

TECHNIKI FILMOWE W FILMACH BADAWCZYCH Z ZAKRESU NAUK ROLNICZYCH

Stanisław Olkuśnik

SGGW, Pracownia Pomocy Naukowo-Dydaktycznych, Warszawa

Współczesne nauki rolnicze stanowią zespół różnorodnych dyscyplin, które najogólniej można podzielić na biologiczne i techniczne, a także dyscypliny pośrednie na styku biologii i techniki.

Większość prac badawczych, rolniczych obejmuje obserwację zjawisk, podczas których zachodzą różnorodne zmiany w czasie. Mogą to być zjawiska przebiegające bardzo powoli — ruch niedostrzegalny dla oka ludzkiego lub też zachodząca w bardzo krótkim czasie, również niewidoczne dla obserwatora.

Zagadnienie obserwacji i rejestracji zmian zachodzącego zjawiska jest podstawowym czynnikiem prowadzenia pracy badawczej i stosuje się wtedy różnego rodzaju techniki. Jedną z technik, oddającą duże usługi i stwarzającą szerokie możliwości jest film i technika filmowa.

Na prehistorię filmu składają się trzy nurty badań i doświadczeń zupełnie od siebie niezależnych, których zetknięcie i powiązanie stworzyło kinematografię. Pierwszy nurt to dążenie do odtworzenia ruchu, drugi to badanie natury światła i cienia, trzeci wreszcie najmłodszy to wynalazek fotografii. Wiek XIX przynosi dynamiczny rozwój w dziedzinie badań nad analizą i syntezą ruchu oraz wynalazek fotografii. Oba te kierunki w miarę postępu i zaawansowania zaczynają się ze sobą splatać i wzajemnie oddziaływać, tak że od pewnego momentu stają się nierozłączne.

Powiązania badań nad analizą i syntezą ruchu a fotografią dokonał członek akademii francuskiej, profesor Akademii Medycznej Juliusz Marey. W r. 1867 prowadząc badania nad ruchem konia postawił tezę, że koń w galopie opiera się na jednej nodze. Udowodniono tę tezę przy pomocy zdjęć fotograficznych uzyskanych przez Edwarda Jonesa Muybridge'a z 30 aparatów rozmieszczonych w różnych odstępach.

Za pierwszy film naukowo-badawczy uważać należy pracę wykonaną w r. 1874. Była to rejestracja faz przejścia Wenus przez tarczę słoneczną. J. C. Jansen astronom francuski norweskiego pochodzenia uzyskał przy

pomocy „rewolweru fotograficznego” 17 kolejnych obrazów zjawiska na kliszy fotograficznej.

Zasadniczą cechą charakteryzującą technikę filmową jest możliwość rejestrowania i odtwarzania ruchu. Podstawową funkcją kamery filmowej jest fotograficzne rejestrowanie zjawiska ruchu — fotografia trwająca w czasie. Ta właściwość kamery filmowej czyni z niej jeden z najważniejszych i praktycznie niezastąpiony instrument badawczy. Stwarza też możliwość wielokrotnego odtwarzania tego ruchu — w dowolnym czasie i miejscu.

Kamera filmowa nie tylko rejestruje zmiany ruchu, może także obraz tego ruchu — dla celów badawczo-naukowych — deformować, przyspieszać lub zwalniać. Dzięki temu można obserwować zjawiska przebiegające zbyt szybko lub też zjawiska zachodzące zbyt wolno w stosunku do zdolności percepcyjnych oka ludzkiego.

Te podstawowe właściwości techniki filmowej mogą być zwielokrotnione przez wykorzystanie wszystkich zdobyczy techniki fotograficznej. Należy tu zaliczyć:

— zdjęcia, gdzie podstawowym problemem jest skala obrazu, a więc zdjęcia makroskopowe i mikroskopowe;

— zdjęcia, gdzie obraz fotograficzny rzeczy lub zjawiska otrzymuje się przez zastosowanie promieniowania spoza zakresu światła widzialnego lub światła specjalnego;

— zdjęcia, przy których dla otrzymania obrazu należy zastosować dodatkowe złożone urządzenia optyczne;

— zdjęcia wymagające wyspecjalizowanych metod z uwagi na środowisko czy okoliczności w jakich są wykonywane.

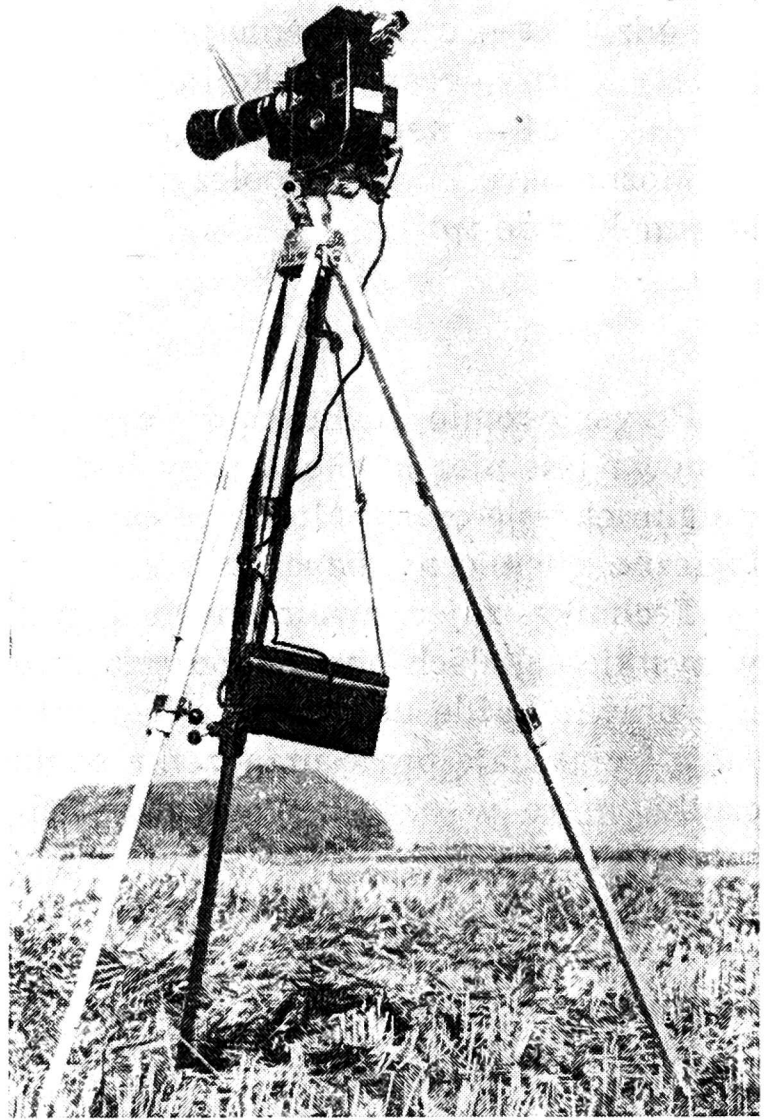
Sposób w jaki zostanie zarejestrowane zjawisko na taśmie filmowej stanowi technikę zdjęciową.

