

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный университет геосистем и технологий»
(СГУГиТ)

М. П. Егоренко, В. С. Ефремов

**ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
И КОНСТРУИРОВАНИЯ**

**МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРОВ**

Утверждено редакционно-издательским советом университета в качестве
учебно-методического пособия для обучающихся по направлению подготовки
12.03.02 Опотехника (уровень бакалавриата)

Новосибирск
СГУГиТ
2025

УДК 001.892.001

E302

Рецензенты: кандидат технических наук, заместитель директора филиала АО «ПО «УОМЗ» «Урал-СибНИИОС» *Д. С. Шелковой*

кандидат технических наук, начальник лаборатории тепловидения АО «ПО «УОМЗ» «Урал-СибНИИОС»» *Ю. А. Фесько*

кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой физики СГУГиТ *И. Н. Карманов*

Егоренко, М. П.

E302 Основы проектирования и конструирования. Методы проектирования оптико-электронных приборов : учеб.-метод. пособие / М. П. Егоренко, В. С. Ефремов. – Новосибирск : СГУГиТ, 2025. – 88 с. – Текст : непосредственный.

ISBN 978-5-907998-58-2

Учебно-методическое пособие подготовлено кандидатом технических наук, проректором по учебной работе, доцентом М. П. Егоренко и кандидатом технических наук, доцентом В. С. Ефремовым на кафедре фотоники и приборостроения СГУГиТ.

Учебно-методическое пособие предназначено для обучающихся при изучении дисциплины «Основы проектирования и конструирования».

Содержит методические рекомендации по выбору метода проектирования, применяемого для разработки оптико-электронных приборов.

Учебно-методическое пособие предназначено для обучающихся по направлению подготовки 12.03.02 Опотехника (уровень бакалавриата), а также может использоваться по направлениям подготовки 12.04.02 Опотехника (уровень магистратуры) и 12.03.01 Приборостроение (уровень бакалавриата).

Рекомендовано к изданию кафедрой фотоники и приборостроения, Ученым советом Института оптики и технологий информационной безопасности СГУГиТ.

Печатается по решению редакционно-издательского совета СГУГиТ

УДК 001.892.001

ISBN 978-5-907998-58-2

© СГУГиТ, 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	5
1. Основные принципы проектирования	6
1.1. Общие вопросы проектирования	6
1.2. Традиционные методы проектирования	7
1.2.1. Эволюция кустарных промыслов	7
1.2.2. Чертежный способ проектирования	12
1.3. Необходимость новых методов	14
1.4. Расчлененный процесс проектирования	14
1.5. Выбор стратегий и методов.....	15
1.5.1. Выбор стратегий проектирования	15
1.5.2. Выбор метода проектирования	19
2. Методы проектирования.....	22
2.1. Методы исследования проектных ситуаций (дивергентные ме- тоды)	22
2.1.1. Формулирование задач.....	22
2.1.2. Поиск литературы (информации)	22
2.1.3. Выявление визуальных несоответствий.....	23
2.1.4. Интервьюирование (опрос) потребителей	24
2.1.5. Анкетный опрос	25
2.1.6. Исследование поведения потребителей	25
2.1.7. Системные испытания.....	26
2.1.8. Выбор шкал измерения	27
2.1.9. Накопление и свертывание данных	27
2.2. Методы поиска идей	29
2.2.1. Мозговая атака	29
2.2.2. Синектика	29
2.2.3. Ликвидация тупиковых ситуаций	30
2.2.4. Морфологические карты.....	31

2.3. Методы исследования структуры проблемы (трансформация)	32
2.3.1. Матрица взаимодействий.....	32
2.3.2. Сеть взаимодействий.....	32
2.3.3. Трансформация системы.....	34
2.3.4. Смещение границ.....	34
2.3.5. Проектирование новых функций	35
2.3.6. Классификация проектной информации	36
2.4. Готовые стратегии (конвергентные методы)	36
2.4.1. Упорядоченный поиск.....	36
2.4.2. Стоимостный анализ	37
2.4.3. Системотехника	38
2.4.4. Проектирование системы «человек – машина»	39
2.4.5. Поиск границ.....	40
2.4.6. Кумулятивная стратегия	40
2.5. Методы оценки	42
2.5.1. Контрольные перечни	42
2.5.2. Выбор критериев.....	42
2.5.3. Ранжирование и взвешивание	43
2.5.4. Составление технического задания	43
Заключение.....	45
Библиографический список.....	46
Приложение 1. Чертежный способ проектирования.....	47
Приложение 2. Методы исследования проектных ситуаций (дивергентные методы).....	53
Приложение 3. Методы поиска идей	65
Приложение 4. Методы исследования структуры проблемы (трансформация)	72
Приложение 5. Готовые стратегии (конвергентные методы проектирования).....	76
Приложение 6. Методы оценки	85

ВВЕДЕНИЕ

Учебно-методическое пособие «Основы проектирования и конструирования. Методы проектирования оптико-электронных приборов» предназначено для обучающихся технических специальностей, изучающих проектирование и разработку современных оптико-электронных устройств. Оно охватывает широкий спектр теоретических и практических аспектов, необходимых для успешной разработки и производства высококачественных приборов, используемых в различных областях науки и техники. Рассмотренные стратегии и методы, а также последовательность их применения являются философией проектирования. Каждый из методов проектирования является алгоритмом системы искусственного интеллекта.

Цель настоящего курса – познакомить обучающихся с основными принципами и методами проектирования оптико-электронных приборов, научив их правильно формулировать задачи, искать идеи и оценивать проекты на каждом этапе жизненного цикла продукта.

Создание качественной и эффективной оптико-электронной аппаратуры требует глубоких знаний и владения различными методами проектирования. Современный специалист обязан уметь грамотно выбирать стратегию и инструменты для достижения наилучшего результата в условиях постоянно меняющихся технологических требований и стандартов.

Оптико-электронные приборы находят широкое применение в различных сферах деятельности: от медицины и биологии до космической индустрии и военной техники. Поэтому знание принципов их проектирования является необходимым условием профессиональной подготовки специалистов, работающих в области разработки новых технологий и оборудования.

1. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

1.1. Общие вопросы проектирования

Литература о терминологии и методах проектирования начала появляться в большинстве промышленных стран мира примерно сто лет назад. Ранее же проектирование воспринималось как узкая инженерная задача, связанная с разработкой чертежей и технических документов для нужд промышленного производства.

В настоящее время проектированием называется *«процесс, который вызывает начало в изменении окружающей человека искусственной среде»*. Поскольку объект (изделие) создается с целью внести определенные изменения в окружающий мир, проектировщик (конструктор) должен заранее просчитать итог своего замысла и определить необходимые шаги для его достижения. Сложность проектирования заключается в том, что специалисту приходится двигаться в обратном порядке, от следствия к причинам, от желаемого эффекта изделия на реальность обратно к началу всей последовательности действий, приводящих к этому эффекту.

Что же такое проектирование: искусство или наука?

Проектирование нельзя сводить ни к искусству, ни к естественным наукам, ни к математике. Оно является сложной деятельностью, успех которой определяется правильным балансом всех трех указанных познавательных сфер. Главное различие заключается во временных аспектах: представители искусства и науки работают с существующими объектами реального или символического мира, тогда как математики исследуют абстракции вне привязки ко времени. Проектировщикам же приходится оперировать будущим, еще не воплощенным в реальность, и находить пути материализации задуманных идей [1, 2].

1.2. Традиционные методы проектирования

Первопроходцем преобразований в сфере рукотворной среды стал вовсе не разработчик проектной документации, а мастер-изобретатель, талантливый творец предметов – тот самый «конструктор», чье творчество берет начало именно там, где завершаются процессы естественной эволюции. Соединив природные объекты: камень и палку – лианой, он создал топор, который в природе не встречается (рис. 1) [3].



Рис. 1. Древние шлифованные, каменные топоры, обнаруженные:
а) в эпоху палеолита; б) в Северной Америке с роговым топорщиком;
в) в Японии

1.2.1. Эволюция кустарных промыслов

Процесс эволюции кустарных промыслов происходит поэтапно следующим образом:

1. Ремесленник редко прибегает к созданию предварительных эскизов своих изделий, зачастую он даже не способен детально объяснить причины принятия тех или иных решений, полагаясь больше на интуицию и опыт, нежели на рациональные расчеты.

2. Форма кустарного изделия формировалась столетиями путем многократных попыток, экспериментов и накопленного опыта, включавшего как неудачи, так и успехи.

3. Эволюция в кустарных промыслах может привести к дисгармонии в решениях. Причина кроется в особенностях самого процесса, при котором изменению подвергаются отдельные элементы, тогда как общая форма остается неизменной, даже несмотря на необходимость полной ее переработки.

