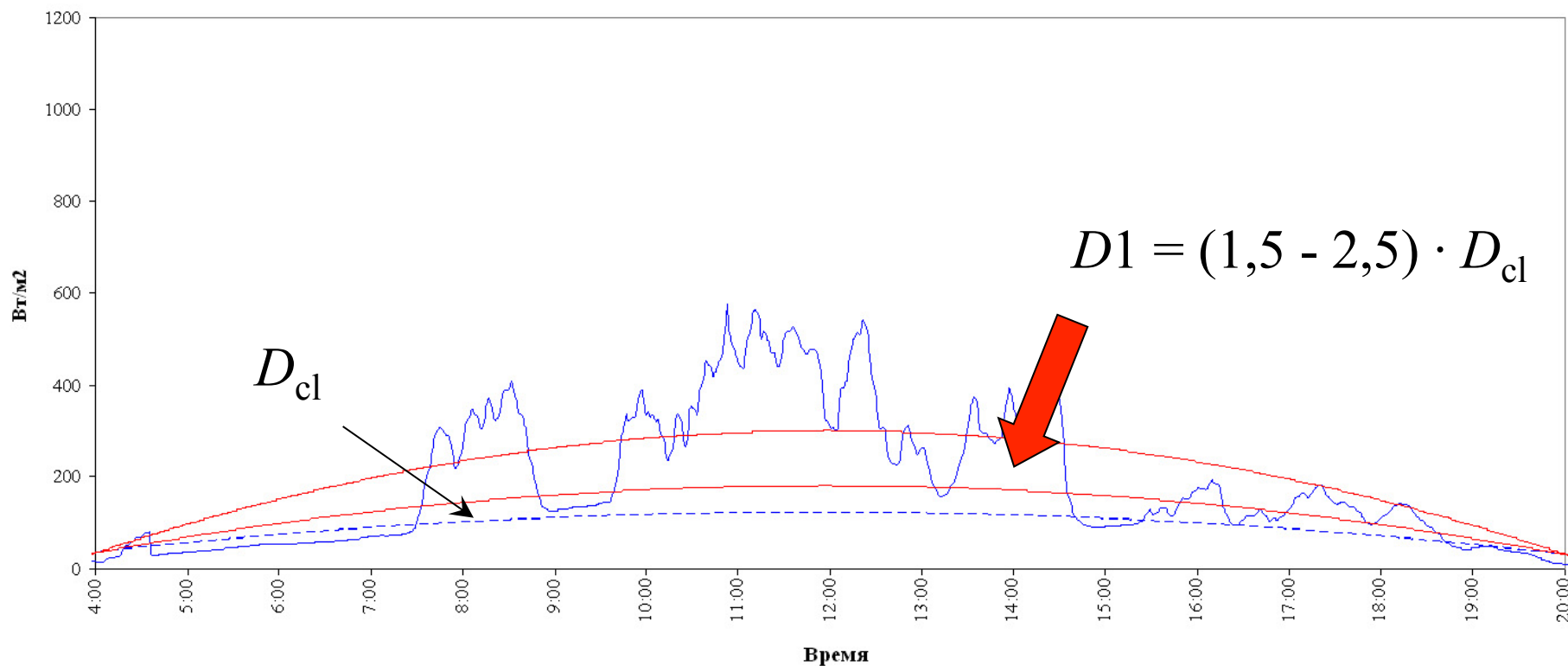
2014-06-10 Огурцово



D_0 – зона слабого влияния. Характерна для большинства облаков верхнего яруса

Параметризация форм облачности по их влиянию на D

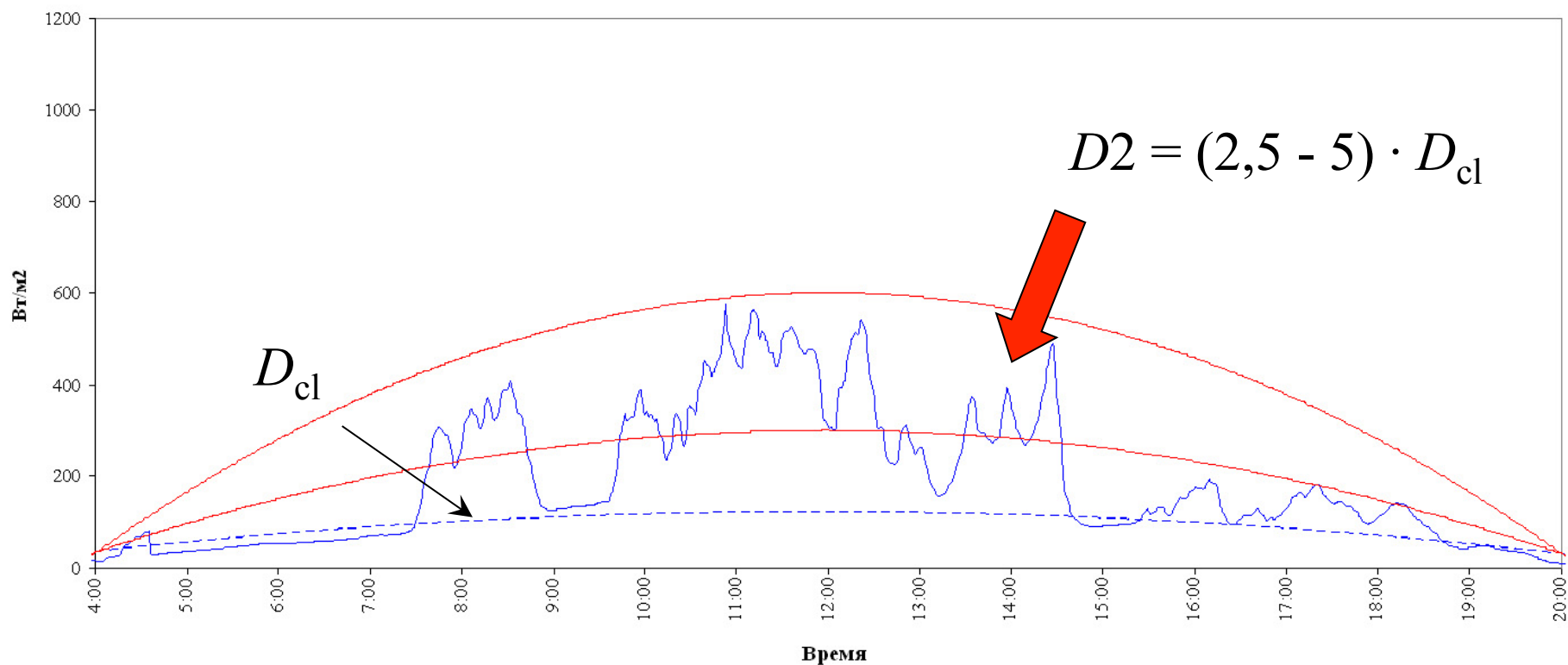
2014-06-10 Огурцово



$D1$ – зона значительного увеличения. Характерна для