W badaniach z zakresu nauk rolniczych, ze względu na charakter dyscyplin i wynikającą stąd różnorodność problemów i zagadnień, szczególne zastosowanie będą miały następujące techniki zdjęciowe:

1. ZDJĘCIA ZWOLNIONE I POKLATKOWE

Zjawisko kinematografii, czyli obserwowania ruchu na ekranie uzyskuje się dzięki bezwładności oka ludzkiego, które zatrzymuje wywołany obraz przez ok. 1/30 s. Jeżeli przed upływem tego czasu rzucimy na ekran następną fazę i dalej kolejne fazy ruchu to w świadomości człowieka powstanie wrażenie ciągłego ruchu obrazu. Dlatego też przyjęto, jako normę międzynarodową, częstotliwość dla filmu niemego 16 kl./s (czas projekcji obrazu 1/32 s). Przy tej częstotliwości uzyskuje się całkowicie płynny obraz ruchu. W filmie dźwiękowym ze względów technicznych stosuje się częstotliwość 24 kl./s (czas projekcji obrazu 1/48 s). Powyższe normy odnoszą się do projekcji, które odbywają się w zasadzie ze stałą częstotliwością.

Chcąc uzyskać prawidłowe odtworzenie ruchu na ekranie należy wykonywać zdjęcia z tą samą częstotliwością co projekcja. Zależność między częstotliwością w czasie projekcji, a częstotliwością w czasie procesu zdjęciowego ma bardzo poważne znaczenie i spełnia doniosłą rolę w badaniach. Zmieniając w procesie zdjęciowym częstotliwość klatek, można przyspieszyć lub zwolnić na ekranie obraz obiektu filmowanego — przy zachowaniu standardowej częstotliwości projekcji. Właśnie ta zależność powoduje, że kamera filmowa jest właściwie jedynym urządzeniem technicznym, spełniającym takie zadania.



Rys. 1. Kamera Bolex R 16 z regulacją zakresu przesuwu taśmy 12-64 kl/s (fot. W. Woźniak)

Aby na ekranie otrzymać efekt przyspieszenia, należy wykonać zdjęcia z częstotliwością odpowiednio mniejszą niż częstotliwość projekcji. Są to wtedy zdjęcia filmowe zwolnione. Im będzie mniejsza liczba klatek na sekundę w czasie filmowania, tym szybkość na ekranie będzie większa. Rozróżniamy dwa rodzaje zdjęć zwolnionych: zdjęcia zwolnione zwykle o liczbie klatek mierzonej ułamkiem sekundy. Częstotliwość tych zdjęć zmniejsza się 2, 3, 4-krotnie w stosunku do szybkości standardowej. Wykonuje się je przy wykorzystaniu normalnego mechanizmu napędowego kamery uniwersalnej bez specjalnego wyposażenia (rys. 1). Zasadniczą cechą tego rodzaju zdjęć jest uzależnienie od częstotliwości zdjęć czasu ekspozycji (wynika to z powiązania ruchu obrotowego sektora migawki kamery z ruchem taśmy).

Drugi rodzaj zdjęć to zdjęcia poklatkowe. Różnią się tym od poprzednich, że nie istnieje zależność między ekspozycją a liczbą klatek w czasie. Częstotliwość klatek jest w tym wypadku tak mała, że odstęp czasu między ekspozycjami mierzy się w sekundach, minutach, a nawet godzinach. Częstotliwość zdjęć uzależniona jest od czasu trwania zjawiska i odstęp czasu nie mogą być dowolnie stosowane, ale muszą być stałe, a wynikają z założonego czasu projekcji.

Częstotliwość klatek oblicza się wg wzoru:
$$n = \frac{tz}{24tp}$$

gdzie: tz — czas trwania procesu zdjęciowego danego ujęcia,

tp — czas projekcji ujęcia,

24 — współczynnik częstotliwości projekcji (kl./s).

Można określić też współczynnik przyspieszenia ruchu na ekranie jako stosunek tz do tp :

$$P = \frac{tz}{tp}$$

Przyspieszenie ruchu może być bardzo duże i dzięki temu technika filmowa jest niezastąpiona przy badaniu zjawisk zachodzących w bardzo długim okresie czasu. Można rejestrować i badać długotrwałe procesy biologiczne, chemiczne, fizyczne.

Technikę zdjęć zwolnionych i poklatkowych można stosować przy wszystkich skalach obrazu. Zdjęcia zwolnione i poklatkowe można wykonać prawie każdą uniwersalną kamerą i nie są konieczne, aczkolwiek istnieją i ułatwiają pracę urządzenia pomocnicze, jak np. automatyczne włączniki, które w określonych odstępach czasu włączają światło, uruchamiają kamerę.

Podstawowym problemem praktycznym przy zdjęciach poklatkowych jest zapewnienie stabilności wszystkim elementom filmowanym i filmującym.

W czasie zdjęć należy zapewnić jednakowe warunki oświetleniowe. Zabezpieczyć kamerę przed jakimkolwiek ruchem. Obiekt zdjęciowy musi być ustawiony tak, aby w trakcie trwania zdjęć nie mogła nastąpić żadna niezamierzona zmiana położenia. W przypadku obiektu biologicznego należy zapewnić właściwą dla danego organizmu wilgotność, temperaturę i światło.

Przykładowo podaję czynności jakie należy wykonać, aby naeksponować jedną klatkę:

- wyłączyć światło biologiczne (nie biorące udział w procesie ekspozycji),
- włączyć lampy oświetleniowe, fotograficzne,
- otworzyć sektor kamery,
- eksponować klatkę,
- zamknąć sektor kamery,

- zgasić lampy oświetleniowe,
- włączyć światło biologiczne.

