

Г. А. Мазохин-Поршняков

УСТРОЙСТВО И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛОВУШЕК ДЛЯ НАСЕКОМЫХ
С ИЗЛУЧАТЕЛЯМИ УЛЬТРАФИОЛЕТА[G. A. MAZOKHIN-PORSHNYAKOV. DESIGN AND OPERATION OF INSECT
TRAPS WITH SOURCES OF ULTRAVIOLET RADIATION.]

Развитие технической мысли в последние десятилетия затронуло и такие области науки, где до этого техника почти не находила применения. Если ограничиться энтомологией, то наиболее наглядно это видно на примере технической оснащённости современных экспериментов по изучению физиологии насекомых: зрения, слуха, полета и т. п.

В области прикладной и фаунистической энтомологии широкое распространение получили новые химические и физические методы массового уничтожения вредителей, а также новые технические приемы учета численности и локального распределения насекомых. К числу их нужно отнести создание различных типов ловушек (Moericke, 1955; Heathcote, 1957), в том числе с источником ультрафиолетового излучения (Robinson a. Robinson, 1950; Taylor a. Deay, 1950).

Применение световых ловушек с источником ультрафиолета, вместо обычных электрических ламп накаливания, в западной Европе и Америке сразу же повлекло за собой выявление новых видов насекомых и открытие ранее неизвестных сторон их образа жизни и позволило проще и надежнее вести службу учета вредителей, а также использовать светоловушки в борьбе с вредными формами. Так, например, в октябре 1955 г. в восточной Англии в ловушках с ртутной лампой оказались дневные бабочки-адмиралы (*Pyraeaeis atalanta* L.), которые, как выяснилось, совершали массовый ночной перелет на юг (Kettlewell, 1956). В аналогичную ловушку была впервые в Голландии поймана совка *Hydroecia petasitis* Doubl. (Leffef, 1956). Амансхаузер (Amanshauser, 1956) сообщает, что применение в ловушках ртутных ламп опровергло представление о бедности энтомофауны г. Зальцбурга, сложившееся у местных коллекционеров вследствие безрезультатного лова насекомых на свет обычных ламп. В Германии (Weber, 1956), Голландии (Van de Pol, 1956) и других странах успешно внедряются ловушки с ртутными лампами на службе учета вредителей садоводства.

В 1954—1956 гг. были опубликованы первые в СССР опыты использования ловушек с источником ультрафиолетовых лучей для изучения энтомофауны и численности насекомых (Мазохин-Поршняков, 1954, 1955, 1956 а, б, в). В настоящее время предложенные нами типы световых ловушек используются различными научно-исследовательскими институтами и организациями для учета численности кровососущих насекомых и сельскохозяйственных вредителей, а также проводятся опыты по применению их в борьбе с вредными насекомыми.

Настоящая статья имеет целью ознакомить широкий круг заинтересованных лиц с устройством и применением световых ловушек.

Источники ультрафиолетового излучения. Опыт показывает, что наиболее удобными источниками ультрафиолета для ловушек оказываются ртутно-кварцевые лампы высокого давления типа ПРК (рис. 1). Эти лампы в широком ассортименте выпускаются нашей промышленностью. Используются они в физиотерапии («кварц») и для облучения животных, в установках для люминесцентного анализа, для освещения декораций, покрытых люминесцентными красками, и т. д.

Из ламп типа ПРК, по нашему мнению, больше всего подходит для энтомологических целей ПРК-4 мощностью 220 ватт. Потребляя относительно небольшую мощность тока, она излучает много ультрафиолетовых лучей (максимум излучения ее приходится на линию паров ртути с $\lambda 3650/63 \text{ \AA}$) и может быть включена (и легко зажжена) в сеть переменного или постоянного тока с напряжением 127 или 220 вольт.

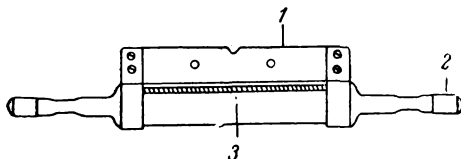


Рис. 1. Ртутная лампа ПРК-4.

1 — крепление лампы; 2 — контакты (электроды), расположенные на обоих концах кварцевого баллона лампы; 3 — конденсаторная полоса.

