

2. Айзенберг Ю. Б., Пыжов П. П., Сарычев Г. С. Важнейшее направление комплексного повышения эффективности осветительных установок и светотехнического производства. — Светотехника, 1978, № 12, с. 1—4.

3. Айзенберг Ю. Б., Бухман Г. Б., Пятигорский В. М. Новый принцип внутреннего освещения осветительными устройствами со щелевыми световодами — Светотехника, 1976, № 2, с. 1—5.

4. Бухман Г. Б., Прибытов В. А. Представление кривых силы света светильников с помощью полиномов Чебышева. — Светотехника, 1978, № 4, с. 10—12.

5. Тихомиров В. Б. Планирование и анализ эксперимента. — М.: Легкая индустрия, 1974. — 262 с.

6. Клюев С. А. Технико-экономические расчеты при проектировании осветительных установок. — Светотехника, 1975, № 8, с. 18—23.

\* \* \*

Experimental results are given concerning the lighting and operational characteristics of installations with slit light-guides. Rational arrangements are proposed for them and their techno-economic effectiveness is demonstrated.

УДК 628.94:628.93

## КОМПЛЕКТНЫЕ ОСВЕТИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА ТИПА КОУ СО ЩЕЛЕВЫМИ СВЕТОВОДАМИ

Ю. Б. АЙЗЕНБЕРГ, Г. Б. БУХМАН, кандидаты техн. наук,  
Б. Т. КАСПЕРСКИЙ, О. Б. ЛАДЫКА, И. И. НЕСТОРОВИЧ,  
В. М. ПЯТИГОРСКИЙ, Р. Ю. ЯРЕМЧУК, инженеры

Всесоюзный светотехнический институт,  
Киевское отделение УГПИ Тяжпромэлектропроект, ПО «Ватра»

Комплектные осветительные устройства со щелевыми световодами (КОУ) представляют собой световые комплексы, поставляемые ПО «Ватра» полностью укомплектованными всем необходимым для монтажа и эксплуатации (включая источники света, электротехнические блоки, содержащие ПРА, зажигающие и предохраняющие элементы, монтажные узлы и др.) и собираемые у потребителя.

КОУ состоят из следующих основных узлов: щелевой световод (ЩС), камера с источниками света и блоком ПРА, торцевого и переходного (для некоторых исполнений КОУ) элементов (рис. 1 и 2). Щелевой световод представляет собой полуую протяженную цилиндрическую трубу, внутренняя поверхность которой по всей длине покрыта зеркально отражающим слоем, за исключением продольной полосы (оптической щели), которая является светопропускающей\*. Выпускаемые КОУ имеют световоды с мягкой эластичной оболочкой, изготовленной из светорассеивающей и металлизированной в вакууме полиэтилентерефталатной (ПЭТФ) пленки. Камера — конструктивный узел, обеспечивающий уст-

\* Айзенберг Ю. Б., Бухман Г. Б., Пятигорский В. М. Новый принцип внутреннего освещения осветительными устройствами со щелевыми световодами. — Светотехника, 1976, № 2, с. 1—5.

новку вводных устройств с источниками света, их механическую защиту, электрическое питание и защиту от воздействия окружающей среды. Торцевой элемент — в основном монтажный узел, служащий для формообразования и крепления ЩС и содержащий также дополнительный отражатель. Переходной элемент служит для передачи излучения источников света, установленных в камере, в ЩС и одновременной изоляции камеры от освещаемого помещения.

В серию КОУ входят следующие исполнения, предназначенные для различных условий применения:

КОУ1 — устройства для производственных помещений с тяжелыми условиями среды (с большим содержанием пыли и влаги), а также со взрывоопасными зонами классов В-Іб и В-ІІа, с камерами, устанавливаемыми непосредственно в освещаемом помещении рядом с каналами световодов;

КОУ1А — устройства для производственных помещений со взрывоопасными зонами классов В-І, В-Іа и В-ІІ, с камерами, вынесеннымими за пределы ограждающих конструкций помещений и соединяемыми со световодами с помощью переходных элементов;

КОУ1 /С — устройства без камер для помещений со строительными галереями, коммуникационными каналами и другими строительными конструкциями, в ко-