Widać więc, że technika zdjęć poklatkowych jest bardzo żmudna, pracochłonna i wymaga dobrego przygotowania stanowiska zdjęciowego.

2. ZDJĘCIA SZYBKOŚCIOWE

Zdjęciami szybkościowymi nazywamy zdjęcia wykonywane z większą liczbą klatek/s niż standardowa, tj. 16 lub 24 kl/s podczas projekcji. Przez zwiększenie częstotliwości zdjęć uzyskuje się na ekranie efekt zwolnienia ruchu w stosunku do prędkości rzeczywistej. Ta technika jest niezastąpiona przy obserwacji zjawisk zachodzących w bardzo krótkim czasie. Metodą tą można analizować ruchy ludzi, zwierząt lub ich organów, bada się przebieg szybkich procesów, np. w technice rolniczej.

Zdjęcia przyspieszone należy także stosować tam, gdzie chodzi o zachowanie proporcji między prędkością rzeczywistą a pozornym zwiększeniem obrazu (tylko przy zdjęciach makroskopowych obiektów będących w ruchu).

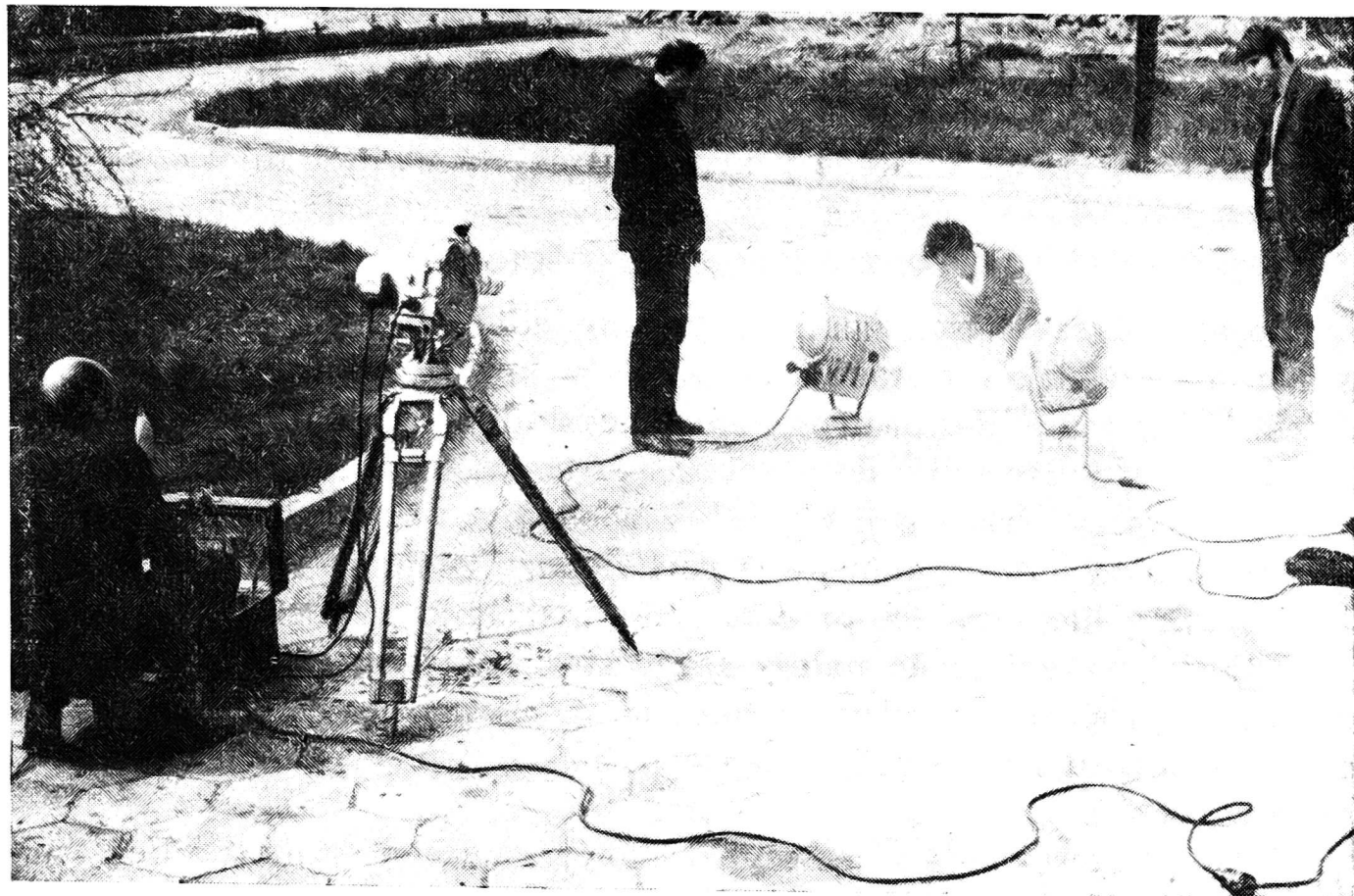
Szerokie stosowanie zdjęć szybkościowych w nauce zmusiło konstruktorów do budowy wielu wyspecjalizowanych typów kamer. Różnorodność ta wynikała z konieczności dostosowania kamery do zadania, przy czym zasadniczym kryterium jest zawsze częstotliwość klatek, a ta jest uwarunkowana prędkością przebiegu zjawiska.

Problem zasadniczy konstrukcji kamer do zdjęć szybkich polega na trudnościach związanych ze zwiększeniem prędkości przesuwu taśmy. Stosowany w normalnej technice zdjęciowej skokowy przesuw taśmy nie pozwala na zbyt duże zwiększenie prędkości taśmy. Dużo większe prędkości można uzyskać przy ciągłym przesuwie taśmy. Zdjęcie musi być naeksponowane w czasie ruchu materiału światłoczułego. Dla uniknięcia rozmazania obrazu stosuje się dwie metody. Pierwsza polega na tzw. kompensacji optycznej, a druga na bardzo krótkich ekspozycjach.

Metoda kompensacji polega na wprawieniu w ruch zgodnie z kierunkiem przesuwu taśmy obrazu utworzonego przez obiektyw. W rezultacie obraz przesuwa się w czasie ekspozycji razem z taśmą. Przesuwanie obrazu uzyskuje się, stosując wirujący pryzmat, wirujący bęben z lusterkami na obwodzie lub wirujące obiektywy (rys. 2).