Пример дисгармонии в технических решениях за длительный период времени приведен в [4].

Дисгармония технического решения в судостроении с XIII по XIX век (рис. 2).

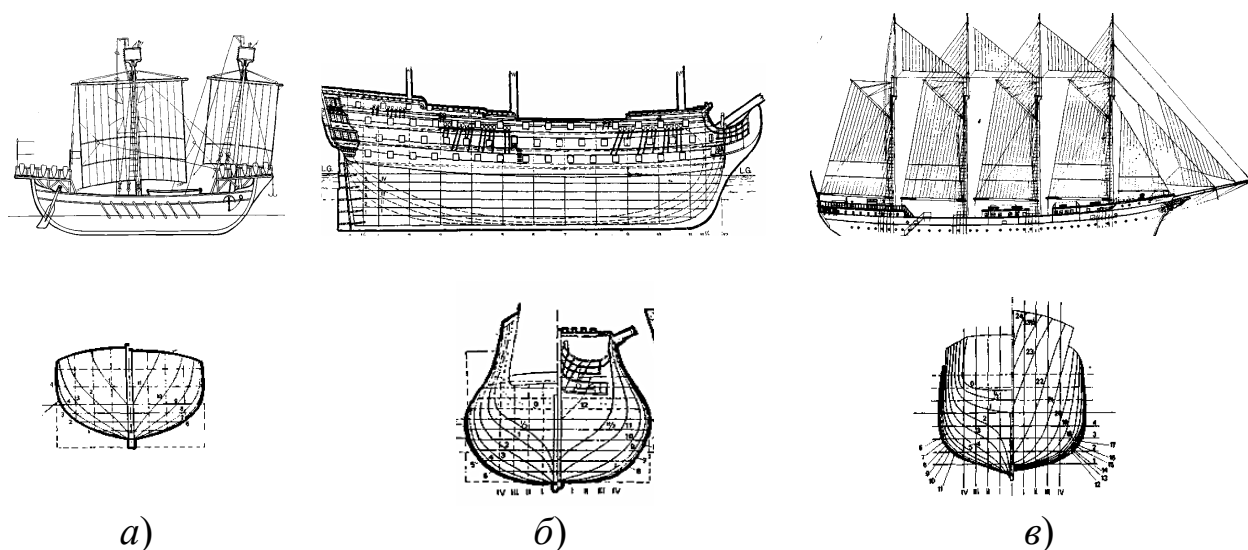


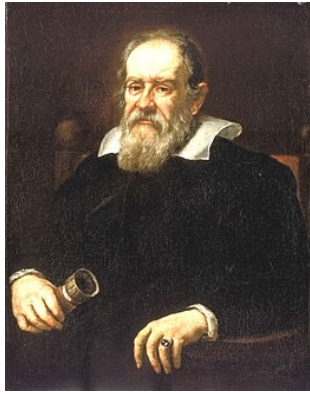
Рис. 2. Изменение формы корпуса судна с X века до н.э. по XIX век н.э.:

- a) ганзейский ког XIII в.; б) английский корабль XVIII в.;
в) английская шхуна XIX в.

С XIII в. величина портовых сборов определялась размерами палубы. Судовладельцы требовали от судостроителей уменьшать размеры палубы, что привело к изменению формы корпуса типа «бутылки». Только со второй половины XIX в. при изменении правил начисления сборов от водоизмещения судна форма корпуса вернулась к прежнему виду.

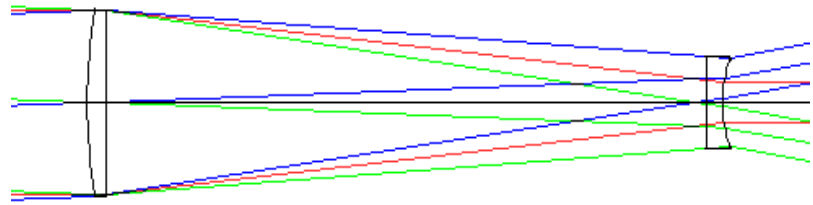
Дисгармония технического решения в оптике с XVII по XVIII в.

Первыми изобретателями оптических линзовых систем были Галилео Галилей (1564–1642) и Иоган Кеплер (1571–1630) (рис. 3) [5].



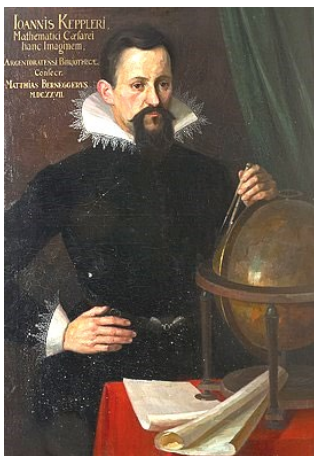
Галилей Галилео

а)



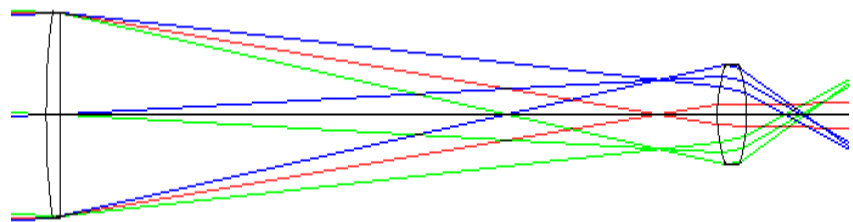
Телескоп Галилея – оптический прибор, использующий комбинацию линз для увеличения удалённых объектов. Дает прямое изображение, не имеет промежуточной плоскости изображения. Галилей разработал и самостоятельно построил его в 1609 г.

б)



Кеплер Иоган

в)



Иоганн Кеплер в 1611 г. усовершенствовал телескоп Галилея, заменив рассеивающую линзу в окуляре собирающей. Это позволило увеличить поле зрения и вынос зрачка. Дает перевернутое изображение, имеет промежуточную плоскость изображения.

г)

Рис. 3. Линзовые системы телескопов:

а), в) изобретатели; б), г) оптические схемы телескопов

Линзовые телескопы обладали очень большим хроматизмом. Во времена Исаака Ньютона (1643–1727) общей теории aberrаций оптических систем не существовало (рис. 4). Были известны сферическая и хроматическая aberrации, причем сферическую aberrацию умели исправлять со времен Р. Декарта, а с хроматической aberrацией дело обстояло значительно сложнее.

Явление дисперсии света было открыто И. Ньютоном (1666 г.) [6]. Им же была получена зависимость, выражаемая дисперсионной формулой, из которой он сделал заключение о невозможности создания ахроматических систем

$$n = A + \varphi(\lambda),$$

где n – показатель преломления для луча на длине волны λ ;

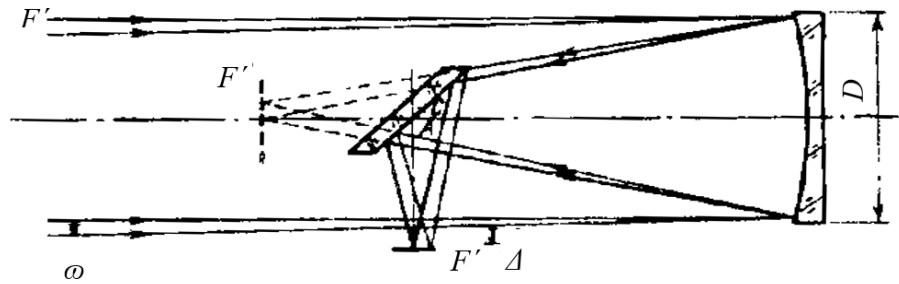
A – константа, не зависящая от λ , но зависящая от вещества;

$\varphi(\lambda)$ – некоторая функция λ , от природы вещества, по утверждению Ньютона, не зависящая.