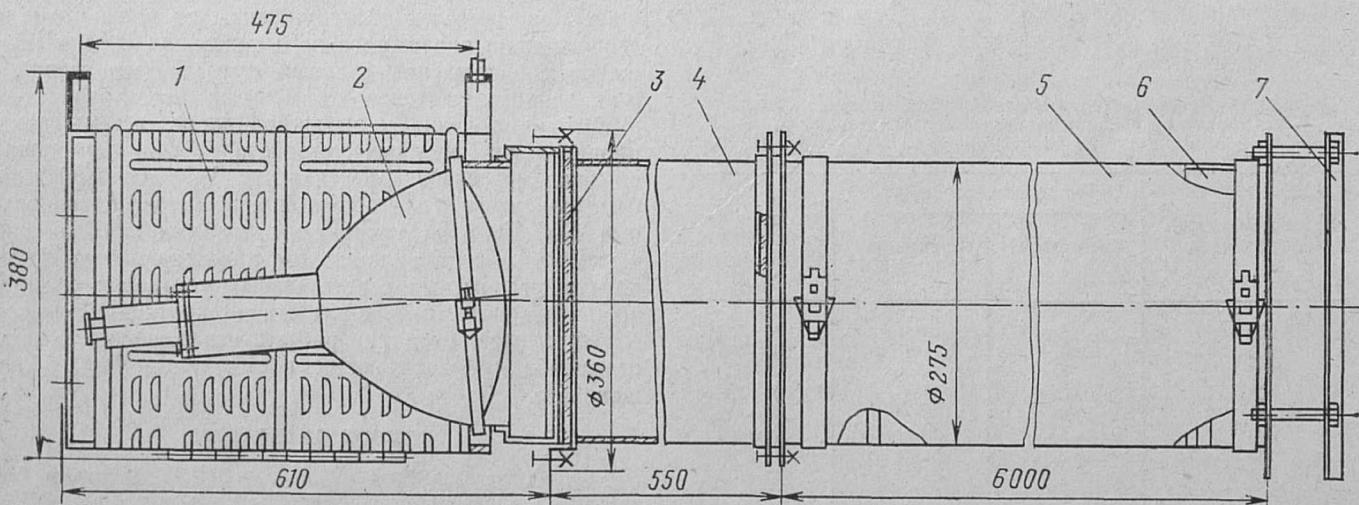


Рис. 1. Чертеж общего вида КОУ1А-М275-1×700.

1 — камера; 2 — вводная кассета с источником света; 3 — стекло; 4 — переходный элемент; 5 — щелевой световод; 6 — торцевой элемент; 7 — фланец.

Рис. 2. Чертеж общего вида КОУ1-М600-4×700.

1 — вводная кассета с источниками света; 2 — камера; 3 — щелевой световод; 4 — фланец; 5 — торцевой элемент; 6 — блок ПРА.

торых располагаются вводные устройства с источниками света.

КОУ соответствуют климатическому исполнению У категории размещения 2 и 3 по ГОСТ 15150-69 и рассчитаны на работу в сети переменного тока с номинальным напряжением 380/220 В частотой 50 Гц. Степень защиты камеры соответствует IP54 по ГОСТ 14254-69.

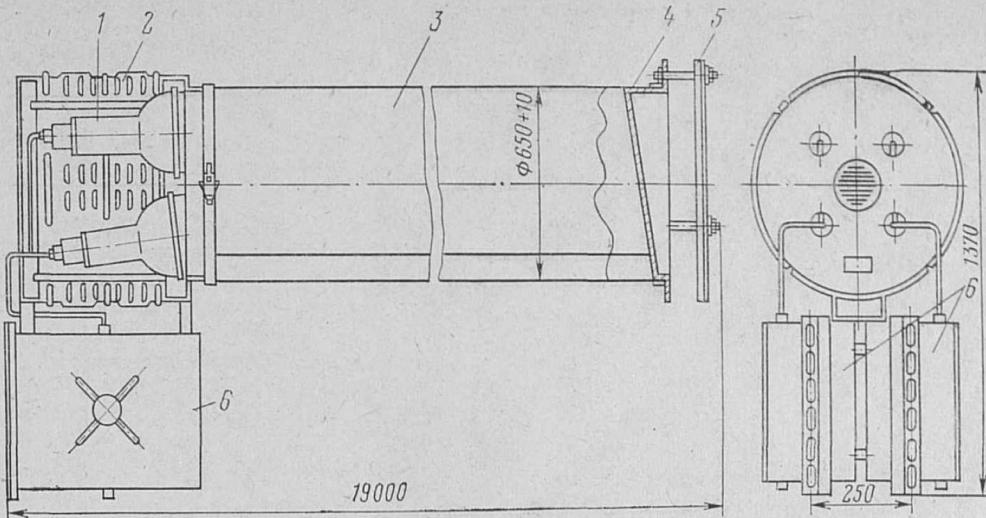
В качестве источников света в КОУ применяются зеркальные металлогалогенные лампы-светильники типа ДРИЗ и лампы-фары ЛФМГ.