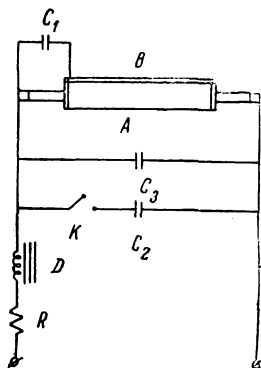


Рис. 2. Схема включения лампы ПРК-4 в сеть переменного тока.

А — лампа; В — конденсаторная полоса; C_1 — конденсатор емкостью 0.0003—0.0005 мкф; C_2 — конденсатор емкостью 2—3 мкф; C_3 — конденсатор емкостью 0.005 мкф и рассчитанный на напряжение не менее 1500 вольт; К — кнопка для зажигания лампы; D — дроссель; R — омическое сопротивление (6 ом).

Ртутные (газосветные) лампы, в отличие от обычных электроламп накаливания, нельзя включать в сеть непосредственно, т. е. без дополнительного индукционного или омического сопротивления. При питании лампы ПРК-4 переменным током последовательно с ней ставят дроссель (прибор ЛКП-2), а для облегчения зажигания ее в электрическую схему вмонтировывают конденсаторы C_1 и C_2 (рис. 2). Электрические параметры дросселя следующие: в пусковом режиме на дросселе должно быть напряжение 127 вольт, а сила тока в цепи должна быть в пределах 4—5 ампер, в рабочем режиме (когда лампа разгорится) сила тока должна снизиться до 3.75 ампер при напряжении на дросселе около 87 вольт. Для зажигания лампы (в схеме с дросселем), после включения ее в сеть, производят быстрое замыкание и размыкание кнопки К (рис. 2), в результате чего на электроды лампы подаются импульсы повышенного напряжения, помогающие возникновению газового разряда. Для снижения радиопомех, вызываемых высокочастотными колебаниями горячей лампы, в сеть, параллельно лампе, следует включить конденсатор C_3 .

Использование лампы в схеме с дросселем — наиболее удобный и экономичный способ эксплуатации. В этих условиях лампа потребляет примерно 220 ватт и может гореть около 1000 часов.

Однако существует другой, более простой, хотя и менее экономичный способ эксплуатации ртутных ламп. За неимением дросселя, а также при питании лампы постоянным током можно использовать для ограничения силы тока в цепи любое омическое сопротивление: реостат, лампа накаливания, электронагревательный прибор. Для облегчения зажигания лампы ПРК-4 в схеме с рео-

статом лучше пользоваться напряжением 220 вольт.¹ В таком случае реостат должен иметь сопротивление 45—50 ом и быть рассчитан на силу тока 4—5 ампер. Вместо него можно ставить электролампу накаливания (или электронагревательный прибор) мощностью 800—1000 ватт для напряжения 220 вольт. В такой схеме ртутная лампа зажигается, как только замыкают цепь. Если же питать лампу ПРК-4, последовательно соединенную с лампой накаливания (мощностью 500 ватт), током с напряжением 127 вольт, то зажечь ее удастся только при кратковременной подаче на электроды (или баллон) лампы импульсов высокого напряжения, порядка 8—10 тыс. вольт. Источником высокого напряжения могут служить катушка Румкорфа или магнето (бобина) двигателя внутреннего сгорания.

Из других особенностей ртутных ламп следует учитывать, что, во-первых, повторное включение горевшей лампы возможно только после ее охлаждения (около 10 минут), во-вторых, эксплуатировать лампу выгоднее в горизонтальном положении (во избежание перегрева электродов и сокращения срока службы лампы), в-третьих, при использовании ламп в фонарях необходимо предусматривать надежную вентиляцию.

Однако в описываемых ниже типах ловушек лампу целесообразнее укреплять вертикально. В этом случае для охлаждения верхнего электрода используется надеваемая на него алюминиевая шайба с 6—8 алюминиевыми лопастями. Диаметр шайбы 2.5—3 см, длина лопастей ее 2.5—3 см.

Можно ставить в ловушки более мощную лампу ПРК-2 (375 ватт), рассчитанную на напряжение 220 вольт. Для нее имеется дроссель: прибор ЛКТ-2-220, ограничивающий силу тока в цепи (в рабочем режиме лампы) до 3.75 ампер при напряжении на нем 170 вольт.