Innym sposobem uniknięcia rozmazania obrazu jest metoda bardzo krótkich ekspozycji. Bardzo krótkie ekspozycje otrzymuje się za pomocą wąskich szczelin w wirującej przed negatywem tarczy. Metodę tę stosuje się do bardzo silnie oświetlonych obiektów (występują tu deformacje z powodu nierównomiernego eksponowania całej klatki). Metodę tę wykorzystuje się do zjawisk samoświejących.

Druga metoda uzyskiwania bardzo krótkich ekspozycji polega na wykorzystaniu do oświetlania obiektu bardzo krótkich błysków lamp błyskowych.



Rys. 2. Kamera Pentazet 16 produkcji NRD, 300-3000 kl./s podczas filmowania pracy piły mechanicznej (fot. W. Woźniak)

Obecnie stosowane kamery do zdjęć szybkościowych umożliwiają osiągnięcie do 50 000 kl./s i projekcję uzyskanych zdjęć. A więc obserwowanie zjawiska na ekranie w tempie zwolnionym w myśl wzoru:

$$Z = \frac{n_z}{n_p}$$

gdzie: Z — współczynnik zwolnienia,
 n_z — częstotliwość zdjęć,
 n_p — częstotliwość projekcji.

3. ZDJĘCIA ULTRASZYBKOŚCIOWE

Są to zdjęcia o bardzo dużej liczbie klatek/s, przy czym wymiary taśmy, kształt, wielkość i rozmieszczenie kadru nie są standardowe, w związku z czym niemożliwa jest projekcja uzyskanych kinogramów bez uprzedniego przetworzenia (skopiowania) na taśmę i kadr standardowy.

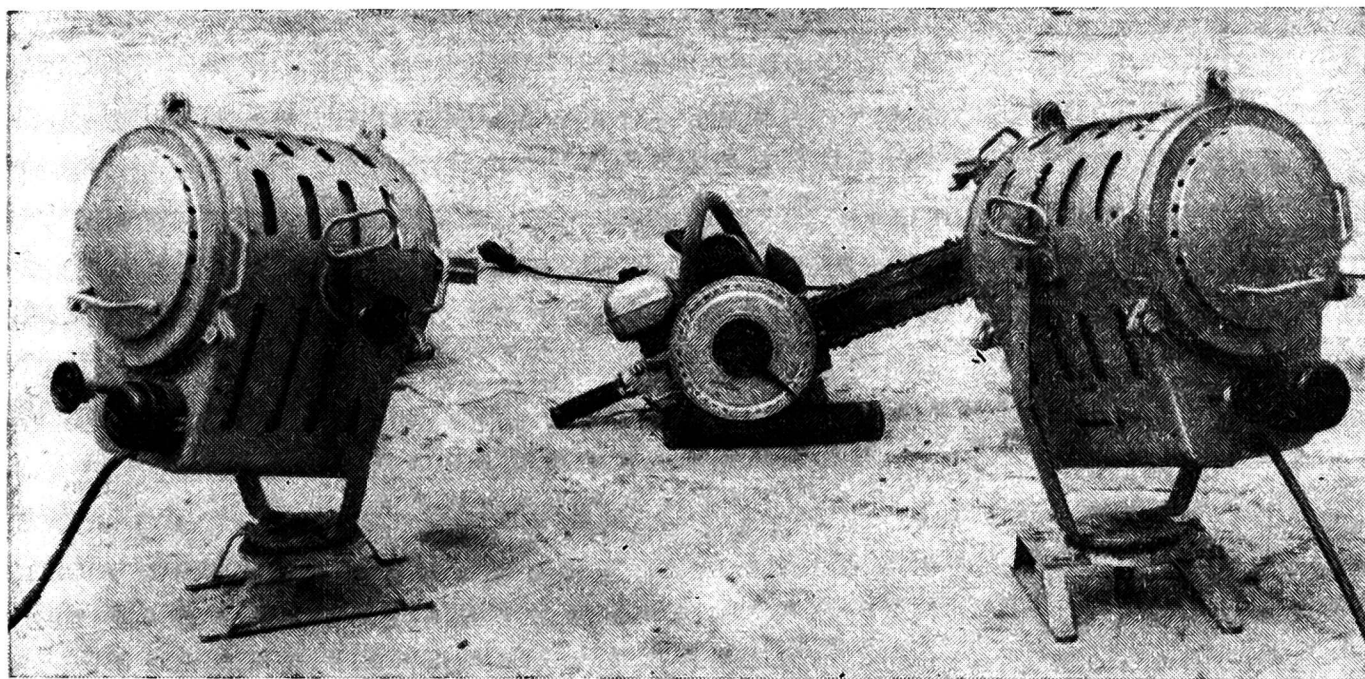
Zdjęcia te stosuje się do badań szybkich procesów, a obecna technika umożliwia wykonywanie zdjęć z częstotliwością ponad 100 000 000 na sekundę. Zdjęcia te służą w zasadzie do analizowania zmian w poszczególnych klatkach.

Zwiększenie częstotliwości klatek osiąga się kilkoma metodami, które wynikają z konstrukcji kamer, sposobu organizowania ultrakrótkich

ekspozycji. Wydaje się, że zdjęcia ultraszybkościowe nie mają większego praktycznego znaczenia w naukach rolniczych; wątpliwa już jest konieczność uzyskiwania zwolnień rzędu 50 000 razy.

Z uwagi na bardzo krótki czas ekspozycji zdjęcia szybkościowe wymagają natężenia oświetlenia rzędu setek tysięcy luxów. Silne oświetlenie można uzyskać, stosując lampy łukowe, węglowe, rtęciowe wysokoprężne, ksenonowe lub lampy błyskowe (rys. 3).

Innym rodzajem zdjęć są zdjęcia filmowe, gdzie podstawowym problemem jest skala obrazu. Mówimy tu o zdjęciach makro- i mikroskopowych.



Rys. 3. Oświetlenie piły mechanicznej: słoneczny letni dzień, 2 reflektory à 2 kW, filmowanie 3000 kl./s, taśma filmowa 27 din, przysłona obiektywu 5,6-8 (fot. W. Woźniak)

4. ZDJĘCIA MAKROSKOPOWE

Podstawowym kryterium określającym technikę makroskopową jest skala obrazu na taśmie filmowej. Skala obrazu to nic innego, jak tylko obrazy fotograficzne małych obiektów z bliskich odległości. Ostry obraz obiektu otrzymamy na płaszczyźnie materiału światłoczułego wówczas, gdy ustalimy właściwą odległość obiektu od obiektywu. Można ogólnie powiedzieć, że im bliżej podchodzimy z obiektywem do obiektu fotograficznego, tym dalej należy odsunąć obiektyw od materiału światłoczułego.