Ньютон Исаак

а)



б)

Рис. 4. Зеркальный телескоп Ньютона:

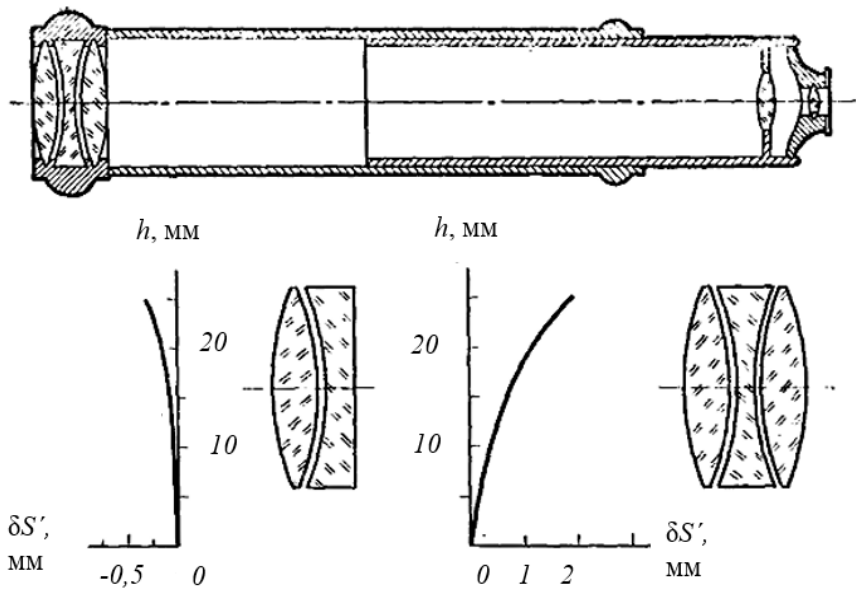
а) изобретатель; б) оптическая схема телескопа

Ошибка Ньютона сыграла отрицательную роль в развитии прикладной оптики. Непререкаемый авторитет Ньютона на столетие отодвинул вопрос о возможности создания ахроматических оптических систем, который был решен Леонардом Эйлером (1707–1783) и Джоном Доллондом (1706–1761) только в конце XVIII в. (рис. 5) [5].



Эйлер Леонард

а)

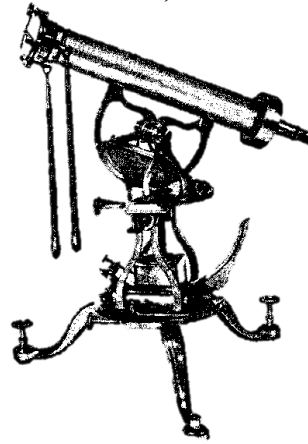


б)



Доллонд Джон

в)



г)

Доллонд в 1758 г. применил в своем телескопе два сорта стекол с различной дисперсией – крон и флинт

Рис. 5. Разработка ахроматических систем:

- а) Эйлер Леонард; б) оптические системы Эйлера;
в) Доллонд Джон; г) телескоп Доллонда

С этого момента оптическая технология, в части разработки материалов с требуемыми свойствами, начала развиваться быстрыми темпами. Дисгармония технического решения в оптике была устранена.

4. Хранилищем всей важной информации, собранной в ходе эволюции процесса, является в первую очередь сама форма изделия, которая

остаётся постоянной и изменяется только для исправления ошибок и при возникновении новых потребностей.

5. Два класса данных, наиболее важных для современного проектирования, – форма изделия в целом и её логические обоснования – не фиксируются в символической форме, поэтому их невозможно исследовать и изменить без грубого экспериментирования над самим изделием.

1.2.2. Чертежный способ проектирования

Создание проектов посредством составления масштабированных чертежей позволяет разделить процесс экспериментального поиска оптимальных решений от непосредственного изготовления продукции.

Экспериментальные исследования и измерения проводятся на чертеже, выполненном в масштабе, а не на реальных объектах. Подобное разделение теоретической проработки и практической реализации изделия влечёт за собой ряд важных последствий:

- появилась возможность заранее определять габариты изделия перед началом его производства, что позволило распределить работу по изготовлению отдельных компонентов между разными специалистами;
- преимущества предварительного проектирования до изготовления дали возможность создавать изделия одному ремесленнику, позволяя возводить конструкции гораздо большего масштаба;
- использование чертежей в масштабе и разделение труда способствовало увеличению размеров производимых изделий и ускорению темпов их изготовления, существенно повышая общую эффективность производства.

Изделие делится на небольшие сборочные элементы и отдельные детали, изготовление которых осуществляется параллельно вручную либо механизированным способом.

Основная доля творческих усилий и эмоциональных переживаний постепенно перемещается из производственной области в проектировочную, становясь прерогативой особого типа сотрудников – конструкторов и проектировщиков, создающих инженерные чертежи и разрабатывающих но-

вые решения. Таким образом, проектирование и конструирование становится отдельной профессиональной сферой деятельности, требующей особых навыков и креативного подхода.

Исторический процесс перехода от ремесленного производства к проектной деятельности на основе инженерных чертежей имеет сходство с современным этапом развития перехода от традиционного чертежного проектирования к комплексным исследовательским проектам.

Метод чертежного проектирования основан на последовательном создании и оценке множества вариантов решений на большом листе бумаги, начиная с первоначального эскиза или схемы. Ключевыми критериями отбора являются согласованность геометрических, оптических, электрических и иных характеристик компонентов изделия. Такой подход позволяет значительно ускорить процесс разработки по сравнению с традиционным кустарным, обеспечивая одновременное исследование широкого спектра взаимосвязанных элементов конструкции (прил. 1, рис. П.1.1 – П.1.7) [7].

Для выбора наиболее эффективной и реализуемой конструкции разработчик вынужден полагаться преимущественно на собственную интуицию, опыт и визуализацию возможных решений. Чтобы преодолеть этот недостаток, практикуется специальная программа стажировки, направленная на развитие способностей выявлять неоптимальные, экономически невыгодные и неудобные для пользователей проекты. В ходе стажировок специалисты приобретают навыки критического анализа технических решений, что помогает минимизировать риски неудачных разработок и повысить качество конечного продукта.

Необходимо подчеркнуть важный аспект – работа над чертежами одновременно доступна лишь одному специалисту. Вследствие этого на начальных этапах проектирования задействован исключительно один сотрудник, зачастую ведущий конструктор или руководитель проектной команды. Лишь после того, как главному инженеру удастся выявить ключевые трудности поставленной задачи и предложить приемлемое решение, возможно разделение на подпроблемы и распределение между несколькими исполнителями.

Последовательность инженерного конструирования можно разделить на этапы (табл. 1).

Таблица 1

Последовательность инженерного конструирования

Этапы	Инженерное конструирование
1	Оценка осуществимости. Поиск комплекса осуществляемых концепций
2	Эскизное проектирование. Отбор и разработка оптимальной концепции
3	Рабочее конструирование. Инженерное описание конструкции
4	Планирование. Оценка и изменение концепции в соответствии с требованиями производства, сбыта, эксплуатации и ликвидации использованного изделия

1.3. Необходимость новых методов

Анализируя традиционное проектирование чертежным способом и общепринятые представления о творческом мышлении, видно, что классический подход к решению сложных проблем предполагает рассмотрение единственного концептуального варианта в каждый конкретный момент времени. Благодаря графическому представлению идеи на бумаге, существенно сокращается огромное число потенциальных решений относительно формы и расположения отдельных частей конструкции. Если выбранная стратегия упрощения оказывается неэффективной, проектировщик вносит существенные изменения, отраженные в чертежах. Новое видение может кардинально отличаться от предыдущего варианта решения и направлено на устранение первопричины возникших трудностей.

1.4. Расчлененный процесс проектирования

Проектирование представляет собой многоэтапный процесс, состоящий из трех ключевых стадий: анализа, синтеза и оценки. Это подразумевает поэтапное выполнение действий, таких как подробное изучение и расчленение задачи (дивергенция), создание новых комбинаций элементов (трансформация) и тщательное исследование практических последствий реализации предложенного устройства (конвергенция):

– *дивергенция* – это этап расширения рамок проектной задачи, обеспечивающий формирование широкого поля возможностей для нахождения эффективных решений. Главная цель этапа – пересмотреть или даже разрушить первоначальные рамки технического задания (ТЗ), выявляя важные аспекты и направления изменений, способные привести к ценным и реалистичным результатам;

– *трансформация* – ключевая фаза проектирования, определяющая успех всей работы. Именно на данном этапе возникают наибольшие риски ошибок, проявляющиеся как чрезмерный оптимизм или ограниченность взглядов. Задача трансформационного этапа – сформировать четкую концептуальную схему, позволяющую перейти к единой проектной модели. Здесь определяются цели, техническое задание и пределы задачи, выделяются важнейшие переменные, уточняются ограничения и осуществляется деление общей задачи на составные элементы. Эта стадия ярко отражает индивидуальность проектировщика, демонстрируя уровень его профессионализма и творческие способности;

– *конвергенция* – завершающий этап проектирования, на котором проектировщик последовательно устраняет незначительные конфликты и противоречия, постепенно сужая круг альтернативных решений до единственного оптимального варианта. Цель данного этапа – эффективно и рационально сузить пространство возможных проектов до конкретного выбранного решения, избежав ненужных временных затрат и неожиданных отклонений. Конвергенция является единственной частью проектирования, допускающей формализованный логический анализ и автоматизацию с использованием персональных компьютеров.