Из других отечественных типов ртутно-кварцевых ламп упомянем лампу сверхвысокого давления СВДШ-250-3 мощностью 250 ватт на 127 вольт. Эта лампа, помимо ультрафиолета, излучает очень мощный видимый свет и поэтому используется в проекционных установках. Она работает на переменном и постоянном токе, но зажечь ее можно только при кратковременной подаче на электроды высокого напряжения. Интенсивность излучения этой лампы существенно зависит от температуры окружающего воздуха: в холодные вечера она светит слабее, так как при чрезмерном охлаждении давление паров ртути в баллоне лампы не достигает положенных 25—35 атмосфер. В остальном лампа СВДШ-250-3 пригодна для световых ловушек.

За границей часто ставят в ловушки 3 или 4 более экономичных люминесцентных ртутных лампы мощностью 15 ватт в колбе из «черного» (увиолевого) стекла.

При работе с ртутными лампами следует пользоваться очками с желтыми или зелеными стеклами и, во избежание ожогов, не подносить к ним на длительное время обнаженные части тела.

Более подробное описание устройства ртутно-кварцевых ламп и принципа их действия содержится в книгах Лазарева (1950) и Мейера и Зейтца (1952).

Типы световых ловушек. Существует три основных типа светоловушек, различающихся устройством улавливающего и убивающего аппаратов: конические ловушки, засасывающие ловушки и ловушки с электрическим убивающим устройством.

1. **Конические ловушки** (рис. 3). Это наиболее простой тип самоловов, издавна используемых энтомологами. Улавливающим

¹ Однако лампа будет при этом расходовать вдвое большую мощность тока (около 600 ватт) против 300 ватт, когда ее включают в аналогичной схеме в сеть с напряжением 127 вольт.

аппаратом является металлический усеченный конус, диаметром (в основании) 50—80 см и углом между его боковыми поверхностями в 70—80°. Лампа укрепляется над основанием конуса и, по желанию, может быть заключена в фонарь со светофильтрами (рис. 4) или в металлическую сетку (рис. 3). Сетка с ячейками 1×1 или 0.5×0.5 мм служит для предохранения раскаленной лампы от соприкосновения с насекомыми. К вершине конуса (обращенной вниз) прикрепляют сосуд с ядовитой жидкостью (бензином или спиртом), куда падают натыкающиеся на сетку и

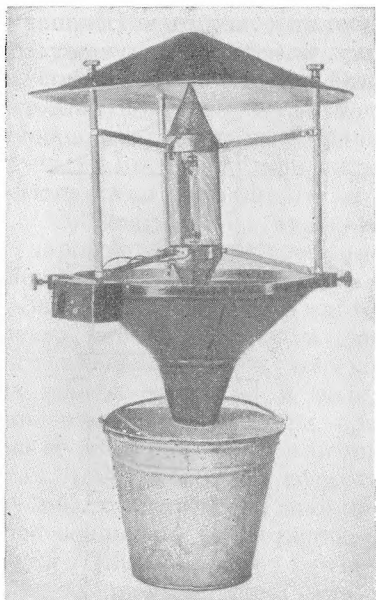


Рис. 3. Коническая ловушка с лампой в сетке.



Рис. 4. Коническая ловушка с лампой в фонаре с увиолевыми стеклами.

стенки конуса насекомые. Таковым может служить стеклянная банка, ведро и т. п.

Для защиты лампы и конуса от дождя над последним иногда ставят конический колпак. Внутреннюю поверхность улавливающего конуса целесообразно отполировать и покрыть голубой нитроэмалью, хорошо отражающей ультрафиолетовые лучи.

2. Л о в у ш к и з а с а с ы в а ю щ е г о т и п а (рис. 5). Эти ловушки имеют специальный всасывающий аппарат, который увлекает внутрь вместе с потоком воздуха вьющихся около лампы насекомых. Они состоят (рис. 6) из металлического цилиндрического корпуса (10) диаметром 30—40 см, приемной цилиндрической сетчатой камеры (11) того же диаметра и высотой 30—40 см, ртутной лампы (3) в сетке (2) или фонаре и защитного колпака (1). Внутри корпуса заключен электромотор (7) с воздушным трехлопастным винтом (8). Мотор должен иметь мощность примерно 70—100 ватт и давать не менее 2000 оборотов в минуту. Защитный колпак укрепляется на 2 или 3 кронштейнах (5). На них же крепится посредством растяжек (6) сетка с заключенной в ней лампой. На корпусе находятся петли (12) для укрепления ловушки во время работы и электрическое распределительное устройство (9). Оно имеет клеммы для независимого подключения к сети лампы и мотора и выключатели к ним. Приемный цилиндр состоит из металлической сетки с ячейками 1×1 мм или

иного размера, в зависимости от того, каких насекомых желательно «отфильтровать» из общего улова. Вместо него на корпус ловушки можно надевать соответствующего размера марлевый мешок, где будут скапливаться пойманные насекомые.