Пример расшифровки условного обозначения. КОУ1А-М600-4×700/С-У3: КОУ — комплектное осветительное устройство; 1 — одностороннего действия (2 — двухстороннего); А — имеется переходной элемент; М — мягкая оболочка из пленки (Т — твердая); 600 — диаметр ЩС (условный), мм; 4 — количество источников света; 700 — мощность источника света, Вт; С — без камеры, для монтажа в строительных элементах зданий; У3 — климатическое исполнение, категория размещения.

Номенклатура и технические характеристики выпускаемых КОУ приведены в табл. 1. На рис. 3 дан вид КОУ в экспериментальной осветительной установке.

Камеры имеют тонкостенную стальную оболочку с жалюзи, благодаря которым обеспечивается нормальный тепловой режим работы этого узла. В камерах устанавливаются вводные кассеты, обеспечивающие крепление и требуемое расположение ламп. Камеры имеют откидные дверцы (для КОУ1-М275 — одну дверцу, для КОУ1-М600 — две), закрывающиеся с помощью нацидных безвинтовых замков и обеспечивающие легкий доступ к лампам для их замены. Камера заземляется с помощью винта. Вводные кассеты крепятся в камере с помощью специальных хомутов с нацидными замками и уплотняются прокладками из термостойкой силиконовой резины. Внутри кассет располагаются лампы-светильники ДРИЗ или лампы-фары ЛФМГ. Кассеты имеют уплотненные узлы ввода, в которых располагаются клеммные колодки, позволяющие подсоединять провода сечением до 4 мм<sup>2</sup>.

Переходной элемент имеет цилиндрический стальной



корпус, два ударопрочных стекла с уплотняющими прокладками и два фланца. Внутренняя поверхность переходного элемента покрыта зеркально отражающей ПЭТФ-пленкой. Переходной элемент соединяется с камерой с помощью болтовых соединений. Световод крепится с одной стороны к камере, либо к переходному элементу с помощью специальных обжимающих хомутов с замками, а с другой стороны — к торцевому элементу (крепление аналогично). Для придания каналу цилиндрической формы используются вставные пружинные кольца, устанавливаемые с каждой стороны канала на расстоянии 300—400 мм от конца и фиксируемые с помощью гаек-барашков. Канал ЩС, закрепленный на фланцах камеры (или переходного элемента) и торцевого элемента, натягивается и выравнивается с помощью специальных шпилек и гаек на торцевом элементе. При этом для натяга ЩС диаметром 600 мм и длиной 18 м целесообразно предварительно раздуть канал с помощью сжатого воздуха, который может быть введен через нормально закрытое резиновой пробкой отверстие во фланце торцевого элемента.

Область применения КОУ определяется их преимуществами, основными из которых являются:

наличие холодного, без электрического потенциала ЩС;

большая протяженность светящей полосы с несимметричным в продольных плоскостях светораспределением, обеспечивающим высокую равномерность освещения;

незначительное влияние окружающей среды на параметры в процессе эксплуатации благодаря особым аэродинамическим свойствам цилиндрических каналов,