Konstrukcja kamer filmowych umożliwia wykonywanie zdjęć obiektów oddalonych od kamery od ok. 0,5 m do nieskończoności. Przy fotografowaniu bliżej położonych obiektów stosuje się dwie metody. Pierwsza polega na umieszczeniu między obiektywem a kamerą pierścieni pośrednich, druga zaś na stosowaniu soczewek nasadkowych, odpowiednio skra-

cających ogniskową obiektywu. Najpowszechniej stosowane są pierścienie pośrednie (mogą to być pierścienie o stałych wymiarach lub urządzenia miechowe).

Metoda soczewek nasadkowych stosowana jest rzadziej. Wprowadza się ostatnio stosowanie zamiast soczewki nasadkowej, drugiego obiektywu umieszczonego przed obiektywem zasadniczym.

Wielkość obrazu na negatywie zależy od stosunku ogniskowych, czyli skala obrazu:

$$S = \frac{f_1}{f_2}$$

gdzie

f_1 — ogniskowa obiektywu zasadniczego (nastawionego na nieskończoność)

f_2 — ogniskowa obiektywu dodatkowego (w ogniskowej tego obiektywu umieszczony jest obiekt fotografowany).

Z powyższego wynika, że przy zastosowaniu obiektów o jednakowej ogniskowej uzyskujemy skalę obrazu 1 : 1. Należy tu podkreślić, że odległość między obiektywami nie wpływa ani na ostrość ani na wielkość obrazu.

Główne trudności z jakimi spotykamy się przy zdjęciach makroskopowych to uzyskanie prawidłowej ekspozycji, bowiem zwiększenie odległości obiektywu od materiału światłoczułego powoduje zmniejszenie jasności obrazu w płaszczyźnie materiału światłoczułego. Dla przykładu można przytoczyć, że przy zdjęciach wykonywanych w skali 1 : 1, czyli przy wysunięciu obiektywu na odległość ogniskowej, należy zwiększyć ekspozycję 4-krotnie, a przy skali 5 : 1 należy zwiększyć już 36-krotnie. Problem oświetlenia zależeć będzie od sprawy głębi ostrości. Z praw optyki wynika, że w miarę zbliżania obiektywu do obiektu (w miarę zmniejszania skali obrazu) głębia ostrości zmniejsza się. Zależność między oświetleniem a głębią polega na tym, że chcąc uzyskać możliwie dużą głębię ostrości zmniejszamy otwór czynny obiektywu, a zatem musimy zwiększyć ilość światła. Oświetlenie przy zdjęciach makro jest poważnym problemem, zwłaszcza przy obiektach biologicznych, dla których silne światło i temperatura jest często szkodliwa, a czasem wręcz zabójcza.

W praktyce spotykamy się z dwoma rodzajami zdjęć makro. Pierwsze wykonywane przy pomocy pierścieni pośrednich w skali od 10 : 1 do 2 : 1, a w wyjątkowych warunkach 1 : 1 (będą to zdjęcia fragmentów roślin, małe zwierzęta, owady itp.). Można te zdjęcia wykonywać przy świetle naturalnym, natomiast przy świetle sztucznym zdjęcia te sprawiają więcej kłopotów natury technicznej i organizacyjnej. Ostatnio stosuje się do tych zdjęć światła błyskowe (lampa zsynchronizowana z częstotliwością kamery) i uzyskuje się zaskakująco dobre wyniki.

Drugi rodzaj zdjęć to zdjęcia przy pomocy specjalnej aparatury, w skład której wchodzi: kamera filmowa, stolik preparacyjny oraz urządze-

nia oświetleniowe. W takim urządzeniu przy wykonywaniu zdjęć stosujemy następujące sposoby oświetlenia, zdjęcia w świetle odbitym i zdjęcia w świetle przechodzącym (tzn. transparent). W obu typach oświetlenia można uzyskać ciemniejszy preparat na jasnym polu (tzw. jasne pole) oraz jaśniejszy preparat na ciemnym polu (tzw. ciemne pole). Światło odbite stosuje się przy obiektach nieprzezroczystych, natomiast preparaty przezroczyste fotografuje się w świetle przechodzącym.

Ustalanie wielkości eksponometrycznych dokonuje się zwykle metodą próbnych zdjęć. Wynika to z konieczności pomiaru światła, a w tym przypadku należałoby mierzyć światło w płaszczyźnie materiału światłoczułego.

Pewną odmianą zdjęć makroskopowych są zdjęcia endoskopowe. Z punktu widzenia techniki filmowej jest to wykonanie zdjęcia małej powierzchni (małego obiektu) w dużym zagłębieniu. Mamy tu za zadanie oświetlić obiekt znajdujący się w głębi i wykonać zdjęcie. W tym celu należy niejako udostępnić obiekt przez rozwarcie wejścia do jamy lub przewodu. Stosuje się do tego celu tzw. endoskopy. W zależności od długości przewodu stosuje się endoskopy krótsze lub dłuższe. Przy zastosowaniu pierwszych należy użyć obiektów o długich ogniskowych, długie endoskopy posiadają własny układ optyczny.

Oświetlenie przy zdjęciach endoskopowych można rozwiązać następująco: użyć do celów zdjęciowych system światlny endoskopów, a drugi sposób polega na doprowadzeniu światła „przewodem świetlnym” — prętem kwarcowym umieszczonym przy ścianie endoskopu. Wreszcie ostatni sposób to użycie lustra płaskiego lub wklęsłego, które posiada w środku otwór na obiektyw kamery. Przenosi się tu promienie światła wzdłuż osi optycznej kamery.