3. Ловушки с электрическим убивающим устройством. Отличаются от ловушек предыдущих типов тем, что они вместо улавливающего аппарата имеют специальную металлическую решетку, связанную с источником высокого напряжения (порядка 9000 вольт). Подлетая к лампе и натываясь на решетку, насекомые получают электрический удар и погибают.

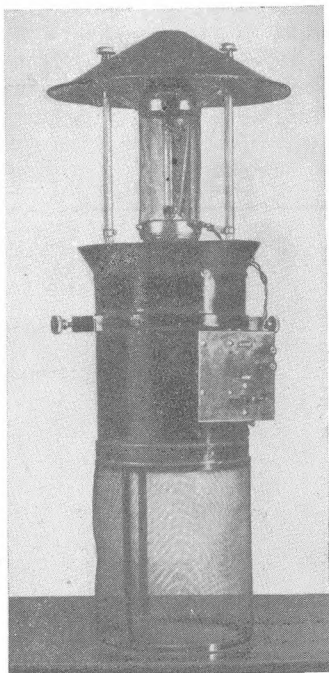


Рис. 5. Ловушка засасывающего типа.

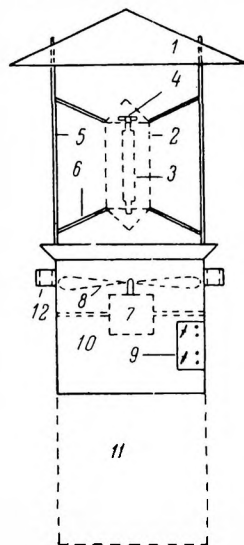


Рис. 6. Схема устройства ловушки засасывающего типа.

Объяснения в тексте.

Нам не приходилось работать с ловушками этого типа. Однако, судя по литературным данным (Taylor a. Deay, 1950; Taylor, Deay a. Ogem, 1951; Glick a. Hollingsworth, 1954), они имеют ряд недостатков: сложность устройства и относительно высокая стоимость изготовления, необходимость специальной изоляции для предупреждения контакта ловушки с человеком и животными, возможность засорения решетки при массовом прилете насекомых.

Применение световых ловушек. Тот или иной тип ловушек, как и любого аппарата, не может быть универсальным. Иначе говоря, каждая из описанных ловушек имеет свои преимущества и недостатки при использовании в различных целях.

Для фаунистических исследований, когда абсолютное количество улавливаемых экземпляров не играет существенной роли, по-видимому, более пригодны конические ловушки и ловушки с электрическим убивающим устройством. Конические ловушки прекрасно улавливают жуков, клопов, крупных бабочек, перепончатокрылых и других относительно малопроворных или тяжеловесных насекомых. Однако для массового сбора комаровидных двукрылых или мелких бабочек они менее пригодны, так как эти легкокрылые формы часто вылетают из конуса прежде, чем

попасть в банку с ядом. Кроме того, ядовитая жидкость может несколько деформировать крылья и тело нежных насекомых, что затрудняет последующее определение их.

Этих недостатков лишены ловушки с электрическим убивающим устройством, но они малодоступны по указанным выше причинам. Такие ловушки практически не портят насекомых и убивают как крупные, так и мелкие формы, прилетающие на свет.

Для учета численности и изучения динамики лёта относительно крупных или мало подвижных насекомых удобны конические ловушки. Уловы в каждую такую ловушку за ночь достигают десятков тысяч экземпляров. Для учета численности мелких двукрылых и чешуекрылых более удобны засасывающие ловушки. Одна такая ловушка собирает за ночь килограммы насекомых. Однако часть их бывает повреждена лопастями воздушного винта. Особенно сильно страдают от ударов винта крупные формы бабочек.

Зная объем воздуха, проходящего через ловушку в единицу времени, уловы насекомых можно относить, в целях сравнения, не только ко времени ее работы в часах или минутах, но и к объему воздуха в кубических метрах. Такая количественная (и качественная) оценка уловов имеет существенное преимущество: она позволяет сравнивать естественное распределение (плотность) насекомых в воздухе (когда ловушка работает с выключенной лампой и ничем не привлекает их) с искусственной концентрацией их вокруг освещенной лампой зоны.