Номенклатура и технические характеристики выпускаемых КОУ

Таблица 1

Исполнение	Размер канала КОУ	Размер камеры КОУ	Источник света			Количество источников света в КОУ, шт.	Общая потребляемая мощность (с учетом потерери в ПРА), кВт	КПД, %	Рекомендуемый диапазон высоты установки КОУ, м	Средняя освещенность рабочей поверхности, лк (высота установки, м)	Масса, кг					
	Длина, м	Диаметр, мм	Тип	Мощность, Вт	Световой поток, кЛм						КОУ без блока ПРА	КОУ с блоком ПРА	ЩС			
КОУ1-М600-4×700-У3	18	650	1,0	700	ДРИЗ700-1	700	38	3000	4	2,95	40	4—8	250(6)	80	160	2,0
КОУ1-М275-1×250-У3	6	275	1,0	380	ЛФМГ250	250	14	2000	1	0,26	40	2,5—4	150(3)	12,5	16	0,3
КОУ1-М275-1×400-У3	6	275	1,0	380	ЛФМГ400	400	25	2500	1	0,42	40	2,5—4	300(3)	12,5	18	0,3
КОУ1-М275-1×700-У3	6	275	1,0	380	ДРИЗ700-1	700	38	3000	1	0,74	40	2,5—5	400(3)	12,5	22	0,3
КОУ1А-М600-4×700-У2	18	650	1,5	700	ДРИЗ700-1	700	38	3000	4	2,95	30	4—8	200(6)	110	190	2,0
КОУ1А-М275-1×250-У2	6	275	1,5	380	ЛФМГ250	250	14	2000	1	0,26	30	2,5—4	120(3)	27	31	0,3
КОУ1А-М275-1×400-У2	6	275	1,5	380	ЛФМГ400	400	25	2500	1	0,42	30	2,5—4	250(3)	27	33	0,3
КОУ1А-М275-1×700-У2	6	275	1,5	380	ДРИЗ700-1	700	38	3000	1	0,74	30	2,5—5	350(3)	27	37	0,3
КОУ1-М600-4×700/С-У3	18	650	—	—	ДРИЗ700-1	700	38	3000	4	2,95	35	4—8	230(6)	40	120	2,0

Таблица 3

Технико-экономические показатели сравниваемых вариантов  
для КОУА-М600-4×700

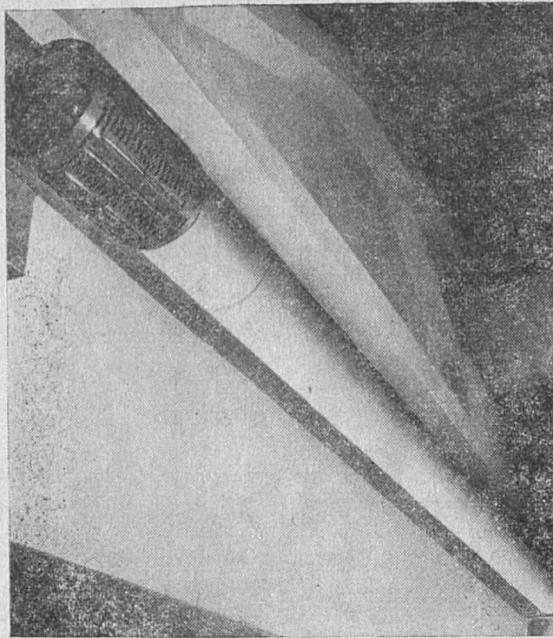


Рис. 3. Вид КОУА-М275-1×700 в экспериментальной осветительной установке.

оптическая щель которых практически не загрязняется; концентрация нескольких газоразрядных ламп (для КОУА-М600) в одной точке обслуживания с возможностью их одновременного или раздельного включения; возможность изменения положения щели путем поворота ШС вокруг оптической оси, а также любого расположения КОУ в пространстве (до вертикального с размещением камеры снизу или сверху);

варьирование спектра излучения путем использова-

Таблица 2

Технико-экономические показатели сравниваемых вариантов  
для КОУА-М275-1×700

Характеристика	КОУА-М275-1×700*	ВЗГ-200**	НодДЛ-40**
Количество КОУ или светильников, шт.	1,0 1,4	9,0 12,9	10,0 14,3
Количество источников света, шт.	1,0 1,5	9,0 13,8	10,0 15,4
Установленная мощность (с учетом потерь в ПРА), кВт	0,8 1,1	1,8 2,6	0,48 0,69
Капитальные затраты, руб.	301 430	330 472	490 700
Эксплуатационные расходы, руб.	152 217	249 356	197 281
Стоимость обслуживания, руб.	1,4 2,0	21,6 31,0	40 57
Полные приведенные затраты, руб.	197 281	298 427	271 387
Расход металла на изготовление изделий, отн. ед.	1,0	1,2	3,0

\* В числителе приведены показатели для одного комплекта КОУ, в знаменателе — для 1 кВт установленной мощности источников света КОУ.

\*\* В числителе приведены показатели для эквивалентного количества светильников, обеспечивающих ту же расчетную освещенность, что и один комплект КОУ, в знаменателе — показатели для эквивалентных мощностей источников света светильников.

Примечание. Сравнительный расчет выполнялся для взрывоопасных помещений с усредненными размерами 30×12×5,5 м, в которых использовались 4 линии КОУ (8 шт.), или 72 светильника ВЗГ, или 82 светильника НодДЛ ( $E_h=100$  лк).