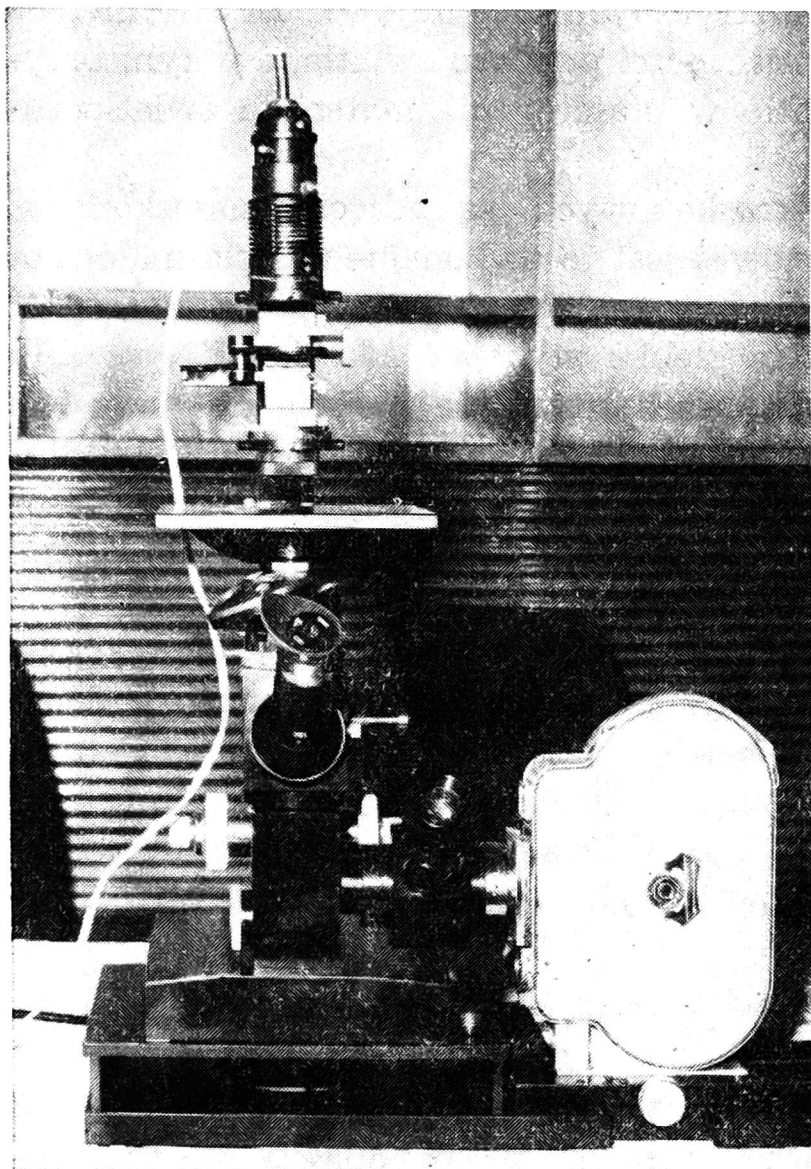
5. ZDJĘCIA MIKROSKOPOWE

Wszystkie obserwacje prowadzone za pomocą mikroskopu mogą być zarejestrowane na taśmie filmowej po prostu przez odpowiednie połączenie mikroskopu z kamerą. Mikroskop daje obraz pozorny, obraz rzeczywisty powstaje w oku obserwatora pod wpływem dodatkowego układu optycznego jakim jest soczewka oczna.

Obraz rzeczywisty można uzyskać kilkoma metodami. Najczęściej stosowana jest zmiana położenia okularu tak, aby obraz pierwotny znalazł się przed ogniskiem okularu, wówczas utworzy się obraz rzeczywisty powiększony i nie odwrócony. Mikroskop pracuje jako aparat projekcyjny, rzutując obraz na materiał światłoczuły. Aparatura do zdjęć mikroskopowych składa się z trzech zasadniczych części, tj. kamery, mikroskopu oraz systemu oświetlenia. Urządzenie takie pracuje najczęściej w układzie pionowym, jest bardzo solidnie zbudowane i musi spełniać cały szereg wymagań. Bardzo ważnym elementem w tej aparaturze jest system oświetlenia. Stosuje się tu oświetlanie światłem odbitym i przechodzącym i po-

dobnie jak w zdjęciach makro możemy wykonywać zdjęcia w jasnym lub ciemnym polu (rys. 4).

Współczesna technika mikroskopii optycznej posiada dużą ilość różnego rodzaju obiektywów, okularów, kondensatorów, które pozwalają wykonywać z dobrymi rezultatami nawet bardzo trudne zdjęcia. Stosuje się ostatnio kontrast fazowy, anaptralowy oraz interferencyjny.



Rys. 4. Kamera filmowa Admira sprzężona z mikroskopem — filmowanie obrazów mikroskopowych (fot. W. Woźniak)

Dużym problemem warsztatowym przy zdjęciach mikro jest określenie ekspozycji. Czynników wpływających na wielkość ekspozycji jest bardzo dużo, a dotychczas najpewniejszym i najszybszym sposobem jest określenie ekspozycji empirycznie, na podstawie próbných zdjęć. Istniejące światłomierze dają odczyt orientacyjny i zupełnie nie gwarantują prawidłowej ekspozycji. Wynika to stąd, że światłomierz mierzy intensywność źródła światła i tylko w minimalnym stopniu uwzględnia charakter preparatu. Regulowanie ekspozycji nie polega tutaj na zmniejszaniu strumienia świetlnego (przysłona), lecz na regulowaniu intensywności światła zmianą mocy lampy przez stosowanie szarych filtrów lub zmianę częstotliwości zdjęć, względnie przy pomocy migawki fotograficznej przy zdjęciach poklatkowych. Zmiana bowiem strumienia świetlnego powoduje du-

że zmiany w charakterze obrazu, zmienia się kontrast, zdolność rozdzielcza itp.

Należy tu wspomnieć o zdjęciach z mikroskopu elektronowego. Powiększony obraz tworzy strumień elektronów, który bombarduje ekran fluorescencyjny. Zdjęcia filmowe można uzyskać, stosując zamiast ekranu materiał światłoczuły lub przez fotografowanie ekranu fluorescencyjnego, podobnie jak przy zdjęciach rentgenowskich. Należy dodać, że większość mikroskopów elektronowych posiada wbudowane kamery filmowe.

W badaniach prowadzonych w ramach nauk rolniczych występuje szereg problemów, gdzie zachodzące zjawiska mogą być obserwowane w promieniach spoza światła widzialnego. Technika filmowa umożliwia zarejestrowanie tych obserwacji na taśmie filmowej, co oczywiście znacznie zwiększa efektywność tego rodzaju badań. Z punktu widzenia techniki zdjęciowej mamy tu do zastosowania zdjęcia w promieniach rentgena, w ultrafiolecie i w podczerwieni.