К числу преимуществ засасывающих ловушек следует отнести также автоматическую качественную дифференцировку улавливаемых насекомых. Подбирая тот или иной размер ячеек приемной камеры, можно собирать только крупные формы и оставлять на свободе, например *Brachionidae* и мелких наездников.

Сведения о результатах использования ловушек с ртутными лампами на службе учета вредителей можно найти в соответствующей литературе (Narcourt, 1955, Rihard a. Wene, 1955; Van de Pol, 1956; Zech, 1957, и др.).

Наконец, световые ловушки могут быть использованы и как метод борьбы с вредными видами, особенно в тех случаях, когда нельзя применять инсектициды или когда они оказываются не эффективными, например против скрытоживущих форм (древесница въедливая, яблонная плодожорка и др.).

Конические ловушки пригодны для массового истребления хищных водяных жуков и клопов, которые вредят в прудовых хозяйствах, поедая мальков рыб (Мазохин-Поршняков, 1954б). Применимы они и для истребления майских жуков (Мазохин-Поршняков, 1956), особенно, если использовать их в комбинации с побеленными мелом фанерными щитами, освещаемыми светом лампы ловушки (рис. 7). К таким освещенным ультрафиолетом щитам прилетает большое количество жуков (и прочих насекомых), которых можно при этом уничтожать тем или иным способом.

В целях борьбы с кровососущими двукрылыми и мелкими вредными видами бабочек, по-видимому, очень перспективны световые ловушки за-

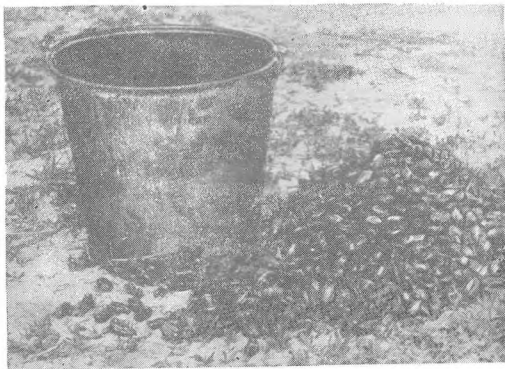


Рис. 7. Улов майских жуков в коническую ловушку за 2 часа ее работы.

сасывающего типа (рис. 5). Так, на хлопковых полях в США за ночь в одну аналогичную ловушку собирали около 112 тыс. бабочек «розового коробочного червя» (Glick a. Hollingsworth, 1954).

В период работы на ровных и лишенных древесной или кустарниковой растительности местах ловушки устанавливают на высоте 1—2 м от почвы. При работе в лесу целесообразнее располагать их на большей высоте, сообразуясь с характером местной растительности. Вообще же, высокое расположение ловушек невыгодно, так как корпус или конус их затеняет внизу большую площадь почвы, где насекомые могут накапливаться и сидеть неподвижно, так и не достигнув ловушки.

Основные преимущества световых ловушек с ртутными лампами сводятся к следующему: 1) ультрафиолетовые лучи привлекают несравненно большее количество насекомых, чем свет обычных ламп; 2) они привлекают и такие виды, которые совсем не летят на обычный свет; 3) в уловах на ультрафиолет оказывается значительно больше самок по сравнению с процентом их в уловах на свет ламп накаливания.

Более подробно этот вопрос освещен в целом ряде работ, появившихся за последние годы (Frost, 1954; Pfrimmer, 1955; Merkl a. Pfrimmer, 1955; Ford, 1955; Glick a. Hollingsworth, 1955; Fust, 1956; Мазохин-Поршняков, 1956в).