Характеристика	КОУА-М600-4×700*	ВЗГ-200**	НодДЛ-40**
Количество КОУ или светильников, шт.	1,0 0,4	58,0 20,7	55,0 19,6
Количество источников света, шт.	4,0 1,4	58,0 20,7	55,0 19,6
Установленная мощность (с учетом потерь в ПРА), кВт	3,1 1,1	11,6 4,1	2,6 0,9
Капитальные затраты, руб.	1071 382	2128 760	2695 962
Эксплуатационные расходы, руб.	590 211	1607 574	1083 387
Стоимость обслуживания, руб.	2,4 0,9	139 50	232 83
Полные приведенные затраты, руб.	750 268	1926 687	1490 532
Расход металла на изготовление изделий, отн. ед.	1,0	2,0	4,3

\* В числителе приведены показатели для одного комплекта КОУ, в знаменателе — для 1 кВт установленной мощности источников света КОУ.

\*\* В числителе приведены показатели для эквивалентного количества светильников, обеспечивающих ту же расчетную освещенность, что и один комплект КОУ, в знаменателе — показатели для эквивалентных мощностей источников света светильников.

Примечание. Сравнительный расчет выполнялся для взрывоопасных помещений с размерами 90×36×7,2 м, в которых использовались 11 линий КОУ (22 шт.) или 1280 светильников ВЗГ, или 1210 светильников НодДЛ ( $E_h=300$  лк).

ния фильтров на вводе в ШС или применения ламп с разными спектрами.

КОУ обеспечивают:

создание высококачественного и безопасного освещения, прежде всего взрывоопасных и пожароопасных помещений;

резкое сокращение количества используемых ламп и светильников, эксплуатационных расходов, протяженности и стоимости распределительной электрической сети и трудоемкости работ по монтажу осветительных установок;

повышение надежности работы осветительных установок благодаря возможности резервирования источников света;

возможность снижения при проектировании значений коэффициентов запаса;

резкое снижение затрат материалов и труда на изготовление КОУ по сравнению со светильниками для тяжелых условий среды;

возможность использовать газоразрядные лампы высокой мощности особенно при малой высоте помещений, когда для обеспечения небольших значений освещенности при высоком качестве освещения требуется применять большое количество светильников с лампами накаливания малой мощности.

Для аварийного освещения в установках с многоламповыми КОУ с газоразрядными источниками света одна из ламп заменяется зеркальной лампой накаливания типа ЗК с подключением ее к сети аварийного питания, а при одноламповых КОУ часть ШС переводится на аварийное питание с заменой газоразрядных ламп на зеркальные лампы накаливания типа ЗК.

Принципиальные преимущества КОУ позволяют, как показали опыт эксплуатации и технико-экономические расчеты, получить значительный экономический эффект. Сводные данные сравниваемых вариантов установок приведены в табл. 2 и 3.

При расчетах принимались следующие данные: стоимость электроэнергии — 2,25 коп. за 1 кВт·ч; число часов работы в год — 4150 (трехсменная работа в помещениях с естественным освещением); срок службы ламп ДРИЗ700-1 — 3000 ч; стоимость электрических сетей в установках со светильниками — 100—130 руб. на 1 кВт и 30—40 руб. в установках с КОУ; коэффициенты запаса при КОУ — 1,3, при ВЗГ-200 — 1,3 и при НОДЛ-40 — 1,5. Анализ табл. 2 и 3 показывает, что КОУ заменяют от 9 до 58 светильников с лампами накаливания и от 10 до 55 светильников с люминесцентными лампами, позволяют снизить затраты металла при производстве сравниваемых светотехнических изделий соответственно в 1,2—3 раза для КОУ1А-М275-1×700 и в 2—4,3 раза для КОУ1А-М600-4×700, сократить расход проводникового материала на монтаж электрических сетей, уменьшить расходы на обслуживание осветительных установок в десятки раз. Эффект составляет порядка 102 руб. на одно КОУ1А-М275-1×700 и около 1175 руб. на одно КОУ1А-М600-4×700 при замене светильников ВЗГ-200 с лампами накаливания и соответст-

венно 74 руб. и 740 руб. при замене светильников НОДЛ-40 с люминесцентными лампами.

Дальнейшее расширение областей применения КОУ будет зависеть от снижения их стоимости, увеличения светового потока и срока службы источников света, увеличения КПД щС. Применение КОУ особенно целесообразно в установках, где требуется ступенчатое включение источников света и динамическое регулирование освещения, а также тогда, когда по многим причинам затруднен или не обеспечивается регламентированный режим обслуживания в традиционных осветительных установках.