6. ZDJĘCIA W PROMIENIACH RENTGENA

Obraz rentgenowski powstaje w ten sposób, że wychodzące z lampy promienie przenikają w większym lub mniejszym stopniu przez badany obiekt i idąc dalej prostoliniowo padają na ekran fluorescencyjny, wywołując świecenie ekranu. Świecenie to jest proporcjonalne do natężenia promieni. Stopień kontrastowości uzyskuje się przez stosowanie promieni o różnej „twardości”, zależnej od napięcia na anodzie lampy rentgenowskiej. Im napięcie większe, tym twardsze promienie, łatwiej przenikające przez obiekt, ale dające w efekcie mniejszy kontrast. Promienie miękkie są silniej pochłaniane, ale dają obraz bardziej kontrastowy. Twardość promieni należy dobierać do każdego obiektu oddzielnie. Stosuje się dwie zasadnicze metody zdjęć. Metoda bezpośrednia, polegająca na bezpośrednim eksponowaniu materiału światłoczułego promieniami rentgena, ale obiekt filmowany nie może być większy od formatu klatki filmowej. Metoda pośrednia polega na filmowaniu obrazu powstałego na ekranie fluorescencyjnym. Ujemną stroną tej metody jest mała ostrość. Dużą trudność stwarza uzyskanie wystarczającej ekspozycji. Sprawę ekspozycji rozwiązano przez zastosowanie bardziej światłoczułych materiałów w tym zakresie promieniowania oraz przez stosowanie jaśniejszych obiektywów (np. 1 : 0,7, 1 : 0,9) i zastosowanie większego kąta sektora (270°).

Zdjęcia w promieniach miękkich wykonuje się metodą bezpośrednią, gdyż z reguły promieniowanie to stosuje się do prześwietlania ciał o małej gęstości i grubości, obiekty te mają zwykle małe wymiary. Zdjęcia wykonuje się zwykłą kamerą bez obiektywów, zasłaniając okienko filmowe, aby zabezpieczyć materiał światłoczuły przed światłem widzialnym.

7. ZDJĘCIA W PROMIENIACH ULTRAFIOLETOWYCH UV

Promienie UV mają zastosowanie w fotografii i kinematografii. Można dokonywać zdjęć w promieniach UV odbitych, co pozwoli odkrywać pewne szczegóły w obiekcie fotografowanym w związku z odmiennym pochłanianiem i odbijaniem promieni UV w stosunku do światła widzialnego. Promienie te stosuje się również w zdjęciach mikro w celu zwiększenia zdolności rozdzielczej i osiągnięcia większych powiększeń.

Promienie UV wykorzystuje się również pośrednio w zdjęciach filmowych do wywoływania luminiscencji. Pod wpływem działania widzialnych i niewidzialnych promieni UV niektóre związki chemiczne świecą. Świecenie to nazywa się luminiscencją. Metoda fotografii luminiscencyjnej polega na wykorzystaniu tego świecenia luminiscencyjnego. W tym celu obiekt powinien posiadać właściwości luminiscencyjne lub być pokryty albo nasączony specjalnymi związkami lub farbami tzw. luminoforami.

Zdjęcia luminiscencyjne stosuje się przy badaniach mikroskopowych małokontrastowych obiektów biologicznych. Można badać rozmieszczenie i działanie niektórych związków, można stwierdzać wydalenie niektórych produktów przemiany materii, obserwować obumieranie komórek itd.

Ze względu na to, że stosunek pochłoniętej energii promieniowania UV do otrzymanej luminiscencji jest bardzo mały (0,01%) stosuje się bardzo silne źródła promieniowania. Należy o tym pamiętać i zabezpieczyć materiał światłoczuły w kamerze filmowej przed naeksponowaniem go promieniami UV odbitymi od badanego obiektu, które są znacznie silniejsze od uzyskanej luminiscencji. Zabezpieczenie to polega na zastosowaniu specjalnych filtrów przed obiektywem kamery.

8. ZDJĘCIA W PROMIENIACH PODCZERWONYCH

Znaczenie podczerwieni dla celów fotograficznych i filmowych opiera się na dwóch cechach:

1) promienie podczerwone mniej rozpraszają się w ośrodkach mętnych i lepiej przechodzą przez mgiełkę atmosferyczną, co daje możliwość fotografowania z bardzo dużej odległości;

2) dużo ciał posiadających w świetle widzialnym jednakową barwę i jasność często różnie pochłania promienie podczerwone, skutkiem czego ich obrazy fotograficzne w tych promieniach posiadają inne zaczerwienie i mogą tym samym ujawnić interesujące cechy fotografowanego obiektu.

Na przykład chlorofil bardzo silnie odbija promienie podczerwone, skutkiem tego zdjęcia wykonane na materiale uczulonym na podczerwień powodują, że liście w pozytywie wychodzą prawie białe. Niektóre materiały zupełnie nieprzezroczyste dla promieniowania widzialnego przepuszczają promienie podczerwone, np. powłoka chitynowa owadów, skóra ludzka.

Do zdjęć w podczerwieni stosuje się specjalnie uczulone materiały. Materiały te są mało trwałe, wywoływanie tych materiałów odbywa się w normalnym wywoływaczu negatywowym.

Ponieważ materiały światłoczułe uczulone na podczerwień są także czułe na światło widzialne, przeto należy stosować specjalne filtry, które przepuszczają promienie podczerwone, a zatrzymują promienie widzialne. Filtry można stosować na lampach lub obiektywach. Jako filtry na źródło światła mogą być stosowane nie tylko barwione szkła, ale i inne materiały przepuszczające podczerwień, np. ebonit o grubości od 0,3 do 0,6 mm, wszystkie gatunki drewna o grubości ok. 3 mm, niektóre gatunki papieru. Nastawianie ostrości i danych eksponometrycznych dokonuje się metodą zdjęć próbnych.

Wyżej omówione techniki zdjęciowe mogą mieć duże znaczenie dla badań w naukach rolniczych. Istnieją jeszcze inne sposoby wykonywania zdjęć filmowych, jak np. w świetle spolaryzowanym, metody zdjęć ośrodków przezroczystych, ale mogą one mieć, jak się wydaje, rzadsze zastosowanie i stąd nie są omawiane.

Wszystkie wymienione techniki zdjęciowe zostały omówione w sposób bardzo skrótowy. Każda z tych technik bowiem, aby mogła być w pełni wykorzystana, wymaga nie tylko gruntownej znajomości praw



Rys. 5. Analiza jakościowa filmu badawczego przy pomocy stolika przeglądowego (fot. W. Woźniak)

rzządzających zachodzącymi zjawiskami, ale także znajomości aparatury, techniki fotografowania itp.