большинства облаков нижнего яруса и для малого балла кучевой облачности

Параметризация форм облачности по их влиянию на D

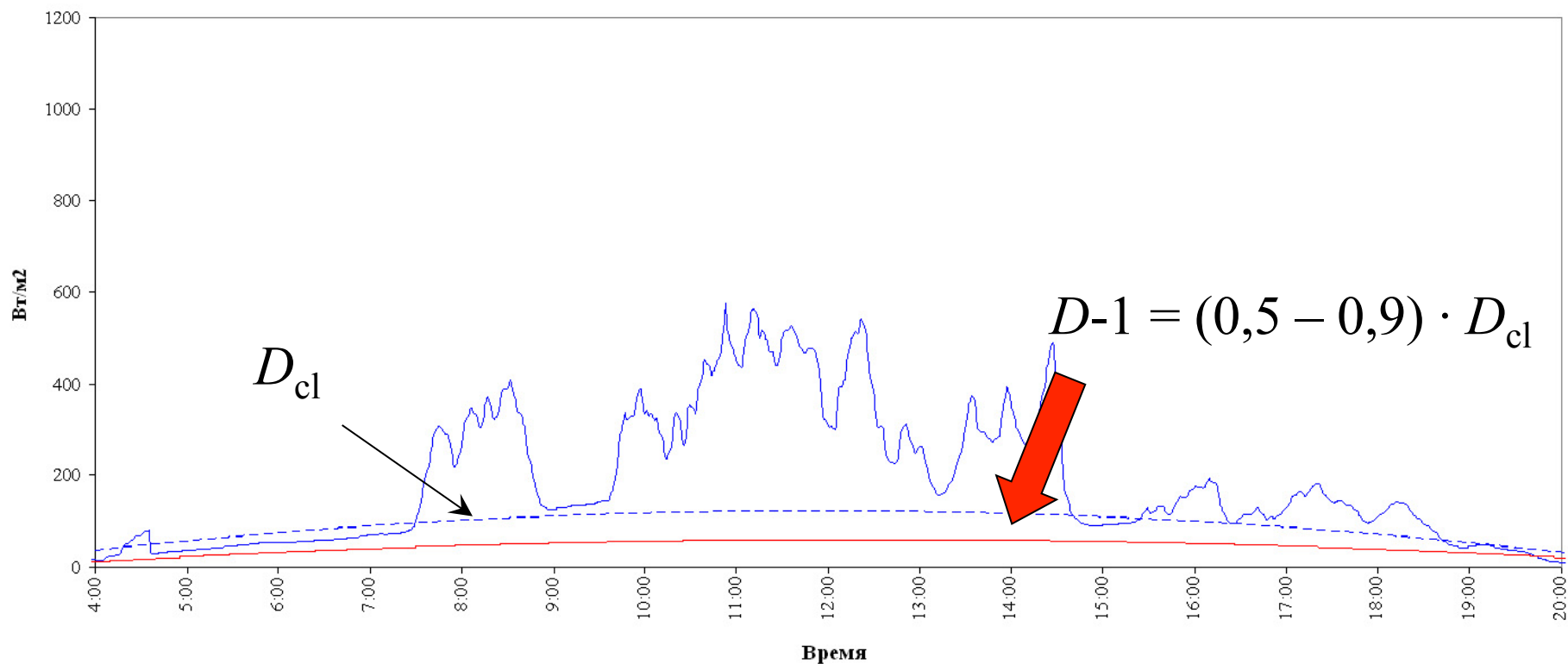
2014-06-10 Огурцово



$D2$ – зона сильного увеличения. Характерна для большинства облаков среднего яруса и для высокого балла кучевой облачности