1.5. Выбор стратегий и методов

1.5.1. Выбор стратегий проектирования

Под термином «стратегия проектирования» понимается заранее спланированный порядок действий, который разработчик осознанно выбирает для

превращения исходного ТЗ в законченный проект. Способ проектирования становится полноценной стратегией тогда, когда сам по себе гарантирует успешное выполнение поставленной цели и удовлетворение всех требований.

Виды стратегий бывают следующие:

– *линейная*, состоящая из цепочки последовательных действий (рис. 6, 7);

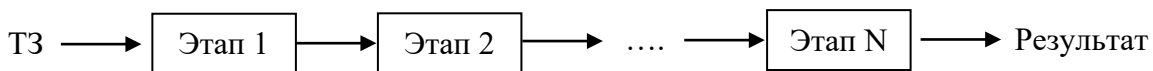
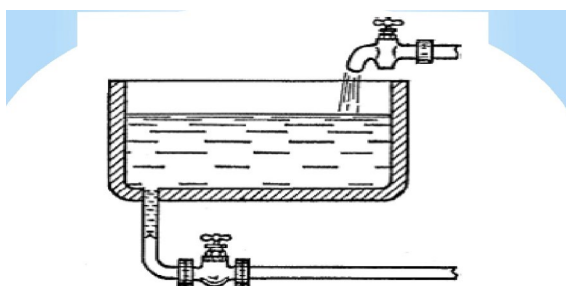
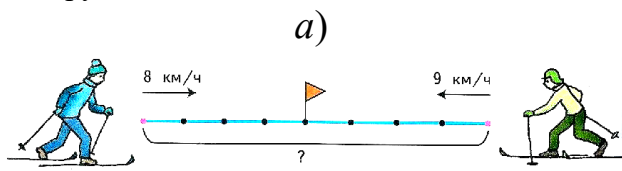


Рис. 6. Линейная стратегия

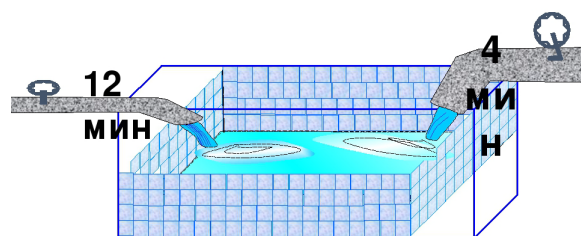


Через одну трубу бассейн наполняется за 7 ч, а через другую опустошается за 8 ч. За какое время бассейн будет наполнен, если открыть обе трубы?

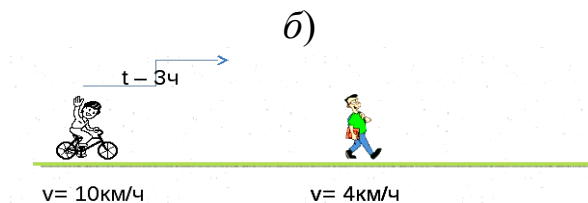


Из двух населенных пунктов навстречу друг другу вышли одновременно два лыжника. Скорость одного лыжника 8 км/ч, а скорость другого 9 км/ч. Через 4 ч лыжники встретились. Найди расстояние между населенными пунктами. Реши задачу двумя способами.

в)



Тонкая труба заполняет бак за 12 мин., а толстая за 4 мин. За какое время они заполнят бак, работая вместе?



Из села вышел пешеход со скоростью 4 км/ч. Через 3 ч вслед за ним выехал велосипедист со скоростью 10 км/ч. За сколько часов велосипедист догонит пешехода?

г)

Рис. 7. Примеры линейных стратегий:

а), б) задачи про «две трубы»; в), г) задачи на «движение»

– *циклическая* – имеющая петли обратной связи (рис. 8, 9);

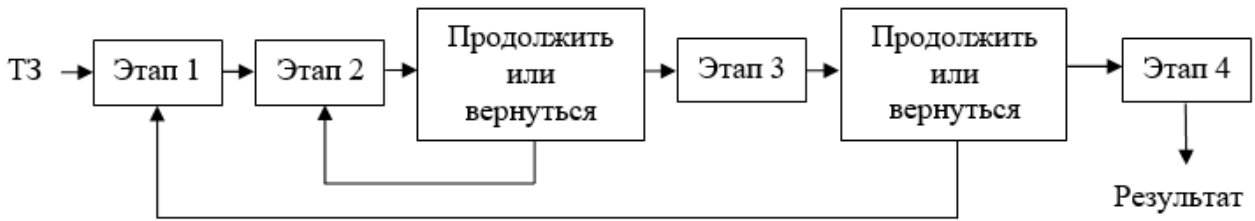
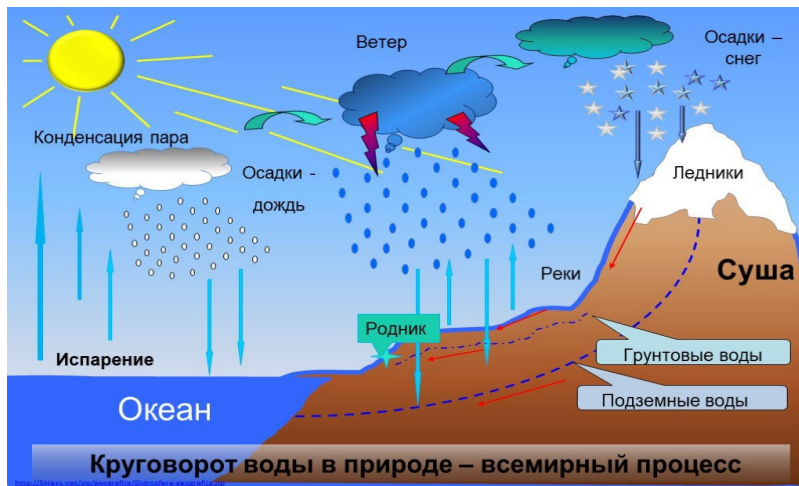
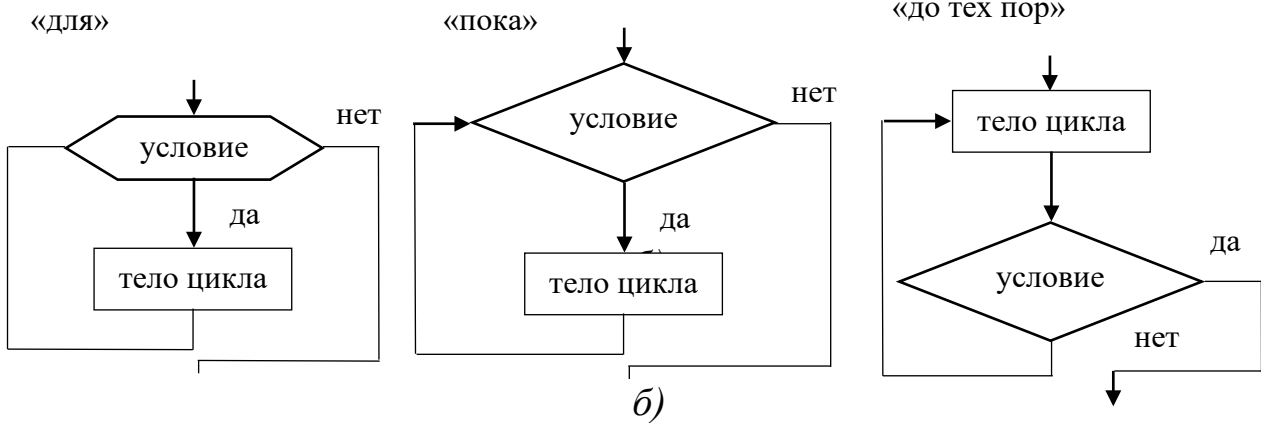


Рис. 8. Циклическая стратегия



а)

Цикл
Виды циклов:



б)

Рис. 9. Циклический процесс:

а) в природе; б) в математике

– *разветвленная* – когда действия проектировщика выполняются независимо друг от друга (рис. 10);