Zakres zastosowania techniki filmowej w nauce jest bardzo szeroki, można jednak wyróżnić trzy główne kierunki tego zastosowania:

1) rejestracja nosząca charakter dokumentu naukowego (rejestracja rzeczy i zjawisk);

2) pomiary, np. czas trwania procesu czy zjawisk, określenie położenia przedmiotów w przestrzeni;

3) badania — rejestrowanie oraz analizowanie zjawisk i rzeczy, które mogą być udostępnione dla oka ludzkiego wyłącznie przez zastosowanie techniki filmowej (rys. 5).

Z wymienionych technik zdjęciowych na ogół dyscypliny biologiczne mogą częściej stosować zdjęcia zwolnione i poklatkowe, zdjęcia makro- i mikroskopowe, zdjęcia rentgenowskie oraz zdjęcia endoskopowe, zdjęcia w promieniach UV czy podczerwieni.

Dyscypliny o charakterze technicznym mogą częściej stosować zdjęcia szybkie, zdjęcia rtg, zdjęcia makro, w świetle spolaryzowanym, a także w podczerwieni.

STRESZCZENIE

Sposób w jaki przy pomocy kamery filmowej zostanie zarejestrowane zjawisko na taśmie filmowej stanowi technikę zdjęciową. W filmie badawczym są stosowane następujące techniki zdjęciowe: zdjęcia zwolnione i poklatkowe, szybkościowe i ultraszybkościowe, makroskopowe, mikroskopowe, rentgenowskie, w promieniach ultrafioletowych, w podczerwieni, w świetle spolaryzowanym, ośrodków przezroczystych, endoskopowe.

Problematyka, którą zajmują się nauki rolnicze powoduje, że nie wszystkie techniki zdjęciowe mają zastosowanie w każdej z dyscyplin.

Na ogół dyscypliny biologiczne mogą częściej stosować zdjęcia zwolnione i poklatkowe, zdjęcia makro- i mikroskopowe, zdjęcia rentgenowskie, zdjęcia endoskopowe. Dyscypliny o charakterze technicznym mogą częściej stosować zdjęcia szybkie, zdjęcia w podczerwieni, w świetle spolaryzowanym, a także rentgenowskie.

Zastosowanie filmu w badaniach może iść w trzech kierunkach: Pierwszy to badania przy pomocy taśmy filmowej. A więc rejestrowanie na taśmie dla dalszej analizy zjawisk i rzeczy, które mogą być udostępnione dla oka ludzkiego wyłącznie przez zastosowanie techniki filmowej. Znajdują tu zastosowanie zwolnienia poklatkowe, szybkościowe, zdjęcia w ciemności, zdjęcia rentgenowskie. Drugi kierunek to pomiary czasu trwania procesów czy zjawisk, określanie położenia przedmiotu w przestrzeni. Trzeci kierunek to rejestracja przebiegu doświadczeń czy badań dla celów dokumentacji naukowej.

LITERATURA

1. *B. Bączyński*: Specjalne techniki zdjęciowe filmu naukowego. Łódź 1968.
2. *Bergner, Geltha, Mehlis*: Einführung in die praktische Mikrofotografie, Veb Fotokinoverlag Halle, 1961.
3. *Brauer i Schimnrich*: Foto-Kino-Optik, Leipzig 1961.
4. *A. R. Michaelis*: Research Films in Biology, Anthropology, Psychology and Medicine. New York 1955.

*C. Олькусник*КИНЕМАТОГРАФИЧЕСКИЕ ТЕХНИКИ, КОТОРЫЕ ВОЗМОЖНО ПРИМЕНЯТЬ
В ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ КИНОФИЛЬМАХ В ОБЛАСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТ-
ВЕННЫХ НАУК

Р е з ю м е

Современные сельскохозяйственные науки составляют группу различных отраслей науки, которые в своих исследовательских работах используют различные техники. Одной из техник, которая оказывает большую услугу является кинематографическая техника.

Кинофильм дает возможность регистрировать явления, где фотографическое изображение получаем при применении излучения вне диапазона видимого света или специального света. Кинофильм можно применять также везде там, где главной проблемой является масштаб изображения, где для получения изображения необходимо дополнительно применять сложное оптическое оборудование.

Проблемы, которыми занимаются сельскохозяйственные науки, вызывают что не все техники снимков нашли применение в каждой из научных отраслей.

Применение кинофильма в исследованиях может происходить в трех направлениях. Первое это исследование при помощи киноплёнки. А именно регистрирование на плёнке для дальнейшего анализа, явлений и вещей, которые могут быть доступны для человеческого глаза только благодаря применению техники кинематографической. Нашли здесь применение замедления по отдельным кадрам, скоростные, снимки в темноте, рентгеновские снимки. Второе направление это измерение времени продолжения процессов или явлений, определения расположения предмета в пространстве. Третье направление это регистрация хода опытов для исследований, для целей научной документации. Например регистрация хирургических операций, регистрация одновременных показаний многих измерительных приборов, регистрация уникальных составов исследовательской аппаратуры, технических решений, оборудования в движении и т.д.

*S. Olkuśnik*FILM TECHNIQUES AVAILABLE FOR APPLICATION IN SCIENTIFIC MOVIES
IN THE FIELD OF AGRICULTURAL SCIENCES

S u m m a r y

Contemporary agricultural sciences constitute a number of disciplines applying various techniques. One of them of great importance is the film technique.

Film enables recording of phenomena, where a photographic image is obtained using radiation beyond the range of perceptible light, or a scattered light. Film can also be made when the scale of subject is very small and additional complicated optical instruments must be applied.

Agricultural sciences deal with problems which make it impossible to apply all film techniques in the particular disciplines.

Film in research work can be applied in a threefold manner: The first one are

the investigations with film application, i.e. recording phenomena and things, which can be made accessible for the human eye owing only to the film technique for further analysis application. In this case time-lapsed and frame pictures, rapid pictures, pictures in darkness and under drays can be applied. The second way are measurements of duration of the given process or phenomenon, determination of position of the given thing in space, the third one — recording the given investigation or experiment course, e.g. surgical operations, simultaneous readings of many measuring instruments, unique sets of research apparatus, technical solutions, instruments or devices in motion, etc.

All the film techniques and their methods of application can be used in different combinations, which widens considerably the scope of use of scientific cinematography.