Параметризация форм облачности по их влиянию на D

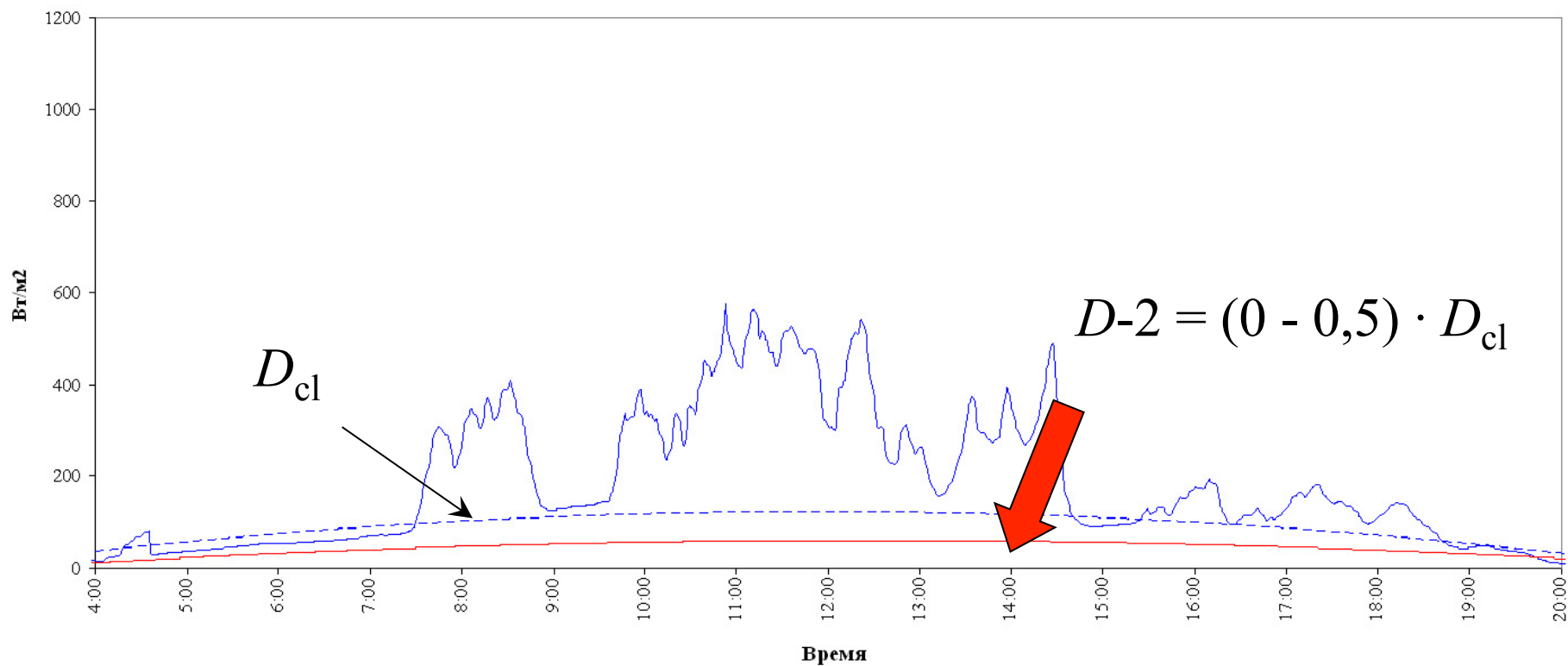
2014-06-10 Огурцово



$D-1$ – зона значительного уменьшения. Характерна для низкого балла дождевой облачности нижнего яруса и вертикального развития

Параметризация форм облачности по их влиянию на D

2014-06-10 Огурцово



$D-2$ – зона сильного уменьшения. Характерна для высокого балла дождевой облачности нижнего яруса и вертикального развития

Формальные признаки облачности по степени их влияния на величины S и D

$$S0 = (0,8 - 1,2) \cdot S_{cl}$$

$$S1 = (0,5 - 0,8) \cdot S_{cl}$$

$$S2 = (0 - 0,5) \cdot S_{cl}$$

$$D0 = (0,9 - 1,5) \cdot D_{cl}$$

$$D1 = (1,5 - 2,5) \cdot D_{cl}$$

$$D2 = (2,5 - 5) \cdot D_{cl}$$

$$D-1 = (0,5 - 0,9) \cdot D_{cl}$$

$$D-2 = (0 - 0,5) \cdot D_{cl}$$



Параметризация форм, видов и разновидностей облачности

Классы	D0 (слабое влияние)	D1 (значительно увеличивают)	D2 (сильно увеличивают)	D-1 (значительно уменьшают)	D-2 (сильно уменьшают)
S0 (слабо влияют)	<i>Ci unc., int., sp., ing., floc. Cc cuf.</i>	<i>Cs fib.</i>			
S1 (значительно уменьшают)	<i>Ci fib. Cc und., lent., floc.</i>	<i>Ac floc., neb. pr., und., und op.</i>	<i>Ac lent., und., trans., neb. trans., und. trans., und. pr.</i>		
S2 (сильно уменьшают)	<i>Ac neb., neb. op. Sc op.</i>	<i>Ac trans., op., inh., cuf., cast., cug., vir. Sc und., vesp.</i>	<i>Cs neb. Sc und., trans., lent., cuf., cast., diur., mam. St fr. Cu hum., fr., med., cong., pil.</i>	<i>St neb., und., frnb (N1) Ns (N1) Cb cap. (N1), cap. inc. (N1), cap.mam. (N1)</i>	<i>St frnb. (N2) Ns (N2) Cb cap. (N2), cap. inc. (N2), cap.mam. (N2)</i>