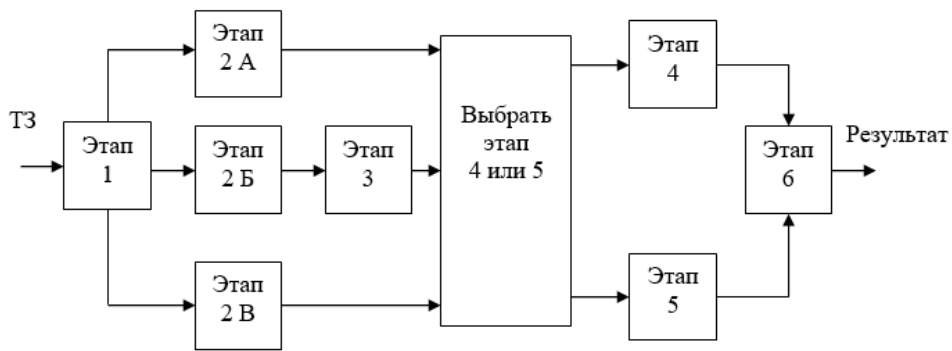


Рис. 10. Разветвленная стратегия

– *случайного поиска «метод научного тыка»* – отличается отсутствием плана (рис. 11) (часто проявляется на экзамене у недостаточно хорошо подготовленного студента);

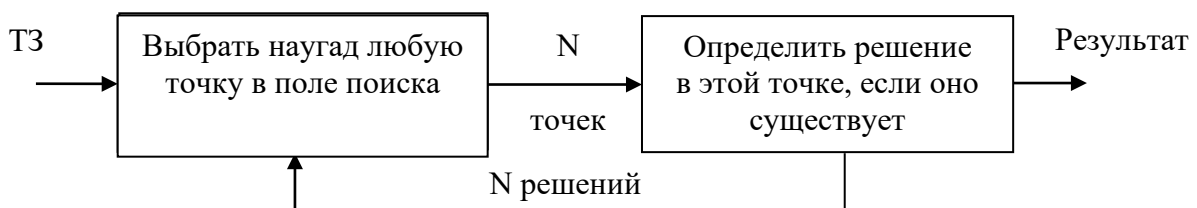


Рис. 11. Стратегия случайного поиска

– *адаптивная* – когда задается только первое действие (рис. 12).



Рис. 12. Адаптивная стратегия

В идеале, самой удобной в использовании стратегией проектирования, является линейная (см. рис. 6).

1.5.2. Выбор метода проектирования

Метод проектирования выбирается на основании таблицы «Дано (вход) – Требуется (выход)» (табл. 2). Информация, представленная в соответствующей колонке таблицы, отражает требования, которым должны соответствовать исходные данные перед применением выбранного метода.

Итоговые данные, указанные в графе «Требуется (выход)», представляют собой результаты, достигаемые посредством использования этого метода. Наиболее эффективные методы начальных этапов разработки при неопределенности большинства параметров, размещаются в верхнем левом углу таблицы. Методы, применяемые на завершающих этапах проектирования, располагаются в нижнем правом углу таблицы.

В ячейках, находящихся вдали от главной диагонали, перечислены методы проектирования, обеспечивающие переход сразу через несколько промежуточных шагов. В ячейках, расположенных непосредственно над диагональю, указаны методы пошагового проектирования, из которых возможно формировать стратегии проектирования. Методы, расположенные ниже диагонали, применяются для изменения формулировки задачи на основе предварительных исследований.

Способ применения таблицы «Дано – Требуется»:

- в графе «Дано» найдите доступные категории информации, рядом в строке указаны методы, используемые для решения соответствующих задач;
- определите строку «Требуется» с видом информации, которую необходимо получить на данном этапе, а методы ее получения приведены в соответствующей колонке;
- на пересечении выбранной строки и колонки расположены методы, которые позволяют преобразовать имеющиеся исходные данные в требуемые итоговые результаты.

Цифрами I, II, III, IV обозначено в таблице «Дано – Требуется» то место, которое занимают методы проектирования в научно-техническом прогрессе:

- I – научно-технический прогресс или социально-технические нововведения;
- II – проектирование систем;
- III – чертежный способ проектирования;
- IV – эволюция в кустарных промыслах.

«Дано (вход) – Требуется (выход)», [1, С. 106-107]

Требуется (выход) Дано (вход)	2. ИССЛЕДОВАНИЕ ИСХОДНОЙ ПРОЕКТНОЙ СИТУАЦИИ	3. АНАЛИЗ И ПРЕОБРАЗОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ЗАДАЧ	4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦ, ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ И ВЫЯВЛЕНИЕ КОНФЛИКТОВ	5. КОМБИНИРОВАНИЕ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ РЕШЕНИЙ И ВАРИАНТОВ	6. ОЦЕНКА ВАРИАНТОВ ПРОЕКТА И ВЫБОР ОКОНЧАТЕЛЬНОГО ВАРИАНТА
1. Составление ТЗ	2.1.1. Формулирование задач 2.1.2. Поиск литературы 2.1.3. Выявление визуальных несоответствий 2.1.4. Интервьюирование потребителей 2.2.1. Мозговая атака	2.1.2. Поиск литературы 2.1.3. Выявление визуальных несоответствий 2.1.4. Интервьюирование потребителей 2.2.1. Мозговая атака 2.2.2. Синектика	2.1.3. Выявление визуальных несоответствий 2.2.1. Мозговая атака 2.2.4. Морфологические карты	2.1.3. Выявление визуальных несоответствий 2.2.1. Мозговая атака 2.2.2. Синектика	
2. Исследование исходной проектной ситуации		2.1.1. Формулирование задач 2.1.9. Накопление и свертывание данных 2.3.1. Матрица взаимодействий 2.3.2. Сеть взаимодействий 2.3.6. Классификация информации 2.5.4. Составление ТЗ		2.3.3 Трансформация системы 2.3.5. Трансформация новых функций	

3. Анализ и преобразование структуры задач	2.1.2. Поиск литературы 2.1.5. Анкетный опрос 2.1.6. Исследование поведения потребителей 2.1.7. Системные испытания 2.1.8. Выбор шкал измерений 2.1.9. Накопление и свертывание данных		2.4.5. Поиск границ 2.1.7. Системные испытания 2.2.1. Мозговая атака 2.2.4. Морфологические карты 2.5.2. Выбор критериев 2.5.3. Ранжирование и взвешивание 2.2.4. Составление ТЗ	2.2.1. Мозговая атака 2.2.2. Синектика 2.3.3. Трансформация задачи 2.3.4. Смещение границ	2.4.1. Упорядоченный поиск 2.4.2. Стоимостный анализ 2.4.3. Системотехника 2.4.4. Системы «человек-машина» 2.4.5. Поиск границ 2.4.6. Кумулятивная стратегия
4. Определение границ, промежуточные решения и выявление конфликтов		2.2.2. Синектика 2.2.3. Ликвидация тупиковых ситуаций 2.3.3. Трансформация системы 2.3.4. Смещение границ		2.2.1. Мозговая атака 2.2.2. Синектика 2.2.3. Ликвидация тупиковых ситуаций	
5. Комбинирование промежуточных решений и вариантов					2.4.2. Стоимостной анализ 2.1.5. Анкетный опрос 2.1.6. Исследование поведения потребителей 2.1.7. Системные испытания 2.1.8. Выбор шкал измерений 2.1.9. Накопление и свертывание данных 2.5.1. Контрольные перечни 2.5.2. Выбор критериев 2.5.3. Ранжирование и взвешивание 2.5.4. Составление ТЗ
6. Оценка вариантов проекта и выбор окончательного варианта	I		II	III	IV

2. МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

2.1. Методы исследования проектных ситуаций (дивергентные методы)

2.1.1. Формулирование задач

Цель: охарактеризовать внешние условия, которым должно отвечать проектируемое изделие.

План действий:

1. Определить и описать условия эксплуатации изделия.
2. Определить основные условия, которым должно отвечать изделие, чтобы его принял заказчик:
 - конечные требования заказчика к изделию и их обоснование;
 - наличные ресурсы;
 - главные задачи (или цели).

Конечной целью является обеспечение соответствия изделия этим условиям.

3. Обеспечить совместимость условий, характеризующих главные задачи друг с другом и с информацией, используемой в процессе проектирования.

Примечание. Тщательное формулирование задач (или целей) важно для любого вида проектирования, а особенно в тех случаях, когда ни заказчики, ни проектировщики не имеют опыта работы по созданию подобных изделий.

2.1.2. Поиск литературы (информации)

Цель: поиск опубликованной информации, полезной для будущих проектных решений, которую можно получить своевременно и без лиш-

них затрат.

План действий:

1. Определить цель, для которой осуществляется поиск информации.
2. Определить виды изданий, публикующих достоверную информацию для указанных целей.
3. Выбрать наиболее подходящий для данного случая общепринятый метод поиска информации.
4. Свести стоимость поиска информации к минимуму, учитывая временные задержки и непрерывно оценивая как выбор источников информации, так и пригодность собранных данных.
5. Поддерживать полную и точную картотеку признанных полезными документов.
6. Составить и постоянно обновлять небольшую библиотеку для быстрого поиска необходимой информации.