Работы по совершенствованию КОУ, созданию новых исполнений и уточнению рекомендаций по их применению продолжаются.

\* \* \*

A description is made of the operating principle and basic constructional components of radically new lighting devices of the slit light-guide type. Potential applications of the devices are summarized and their techno-economic advantages noted.

Т. 9/42  
р. 0,04

## Краткие сообщения

УДК 628.931:628.93

### РАСЧЕТ УДЕЛЬНОЙ МОЩНОСТИ ОБЛУЧАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ТИПА ПЛОСКИЙ СВЕТОВОД\*

И. Е. МАРКОВ, канд. биол. наук, Ф. Я. СИДЬКО, доктор физ.-мат. наук,  
В. П. ШАРУПИЧ, канд. техн. наук, Г. С. ШАРУПИЧ, инж.

Гипронисельпром, Институт физики СО АН СССР

Расчет радиационного режима сводится к определению интенсивности фотосинтетически активной радиации (ФАР) в заданной точке растительного покрова и удельной мощности облучательной установки.

Согласно экспериментальным данным светимость поверхности плоского световода при отсутствии растительного покрова связана с облученностью на уровне почвы зависимостью

$$R = E_{nc} + k_n h, \quad (1)$$

где  $R$  — светимость поверхности плоского световода;  $E_{nc}$  — средняя облученность на уровне почвы от светящей поверхности плоского световода и боковых поверхностей;  $k_n$  — коэффициент неравномерности облученности по высоте;  $h$  — расстояние от поверхности плоского световода до расчетной точки.

Установленная мощность облучательной установки определяется как

$$P = k R S \eta^{-1} \quad (2)$$

или

$$P = k (E_{nc} + k_n h) S \eta^{-1}, \quad (3)$$

где  $k$  — коэффициент пропорциональности;  $S$  — площадь экрана;  $\eta$  — КПД световода (в среднем 50%).

При наличии высокорослого ценоза суммарная установленная мощность облучательной установки при облученности  $E_n$  в ценозе на уровне  $H$ , отсчитываемом от уровня почвы, в общем случае выражается равенством

$$P_{\Sigma} = k E_n S \eta^{-1} e^{-\alpha H}, \quad (4)$$

где  $e^{-\alpha H}$  — функция затухания облученности в ценозе;

$\alpha$  — показатель ослабления облученности  $E_n$ ;  $H$  — высота ценоза.

Оптическая толщина ценоза рассчитывается по эмпирической формуле

$$\alpha H = AH^2 + BH + C, \quad (5)$$

где  $A$ ,  $B$ ,  $C$  — коэффициенты, имеющие высотно-временную зависимость.

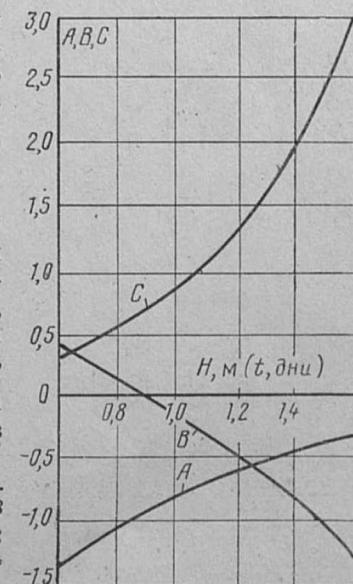
Для растущего ценоза до высоты 1,6 м и времени роста до 40 дней от момента посадки получен ряд значений  $A$ ,  $B$  и  $C$ , представленный на рисунке.

Для определения облученности в заданной точке растительного покрова для растущего ценоза можно использовать выражение

$$E_{H_t} = E_{B_t} e^{-[A(H) H^2 + B(H) H + C(H)]}, \quad (6)$$

где  $A(H)$ ,  $B(H)$  и  $C(H)$  — функции изменения коэффициентов  $A$ ,  $B$  и  $C$  от высоты ценоза  $H$ ;  $E_{B_t}$  — интенсивность ФАР на уровне верха растительного покрова в момент времени  $t$ .

Высотно-временная зависимость коэффициентов  $A$ ,  $B$  и  $C$  ( $A_{\max} = -1,020$ ;  $B_{\max} = -1,468$ ;  $C_{\max} = -3,115$ ).



\* Полный текст статьи депонирован в Информэлектро.