Перистые плотные *Ci sp.*



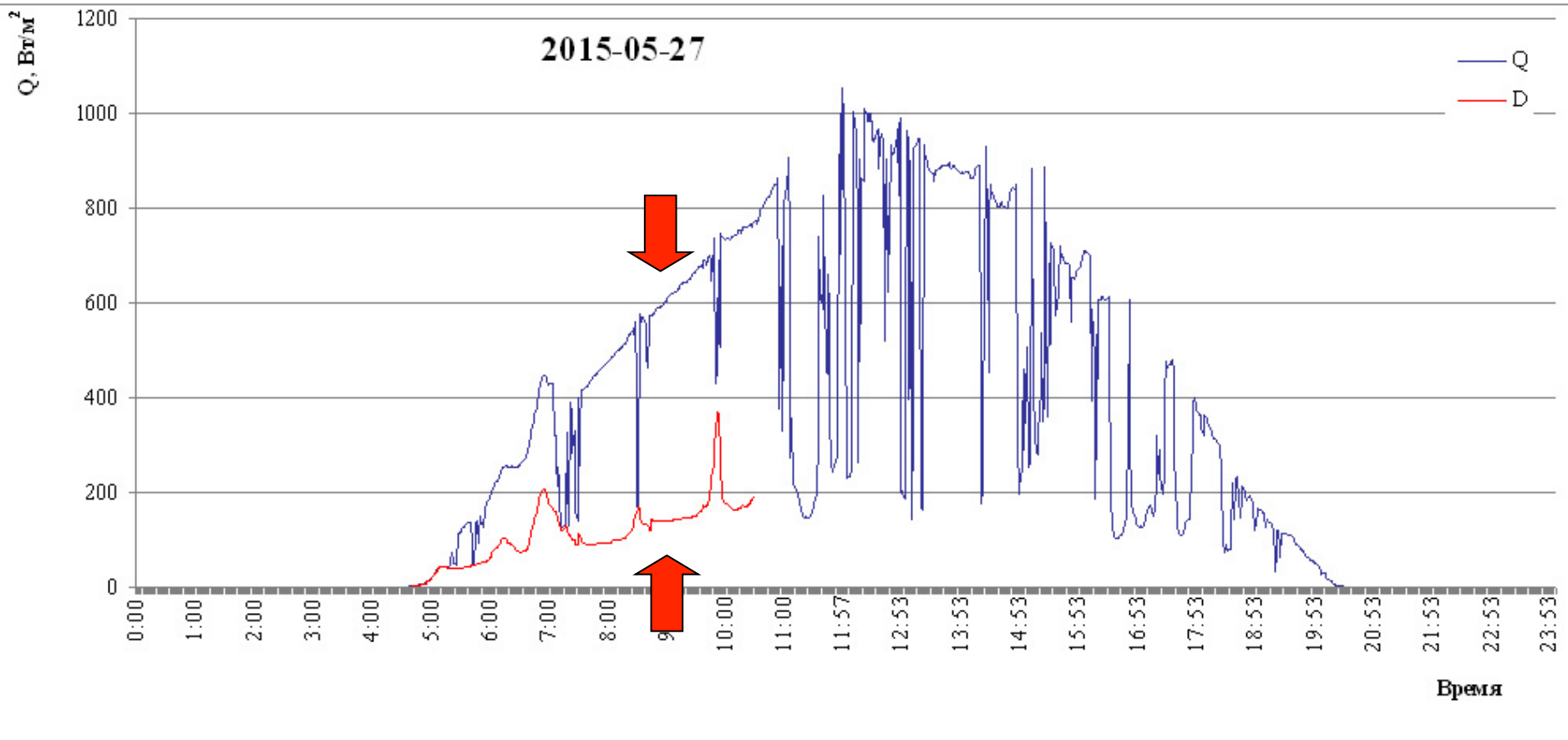
2015-05-27

1 случай

$$S' \approx S'_{cl}$$

$$D \approx D_{cl}$$

Перистые плотные *Ci sp.*



$$S' / S'_{cl} = 465 / 560 = 0,83$$

$$D / D_{cl} = 139 / 140 = 1,0$$

S0D0 - слабо влияют на *S* и *D*

Перистые волокнистые *Ci fib.*



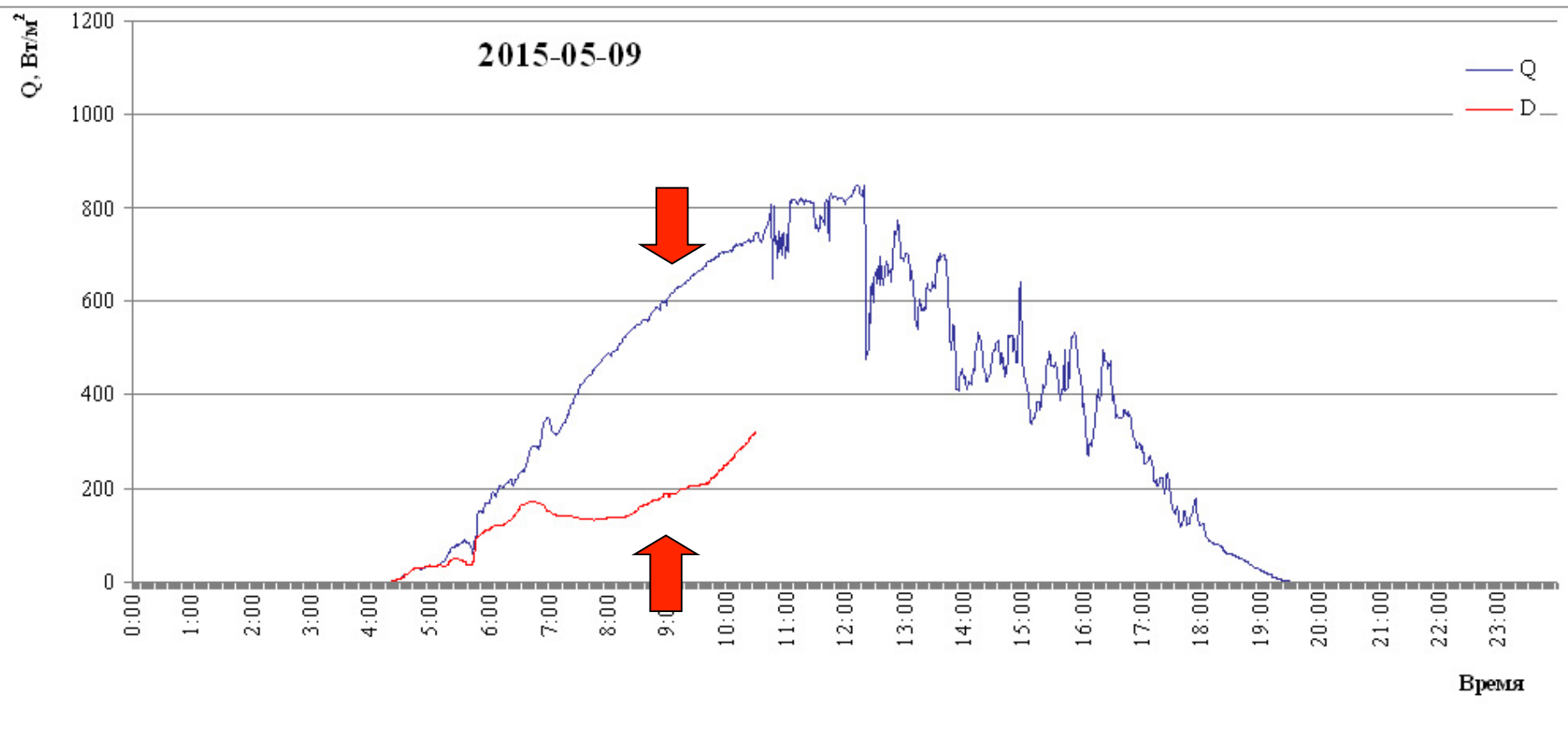
2015-05-09

5 случаев

$$S' < S'_{cl}$$

$$D \approx D_{cl}$$

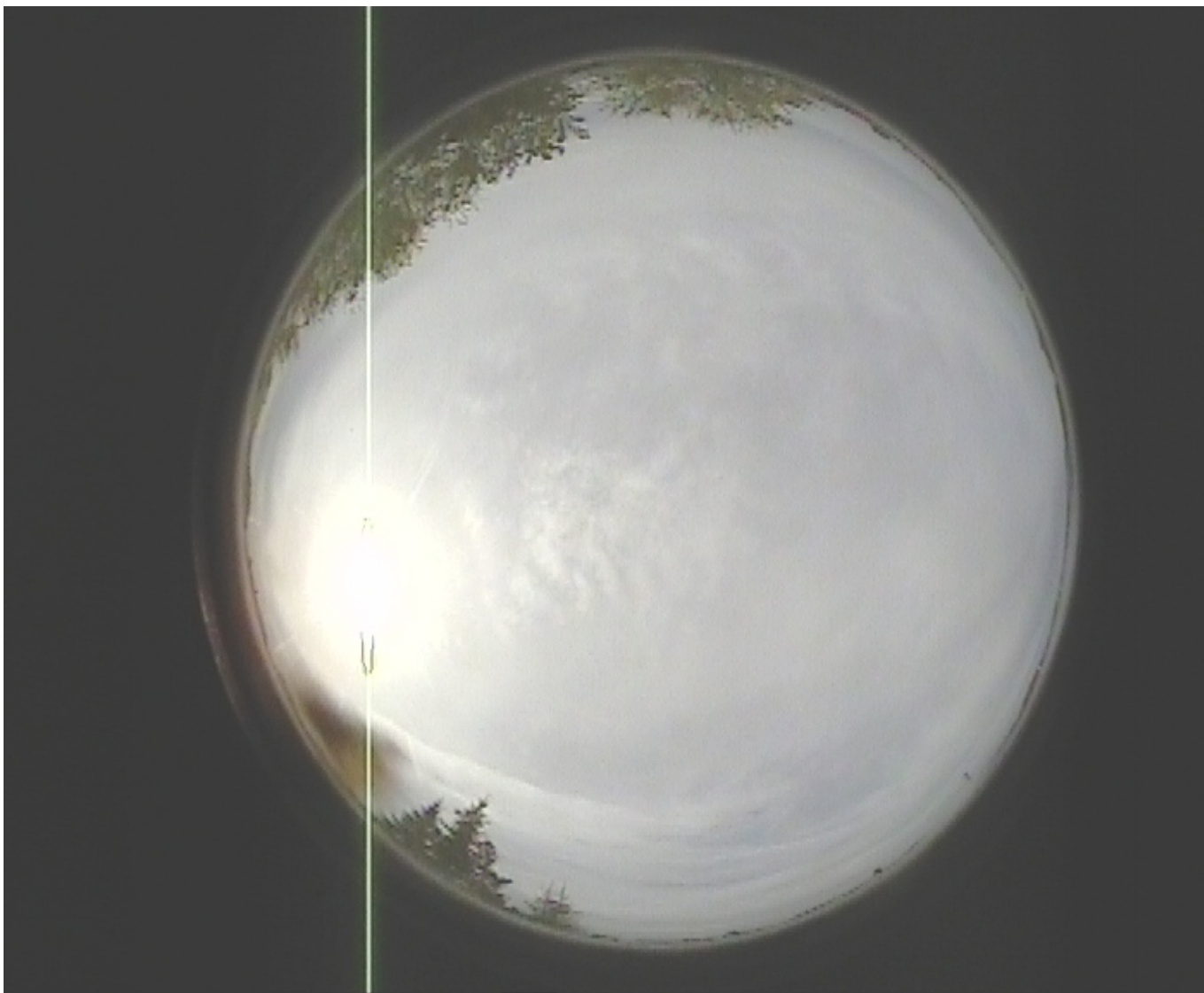
Перистые волокнистые *Ci fib.*



$$S' / S'_{cl} = 417 / 560 = 0,75$$
$$D / D_{cl} = 186 / 140 = 1,33$$