Общепринятые методы поиска:

- энциклопедические словари – для получения самой общей информации об изделии, об известных авторах, работающих в данном направлении, и их публикациях;
- библиотечные каталоги и указатели;
- библиографы и сотрудники информационных служб;
- консультации с экспертами по телефону, в личной беседе или по переписке;
- журналы или их перечни;
- механизированные или автоматизированные указатели специальных отраслевых организаций;
- периодическая литература;
- электронные средства (банки данных, Internet).

Примечание. Данный метод применим к любому поиску информации, если на него отводится несколько часов. Пример метода проектирования «2.1.2. Поиск литературы (информации)» приведен в прил. 2.

2.1.3. Выявление визуальных несоответствий

Цель: определить направления поиска путей совершенствования художественно-конструкторского решения.

План действий:

1. Изучить образцы и (или) изображения существующих изделий.
2. Определить очевидные несоответствия и противоречия в компоновке и назначении деталей изделия.
3. Определить причины этих несоответствий и доказать целесообразность применения художественно-конструкторского решения.
4. Предусмотреть пути ликвидации несоответствий и способы приведения конструкции в соответствие с условиями конструкции.

Визуальные несоответствия являются хорошей отправной точкой для изучения конструкции. Восприимчивость к визуальным несоответствиям быстро повышается с приобретением практических навыков и более всего выражается у лиц, имеющих отношение к изобразительному искусству, черчению.

Примечание. Метод может применяться при модернизации любого изделия, конструкция которого не меняется в течение длительного времени.

Пример метода проектирования «2.1.3 Выявление визуальных несоответствий» приведен в прил. 2.

2.1.4. Интервьюирование (опрос) потребителей

Цель: собрать информацию, известную только потребителям данного изделия.

План действий:

1. Выявить совокупность обстоятельств потребления, влияющих на проектную ситуацию.
2. Получить согласие всех потребителей на присутствие интервьюирующего.
3. Побуждать потребителей к описанию и демонстрации новых аспектов их деятельности, которые они считают важными.
4. Направить беседу на обсуждение тех аспектов деятельности потребителя, которые имеют непосредственное отношение к исследуемой ситуации.
5. Во время интервью или сразу после него зафиксировать главные и второстепенные выводы.

6. Получить отзывы потребителей (при необходимости) относительно выводов, сделанных на основе интервью.

Примечание. Данный метод особенно полезен при распределении и перераспределении функций отдельных компонентов в системах «человек – машина».

2.1.5. Анкетный опрос

Цель: собрать полезную информацию среди большой группы населения.

План действий:

1. Определить проектные решения, на которые могут повлиять ответы на вопросы анкеты.

2. Охарактеризовать виды информации, имеющие большое значение для принятия проектных решений.

3. Определить категории лиц, располагающих необходимыми видами информации.

4. Провести предварительные исследования, чтобы получить представление о знаниях потенциальных участников анкетного опроса.

5. Распространить пробную анкету для проверки вопросов многообразия ответов и методов их анализа.

6. Уточнить (сузить) категорию лиц, располагающих необходимой информацией, которым рассылаются анкеты.

7. Собрать ответы на анкету путем личного посещения или по почте.

8. Извлечь из ответов данные, наиболее полезные для проектирования.

Примечание. Анкетный опрос часто бывает единственно приемлемым методом сбора практической информации, разбросанной среди обширной группы населения. Однако анкетный опрос большое значение имеет для проверки правильности выводов, чем для поиска новых направлений в проектировании.

2.1.6. Исследование поведения потребителей

Цель: исследовать модели поведения потенциальных потребителей нового изделия и предсказать его предельные характеристики.

План действий:

1. Проконсультироваться с потребителями аналогичного изделия и провести соответствующие наблюдения.

2. Проанализировать систему «человек – машина» для определения требований к тем деталям конструкции, которые непосредственно взаимодействуют с потребителем.

3. Изучить наблюдением или моделированием особенно важные аспекты поведения потребителей предлагаемого изделия.

4. Зафиксировать предельные значения параметров конструкции изделия, превышение которых вызывает невозможность выполнения потребителем необходимых операций.

Примечание. Данный метод позволяет более точно учесть возможности человека в управлении изделием. В Европе данный метод называется «Эргономика», а в США – «Исследование человеческих факторов».

2.1.7. Системные испытания

Цель: определить действия, способные привести к желаемым изменениям сложного изделия.

План действий:

1. Определить характеристики данного изделия, не соответствующие желаемым.

2. Определить источники резких изменений параметров данного изделия.

3. Ввести осуществленные ограничения на источники изменений или снять их, зарегистрировать результаты их влияния на характеристики изделия, не отвечающие желаемым. Определить также их влияние на другие характеристики данного изделия.

4. Выбрать наиболее перспективные из изученных ограничений и использовать их для достижения желаемых изменений изделия.

Примечание. Системные испытания полезны в тех случаях, когда имеющиеся модели изделия не могут учесть все важные взаимосвязи причин и следствий. Результаты этих испытаний применимы, однако, только к исследуемой ситуации.

2.1.8. Выбор шкал измерения

Цель: соотнести измерения и вычисления с погрешностями наблюдений, со стоимостью сбора данных и задачами проектируемого изделия.

План действий:

1. Сформулировать вопросы, на которые должны дать ответы результаты измерений.
2. Определить допустимую погрешность и приемлемую стоимость измерений.
3. Выбрать соответствующую шкалу измерений.
4. Разработать методику измерений, соответствующую поставленным задачам.

Пояснение. Шкалы могут быть шести типов: номинальные, частично упорядоченные, порядковые (ранговые), интервальные, пропорциональные, многомерные.

Выбор шкал измерения не является проектным методом в общепринятом смысле, но не прибегая к измерениям, невозможно принять четкую методологию проектирования.

Важнейшие измерения при проектировании – это те, которые непосредственно связаны с задачами и критериями проектируемого изделия, не всегда измеряемые привычной пропорциональной шкалой.

Примечание. Метод может использоваться в любой ситуации, где необходимы измерения, в особенности же в тех случаях, когда стоимость и величина риска велики, а шкалы измерения слабо упорядочены.

2.1.9. Накопление и свертывание данных

Цель: построить и представить в визуальной форме модели поведения человека, от которых зависят решения проектируемого изделия.

План действий:

1. Выявить неопределенность, имеющую критическое значение для успеха или неудачи в проектируемом изделии в рассматриваемом диапазоне.
2. Определить, до какой степени следует сократить неопределенности, имеющие критическое значение.

3. Определить время и имеющиеся возможности для сокращения неопределенностей, имеющих критическое значение.

4. Просмотреть существующие методы накопления и свертывания данных, отмечая в каждом случае точность, скорость и стоимость обработки данных, а также типы вопросов, на которые может быть дан ответ.

5. Выбрать методы накопления и свертывания данных, совместимые с изложенными требованиями и друг с другом.

6. Непрерывно проверять применимость промежуточных результатов и неопределенностей, имеющих критическое значение, и при необходимости корректировать методику.

Примечание. Сбор данных и их анализ заполняют пробел, возникающий в результате неспособности проектировщика определить на основе собственного опыта или путем непосредственного изучения критические параметры, характеризующие проектируемое изделие.

Важные особенности:

– данные, которые могут быть собраны, скрыты в совокупности объектов (событий). Многие подробности этих объектов не имеют практического значения и только затеняют те данные, которые можно использовать при проектировании;

– накопление данных означает процесс последовательного «извлечения» единиц информации из естественной среды и помещения их в искусственную среду, доступную для органов чувств проектировщика (например, таблицы, графики и т. д.);

– сокращение данных, перекомпоновка, свертывание означает выбор важной информации из множества накопленных данных. Какие данные накапливать? Как правило, стараются выделить из структуры или схемы, характеризующие реальную обстановку, те данные, которые являются определенными (основными).

Как свертывать? Свертываемые данные должно верно отражать реальный мир и характеризовать проектируемое изделие.

Примечание. Метод применяется в тех случаях, когда местонахождение, физический объем и временной масштаб проектной ситуации проектировщик не может «охватить», опираясь на свою память или непосредственное чувствительное восприятие.

2.2. Методы поиска идей

2.2.1. Мозговая атака

Цель: стимулировать группу лиц к быстрому генерированию большого количества идей (технических решений).

План действий:

1. Собрать группу лиц для генерирования идей.
2. Ввести правило, запрещающее критиковать любую идею, какой бы «дикой» она не казалась, и довести до сведения участников, что необходимо получить много идей и что участники должны комбинировать или совершенствовать идеи, предложенные другими.
3. Зафиксировать выдвинутые идеи и затем дать им оценку.

Замечание. Хорошим примером метода может стать телепередача «Что? Где? Когда?».