ЛИТЕРАТУРА

- Лазарев Д. Н. 1950. Ультрафиолетовая радиация и ее применение. М.—Л.: 1—180.
- Мазохин-Поршняков Г. А. 1954. Использование ультрафиолетового излучения в борьбе с вредными насекомыми в прудовых хозяйствах. Тр. совещ. по рыбов. : 404—406.
- Мазохин-Поршняков Г. А. 1955. Массовое привлечение насекомых на ультрафиолетовое излучение. Докл. АН СССР, 102, 4 : 729—732.
- Мазохин-Поршняков Г. А. 1956а. Ночной лов насекомых на свет ртутной лампы и перспективы использования его в прикладной энтомологии. Зоолог. журн., 35, 2 : 238—244.
- Мазохин-Поршняков Г. А. 1956б. Применение ультрафиолетовых лучей в борьбе с майским жуком. Зоолог. журн., 35, 9 : 1356—1361.
- Мазохин-Поршняков Г. А. 1956в. Сравнение привлекающего действия лучей различного спектрального состава на насекомых. Энтомолог. обзор., 35, 4 : 752—759.
- Мейер А. и Э. Зейтц. 1952. Ультрафиолетовое излучение. М. : 1—574.
- Amanshauser H. 1956. Leuchten mit Ultra-Licht. Zeitsch. Wien. entom. Ges., 67, 1 : 3—9.
- Ford E. B. 1955. Moths. The new naturalist, London : 266.
- Frost S. W. 1954. Response of insects to black and white light. Journ. Econ. Entom., 47, 2 : 275—278.
- Fust B. 1956. Sammeltage in Kals/Osttirol (1 VI bis 30 VI 1954). Entom. Zeitschr., 66, 12 : 137—141.
- Glick P. A. and J. P. Hollingsworth. 1954. Response of the pink bollworm moth to certain ultraviolet and visible radiation. Journ. Econ. Entom., 47, 1 : 81—86.
- Glick P. A. and J. P. Hollingsworth. 1955. Response of moths of the pink bollworm and other cotton insects to certain ultraviolet and visible radiation. Journ. Econ. Entom., 48, 2 : 173—177.
- Harcourt D. G. 1955. The biology and ecology of the Diamonback moth, *Plutella maculipennis* Curt., in eastern Ontario. Dissert. Abstr., 15, 5 : 900—901.
- Heathcote G. D. 1957. The comparison of yellow cylindrical flat and water traps, and of Johnson suction traps, for sampling aphids. Ann. Appl. Biol., 45, 1 : 133—139.
- Kettlewell H. B. D. 1956. A southern migration of *Vanessa atalanta* L. the Red Admiral butterfly. Entomologist, 89, 1112 : 18—19.
- Leffef W. J. B. 1956. Hydroecia petasitis Doubl. in Nederland gevangen. Entom. Ber., 16, 2 : 18—19.
- Merkl M. E. and T. R. Pfrimmer. 1955. Light trap investigations at Stoneville, Miss., and Tallulah, La., during 1954. Journ. Econ. Entom., 48, 6 : 740—741.
- Moericke V. 1955. Über das Verhalten phytophager Insekten während des Befallsflugs unter dem Einfluss von weissen Flächen. Zeitschr. Pflanzenkr., 62, 8—9 : 588—593.

- P f r i m m e r T. B. 1955. Response of insects to three sources of black light. Journ. Econ. Entom., 48, 5 : 619.
- R i h e r d P. T. and G. P. W e n e. 1955. A study of moths captured at light trap at Weslaco, Texas. Journ. Kansas Entom. Soc., 28, 3 : 102—107.
- R o b i n s o n H. S. and P. J. M. R o b i n s o n. 1950. The observed behavior of Lepidoptera in flight in the vicinity of light sources. Entom. Gaz., 1 : 3—20.
- T a y l o r J. G. and H. O. D e a y. 1950. Electric lamps and traps in corn borer control. Journ. Amer. Soc. Agr. Engin., 31, 9 : 503—505.
- T a y l o r J. G., H. O. D e a y and M. T. O r e m. 1951. Some engineering aspects of electric traps for insects. Journ. Amer. Soc. Agr. Engin., 39, 9 : 496—498.
- V a n d e P o l P. H. 1956. De toepassing van vanglampen. Entom. Ber., 16, 11 : 226—236.
- W e b e r G. 1956. Insektenfanglampen für den Warndienst. Zeitschr. Pflanzenkrankh., 63, 9 : 545—550.
- Z e c h E. 1957. Die Flugzeiten des Blattwicklers (*Capua reticulana* Hb.) im Jahre 1955 und der Flugverlauf während der Abende und Nächte. Nachrichtenbl. dtsh. Pflanzenschutzdienst, 11, 2 : 27—32.

Институт биологической физики АН СССР,
Москва.

SUMMARY

The article contains a description of the construction and instructions for the operation of light-traps (both with and without a rotary mechanism) with a high-pressure mercury-vapour lamp PRK-4.

The traps without a rotary mechanism can be recommended for faunistic investigations, for abundance-estimations, as well as for the control of beetles, bugs and other sluggish insects. The rotary type mechanical suction traps are efficient for the mass catches and abundance-estimations of midges, small Lepidoptera and other small alert insects, as well as for the control of some insect pests.