$S1D0$ – значительно уменьшают S
и слабо влияют D

Перисто-слоистые туманообразные *Cs neb.*



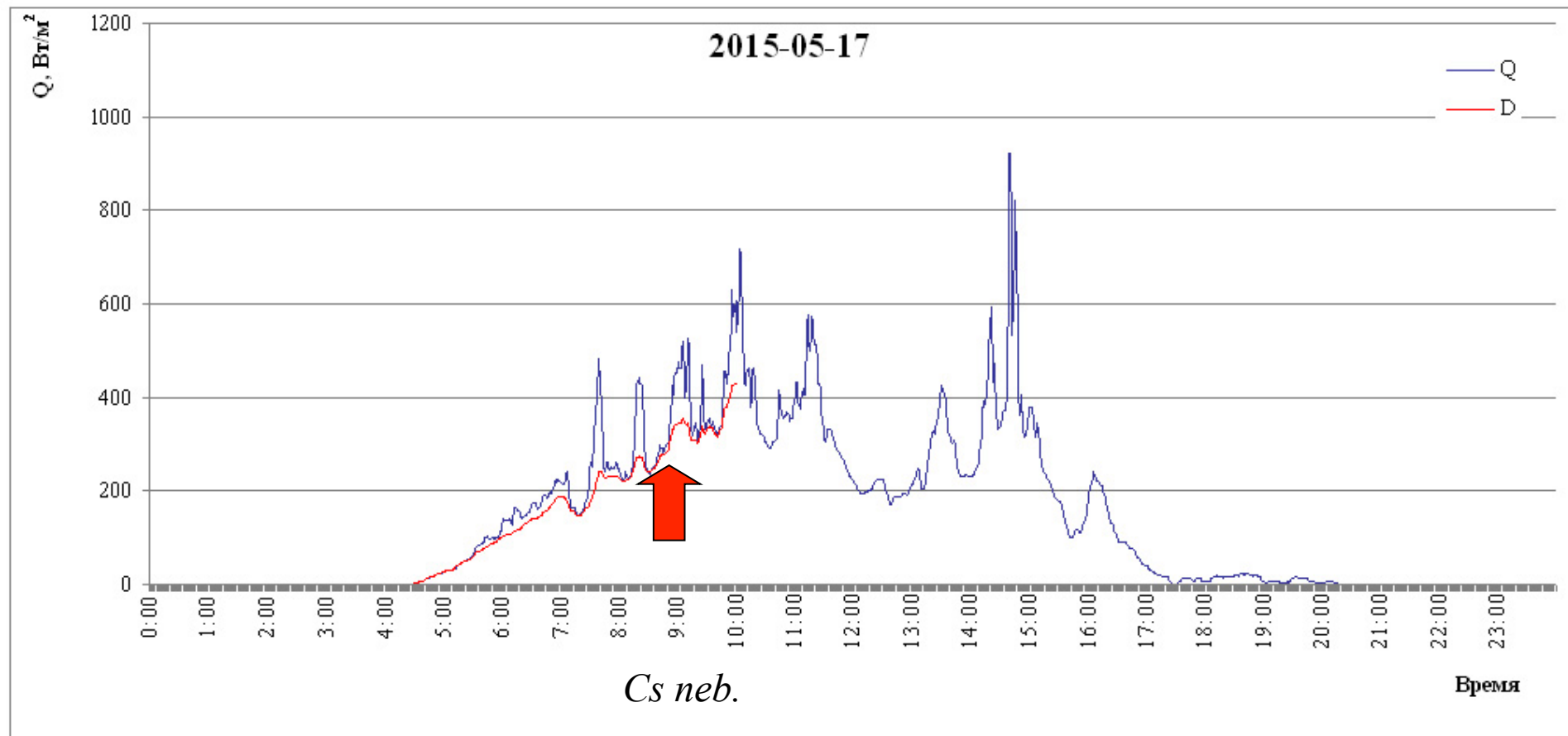
2015-05-17

1 случай

$$S' \ll S'_{cl}$$

$$D \gg D_{cl}$$

Перисто-слоистые туманообразные *Cs neb.*



$$S' / S'_{cl} = 110 / 560 = 0,2$$

$$D / D_{cl} = 343 / 140 = 2,45$$

S2D2 – сильно уменьшают *S* и
сильно увеличивают *D*

Кучево-дождевые волосатые *Cb cap.*



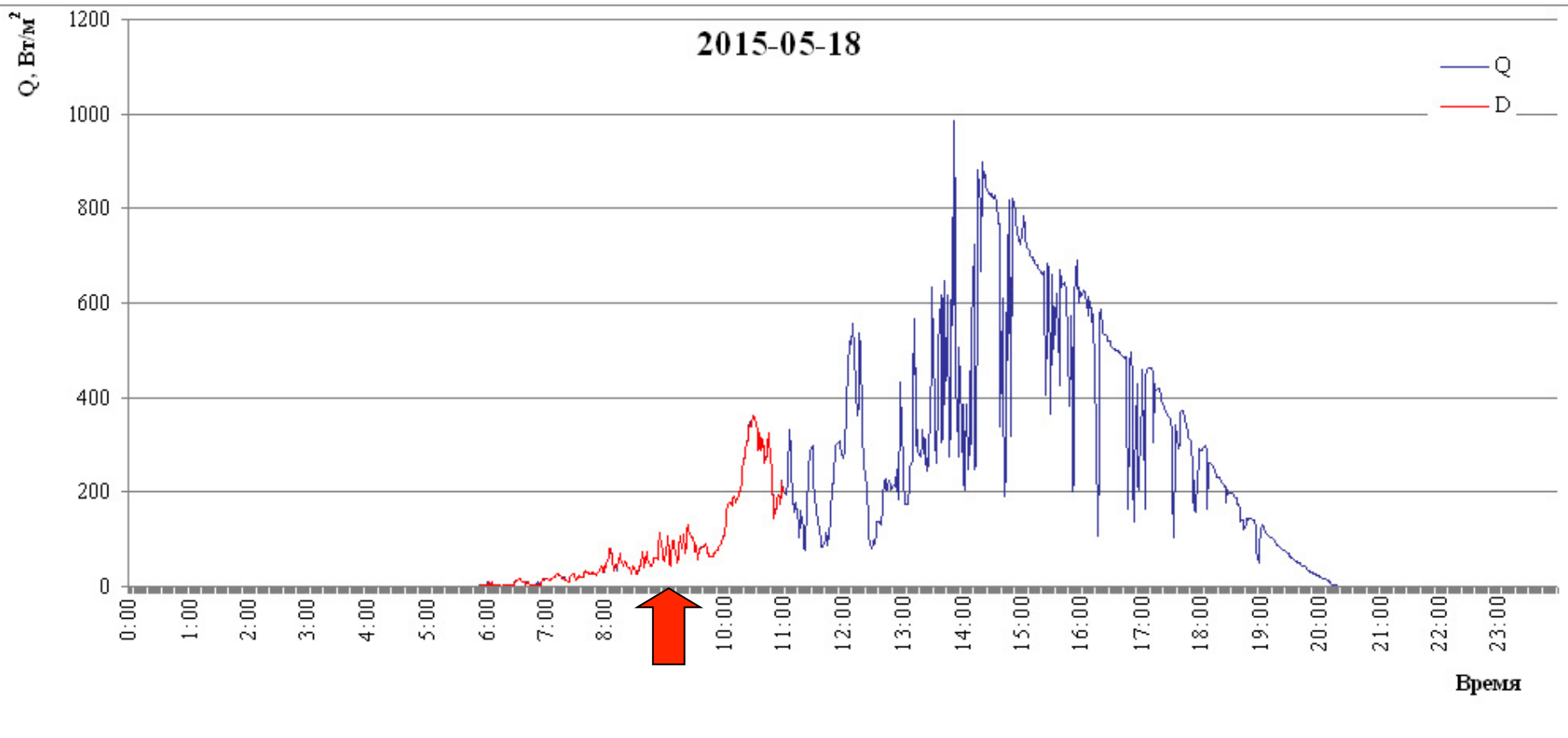
2015-05-18

6 случаев

$$S' \ll S'_{cl}$$

$$D \ll D_{cl}$$

Кучево-дождевые волосатые *Sb cap.*