Примечание. Методом мозговой атаки можно рассматривать любую проблему, сформулированную ясно и просто, метод можно использовать на любой стадии проектирования, а также для поиска источников информации.

2.2.2. Синектика

Цель: направить спонтанную деятельность мозга и нервной системы специалистов на исследование и преобразование проектируемого изделия.

План действий:

1. Тщательно отобрать группу специалистов для самостоятельного «отдела разработок».
2. Предоставить этой группе возможность попрактиковаться в использовании аналогий в использовании спонтанной деятельности мозга и нервной системы для решения предложенной проблемы.
3. Передать группе сложные проблемы, которые не может решить основная организация, и предоставить ей время для их решения.
4. Предоставить результаты работы группы основной организации для оценки и внедрения.

Перечень аналогий (примеры аналогий приведены в прил. 3);

– прямые (реальные) – часто находят в биологических системах, решающих сходные задачи;

– субъективные (телесные) – конструктор пытается «использовать собственное тело» для достижения результата;

– символические (абстрактные) – метафоры сравнения, в которых характеристики одного предмета отождествляются с характеристиками другого;

– фантастические (нереальные) – реальные вещи представляются такими, какими бы мы хотели их видеть.

Последовательность поиска решения:

– проблемы, как они есть (формулировка проблемы);

– очищение от очевидных решений (дискуссии, подобие мозговой атаки);

– превращение необычного решения, в обычную конструкцию (поиск аналогий);

– проблема, как она понята (определяют главные трудности и противоречия);

– наводящие вопросы (предполагаемое решение описывается одним из типов аналогий, перспективная идея развивается до изготовления и испытания грубого прототипа устройства).

Примечание. Метод используется на промежуточных этапах проектирования для ликвидации серьезных несоответствий внутренней структуры существующих проектных решений.

2.2.3. Ликвидация тупиковых ситуаций

Цель: найти новые направления поиска, если очевидная область поиска не дала приемлемого решения.

План действий:

1. Выбрать правила преобразований, которыми можно подвергнуть неудовлетворительные решения или какой-либо его части.

2. Поиск новых взаимосвязей между частями имеющегося неудовлетворительного решения.

3. Переоценка проектной ситуации.

Правила преобразования:

- использовать по-другому;
- приспособить;
- модифицировать;
- усилить;
- ослабить;
- заменить;
- перекомпановать;
- обратить.

Примечание. Метод предполагает, что проектировщики недостаточно знакомы с областью поиска. Это характерно более для любителей, чем для профессионалов. Однако ввиду возрастающей новизны области поиска эти методы пригодны, когда профессиональные средства для их решения отсутствуют.

2.2.4. Морфологические карты

Цель: расширить область поиска в проблеме проектируемого изделия.

План действий:

1. Определить функции, которые должен выполнять приемлемый вариант изделия.
2. Перечислить на карте широкий спектр частных решений, т. е. альтернативных средств осуществления каждой функции.
3. Выбрать по одному частному решению для каждой функции.

Замечания. Морфологические карты предназначены для стимулирования дивергентного мышления и гарантирования того, что ни одно возможное решение проблемы не будет упущено. Морфологические карты составляются в виде матрицы «параметры (функции) – промежуточные (частные) решения», для заполнения которых требуется очень мало времени. Трудности заключаются в определении набора функций, которые могли бы быть:

- существенными для любого решения;
- независимыми друг от друга;
- охватывающими все аспекты проблемы;
- многочисленными для составления матрицы;

– допускающими быстрое изучение.

Примечание. Лучшие результаты метод дает при исследовании ограниченных областей поиска, а не плохо определенных и нечетких сформулированных проблем.

2.3. Методы исследования структуры проблемы (трансформация)

2.3.1. Матрица взаимодействий

Цель: обеспечить систематический поиск взаимосвязей между элементами в рамках данной проблемы.

План действий:

1. Определить понятия «элемент» и «взаимосвязь» (чтобы другие специалисты имели ту же систему понятий, что и вы).
2. Составить матрицу взаимодействий, в которой каждый элемент сопоставлен с другими.
3. На основе объективных данных определить, имеется ли взаимосвязь между каждой парой элементов.

Замечания. Матрица взаимодействия является одним из самых последних проектировочных средств, которые возникли в результате поисков систематических методов проектирования. Главное достоинство методов – строгая объективность проверки, не осуществляемая чисто мысленным путем. Матрицы взаимодействий пригодны для обработки на ЭВМ.

Примечание. Диапазон сложных проектных ситуаций, в исследовании которых можно успешно использовать матрицы, практически неограничен. Матрица взаимодействий бесполезна в тех случаях, когда структуру проблемы нельзя охарактеризовать с помощью какой-либо модели.

2.3.2. Сеть взаимодействий

Цель: отразить схему взаимосвязей между элементами в рамках проектной проблемы.

План действий:

1. Дать однозначное определение понятия «элементы» и «взаимосвязь» (см. метод 2.3.1).
2. Использовать матрицу взаимосвязей для определения взаимосвязанных пар элементов.
3. Вычертить граф в виде кружков (представляющих элементы), соединёнными линиями (изображающими связи между элементами).
4. Изменить положение кружков так, чтобы свести к минимуму число пересечений и более отчетливо выявить структуру сети (рис. 13).

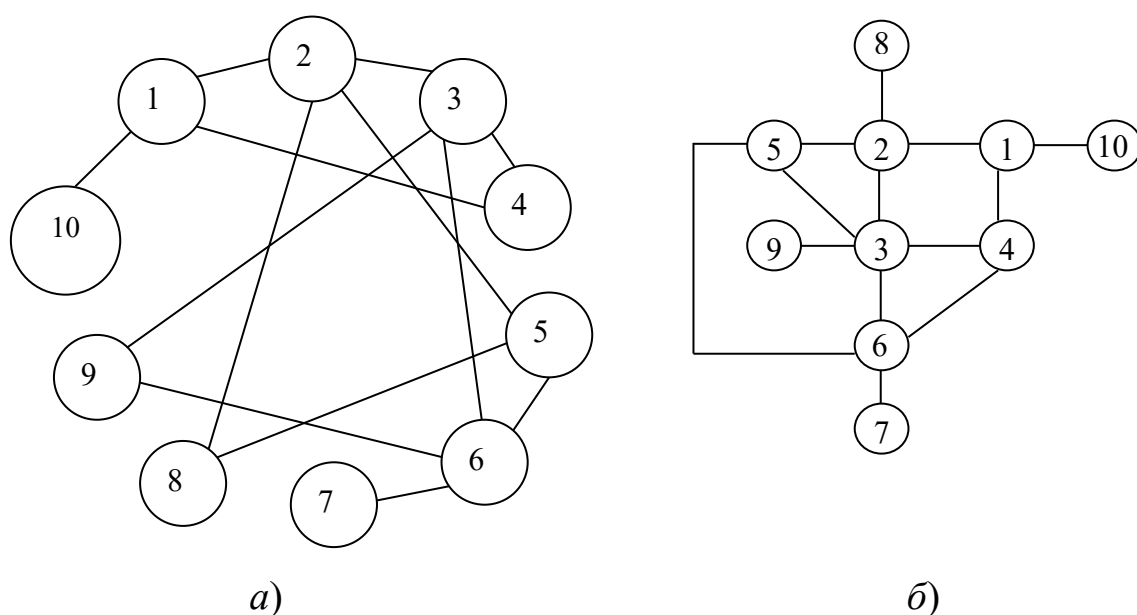


Рис. 13. Графическое определение взаимосвязанных пар элементов:
а) граф в виде кружков; б) структурная схема

Замечание. Единственным преимуществом сети перед матрицей является легкость восприятия ее структуры и уяснения существа проблемы. Сети с числом элементов более 15–20 трудны в восприятии и редко используются.

Примечание. Сети, как и матрицы, находят много полезных применений при условии, что имеются четкие определения элементов и связей между ними.

Пример метода проектирования «2.3.2. Сеть взаимодействий» приведен в прил. 4.

2.3.3. Трансформация системы

Цель: найти способ трансформации (преобразования) изделия с целью ликвидации присущих ему недостатков.

План действий:

1. Выявить основные недостатки существующего изделия.
2. Установить причины этих недостатков.
3. Определить новые виды компонентов изделия (элементную базу), способных устранить его недостатки.
4. Определить последовательность изменений (путь – трансформационно-эволюционный процесс), которая позволит существующим компонентам видоизмениться в качественно новые.

Замечания. Трансформацию изделия представить несложно, гораздо труднее её осуществить. Это объясняется тем, что изменение компонентов приводят к изменению тех вещей, от которых зависит стабильность изделия как системы, а также стабильность убеждений людей, их работы и ожиданий.