$$S' / S'_{cl} = 0 / 560 = 0$$

$$D / D_{cl} = 72 / 140 = 0,2$$

S2D-2 - сильно уменьшают S и
сильно уменьшают D

Параметризация форм, видов и разновидностей облачности

Классы	<i>D0</i> (слабое влияние)	<i>D1</i> (значительно увеличивают)	<i>D2</i> (сильно увеличивают)	<i>D-1</i> (значительно уменьшают)	<i>D-2</i> (сильно уменьшают)
<i>S0</i> (слабо влияют)	<i>Ci unc., int., sp., ing., floc.</i> <i>Cc cuf.</i>	<i>Cs fib.</i>			
<i>S1</i> (значительно уменьшают)	<i>Ci fib.</i> <i>Cc und., lent., floc.</i>	<i>Ac floc., neb. pr., und., und op.</i>	<i>Ac lent., und., trans., neb. trans., und. trans., und. pr.</i>		
<i>S2</i> (сильно уменьшают)	<i>Ac neb., neb. op.</i> <i>Sc op.</i>	<i>Ac trans., op., inh., cuf., cast., cug., vir.</i> <i>Sc und., vesp.</i>	<i>Cs neb.</i> <i>Sc und., trans., lent., cuf., cast., diur., mam.</i> <i>St fr.</i> <i>Cu hum., fr., med., cong., pil.</i>	<i>St neb., und., frnb (N1)</i> <i>Ns (N1)</i> <i>Cb cap. (N1), cap. inc. (N1), cap. mam. (N1)</i>	<i>St frnb. (N2)</i> <i>Ns (N2)</i> <i>Cb cap. (N2), cap. inc. (N2), cap. mam. (N2)A2</i>

Параметризация форм облачности по их временным признакам



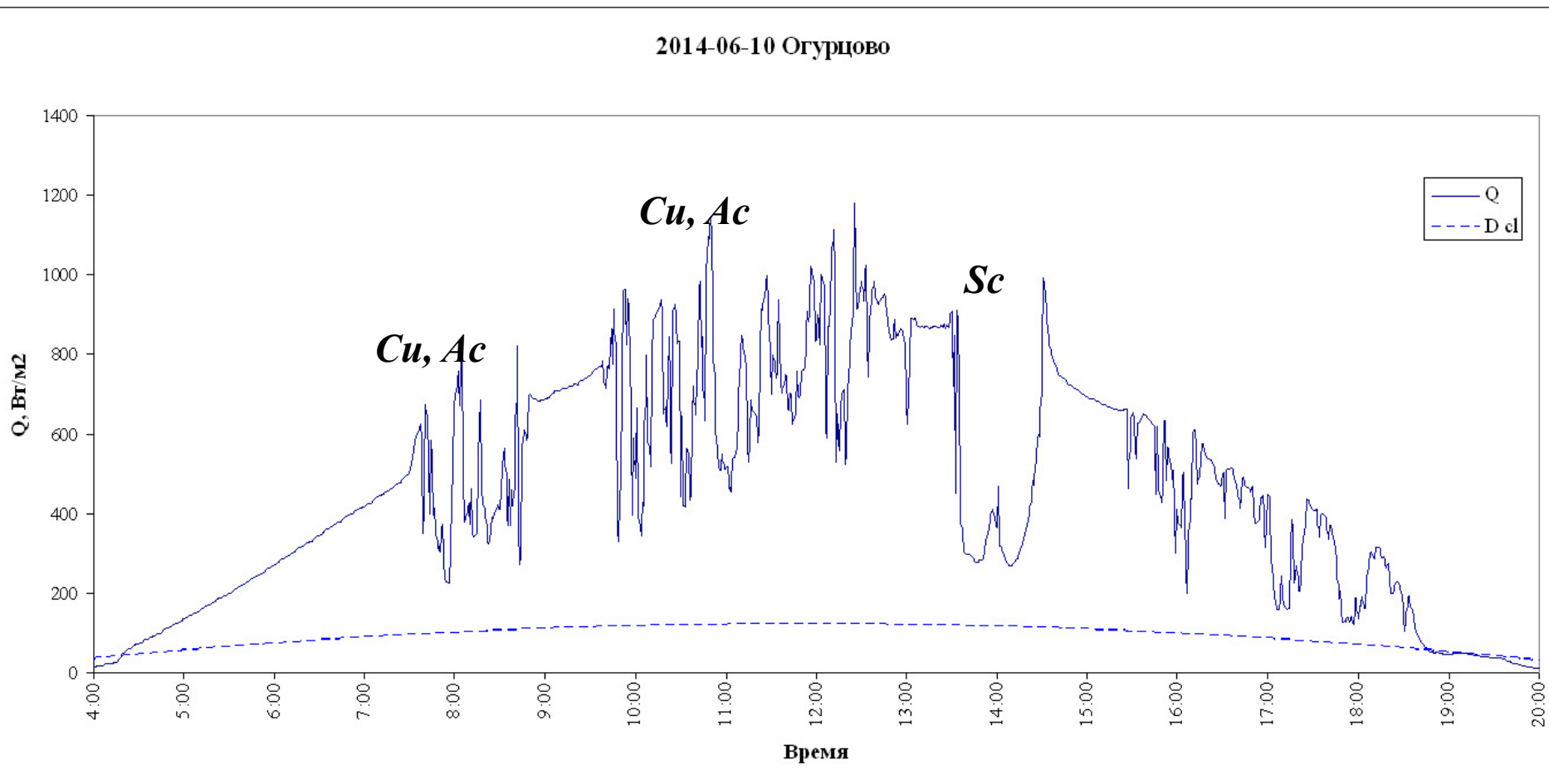
Кучевые плоские *Cu hum.*

CITES-2015



Слоисто-кучевые волнистообразные *Sc und.*

Параметризация форм облачности по их временным признакам



Заключение

Использование таких характеристик облачности, как ее оптическая толщина, высота и балл облачности и др., влияющих на величины прямой S' и рассеянной D радиации, позволяет параметризовать большинство типов облачности не только по форме, но и по видам, а в некоторых случаях и по разновидностям. Дополнительное использование временных признаков облачности, таких как частота смены степени покрытия солнечного диска для прямой радиации S' и др., позволит более надежно проводить ее параметризацию на основе актинометрической информации.



Благодарности

Авторы выражают огромную благодарность руководству и сотрудникам ФГБУ "Западно-Сибирское УГМС" г. Новосибирска за предоставленные материалы и информацию.

Использованные источники:

1. <http://voeikovmgo.ru/download/publikacii/2011/Atlas.pdf>
2. <http://www.meteo-geofak.narod.ru/cloud-atlas.htm>





Использование актинометрической информации для параметризации форм и видов облачности

Using of actinometric data to parameterize of cloud forms and types

Зуев С. В. zuev@imces.ru

*Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН,
634055, г. Томск, пр. Академический, д. 10/3*

CITES-2015