Примечание. Этот метод пригоден:

- когда существующее изделие неспособно обеспечить удовлетворение потребностей;
- когда заказчик проекта обладает достаточной властью, чтобы оказать влияние на множество операций, которые будут заниматься изменением компонентов изделия для его удовлетворительного функционирования.

2.3.4. Смещение границ

Цель: сместить границы переменной проектной проблемы, чтобы для её решения можно было использовать знания из смежных областей.

План действий:

1. Выявить существенные функции какого-либо изделия, которое способствовало бы достижению поставленной задачи.
2. Выявить противоречия между существующими средствами выполнения этих функций в рамках предлагаемых границ проблемы.

3. Определить значения, выходящие за предполагаемые границы проблемы, которые можно было бы использовать при трансформации проектной проблемы.

4. Найти промежуточные решения проблемы, которые позволили бы частично или полностью использовать знания из смежных областей науки и техники.

Примечание. Методика предназначена для рассмотрения тех проблем, которые в настоящее время не имеют практически осуществимого решения.

2.3.5. Проектирование новых функций

Цель: создание радикально новой конструкции, способной привести к новым моделям изделий.

План действий:

1. Выявить функции каждого конкретного элемента существующего решения.

2. Охарактеризовать основную функцию, для которой вышеуказанные функции являются вспомогательными.

3. Охарактеризовать изменения основной функции, которые могут привести к улучшению данной конструкции изделия.

4. Объединить решения п. 2 и п. 3 для получения новой основной функции.

5. Найти альтернативные решения разделения новой основной функции на вспомогательные и закрепить каждую из них за новыми конкретными элементами.

Примечание. Метод предназначен для ситуаций, в которых существующие конструкции почти достигли пределов своего развития. Для этих конструкций среда применения изменилась в физическом, экономическом, концептуальном и социальном отношениях по сравнению со временем создания первоначальной конструкции изделия.

2.3.6. Классификация проектной информации

Цель: разделить проектную проблему на части, поддающиеся решению.

План действий:

1. Записать на отдельной карточке каждую единицу информации, собранную в результате исследования проектной ситуации.
2. Классифицировать карточки по альтернативным наборам категорий до тех пор, пока не будет найден набор, соответствующий как зафиксированным данным, так и субъективной точке зрения проектировщика на проблему.
3. Использовать отобранные наборы категорий как основу для индексации информации для разбивки проблемы на части с целью последовательной или параллельной работы над ними, а также для пробной идентификации переменных величин и связей между ними.
4. Пересмотреть классификацию на более позднем этапе, если появятся противоречивые доказательства, изменятся задачи или точка зрения проектировщика на проблему.

Замечания. Единицей информации называется каждый факт и каждая мысль, представляющая интерес при делении проблемы на части.

Примечание. Эта методика позволяет сэкономить много времени при решении неизученных проблем (пионерских), так как заставляет всех заинтересованных специалистов привести свои взгляды на проблему с реальным положением дел на самом раннем этапе работы.

2.4. Готовые стратегии (конвергентные методы)

2.4.1. Упорядоченный поиск

Цель: решить задачу проектирования с логической достоверностью.

План действий:

1. Выявить компоненты задачи:
 - переменные, которыми проектировщик может распоряжаться по своему усмотрению;

– переменные, которые не зависят от воли проектировщика (окружающая среда и многое другое);

– переменные, которые должны определяться проектом (цели и зависимые переменные);

– назначить целям веса в соответствии с их относительной важностью.

2. Выявить зависимость между переменными.

3. Прогнозировать вероятные значения факторов окружающей среды.

4. Выявить ограничения или граничные условия, т. е. предельные значения всех переменных.

5. Присвоить числовые значения каждому из факторов решения (т. е. проверить ряд вариантов решения проекта) и вычислить значение зависимых переменных (т. е. рассчитать получаемые при этом технические характеристики изделия).

6. Выбрать такие значения факторов решения, при которых достигается наибольшая сумма числовых значений для всех целей с учетом их весов (оптимальный вариант проекта) или, по крайней мере, достигается приемлемое значение для каждой цели.

Примечание. Метод упорядоченного поиска применим только при решении таких задач проектирования, в которых ход решения не может изменить исходные положения ТЗ, основные факторы четко определены, структура задачи устойчива.

2.4.2. Стоимостный анализ

Цель: ускорить поиск путей снижения себестоимости изделия в проектных и производственных организациях.

План действий:

1. Назначить консультанта или группу консультантов для обучения комплексных бригад методу стоимостного анализа и для контроля их деятельности.

2. Установить определенные стандарты технических характеристик и качества изделия.

3. Составить подробную калькуляцию себестоимости всех технологических операций и расходов на приобретение материалов и комплектующих изделий.

4. Предложить каждой комплексной бригаде выполнить по каждой детали следующие этапы стоимостного анализа:

- идентификацию элементов, функций, стоимости и цен;
- поиск более дешевых альтернатив, отбор функционально применимых элементов более низкой стоимости;
- оформление выбранного варианта изменения конструкции.

5. Результаты стоимостного анализа утверждаются:

- консультантом по стоимостному анализу;
- конструкторским бюро;
- администрацией.

Примечание. Стоимостный анализ применим к любому изделию, для которого можно:

- точно определить функцию и качество каждого элемента;
- установить «ценность» каждой функции путем определения цен, которые пришлось бы заплатить за другие устройства, способные выполнить эту же функцию;
- рассчитать точную стоимость каждого покупаемого изделия и каждой технологической операции.

2.4.3. Системотехника

Цель: добиться внутренней совместимости между элементами изделия и внешней совместимости между изделием и окружающей средой.

План действий:

1. Определить входы и выходы изделия.
2. Найти систему функций, при помощи которой входы можно преобразить в выходы.
3. Подобрать или разработать технические устройства для осуществления каждой из этих функций.

4. Проверить полученное изделие на внутреннюю и внешнюю совместимость.

Применение. Системотехника наиболее эффективна, когда основная часть задачи состоит в нахождении способа соединения готовых сборочных единиц в работоспособное единое изделие.

Пример метода проектирования «2.4.3 Системотехника» приведен в прил. 5.

2.4.4. Проектирование системы «человек – машина»

Цель: добиться внутренней согласованности между человеческим и машинным компонентами системы и внешней согласованности между системой и средой, в которой она функционирует.

План действий:

1. Определить входы и выходы системы.
2. Найти систему функций, при помощи которой входы можно преобразить в выходы.
3. Определить, какие функции нужно возложить на людей, а какие – на машины.
4. Определить необходимые методы обучения, вспомогательные устройства, конструкции средств коммуникации между человеком и машиной и конструктором машин.
5. Определить, какие изменения необходимо внести, чтобы обеспечить совместимость между человеком, машиной и средой.

Примечание. Методика проектирования систем «человек – машина» может найти применение при разработке любых крупных комплексов машин. Одно из неоспоримых достоинств проектирования человеческих аспектов системы параллельно, а не последовательно с разработкой оборудования заключается в том, что при этом резко сокращается промежуток времени от начала работ до эффективной работы системы.

Пример метода проектирования «2.4.4. Проектирование системы «человек – машина» приведен в прил. 5.

2.4.5. Поиск границ

Цель: найти пределы, в которых лежат границы приемлемого решения.

План действий:

1. Составить новое описание основных требований, которыми определяется искомый параметр.
2. Как можно точнее определить интервал значений, в котором заключена неопределенность.
3. Изготовить действующую модель, позволяющую регулировать основные параметры технических требований в интервале неопределенностей.
4. Провести эксплуатационные испытания, чтобы найти предельные размеры, между которыми заключается область нормальной работы изделия

Примечание. Принцип ступенчатого поиска, моделирования и поиска границ вместо оптимальных и единственно применимых значений применимы при решении многих задач проектирования.

2.4.6. Кумулятивная стратегия

Цель: увеличить затраты усилий конструкторов на анализ и оценку, уменьшив затраты на синтез побочных решений.

План действий:

Кумулятивные этапы:

1. Определить существование цели, достижение которой необходимо, чтобы проект удовлетворял заказчика, потребителей и всех, кого он касается.
2. Определить внешние факторы, которые могли бы помешать достижению хотя бы одной из существенных целей.
3. Установить критерии, позволяющие однозначно судить о приемлемости проектных решений.
4. Разработать методику испытаний по каждому из критериев. Методика должна быть такой:
 - точность результатов должна быть не большей, чем необходимо, чтобы отличить приемлемое решение от неприемлемого;

– в начале проводить испытания, затрагивающие большее число альтернативных решений, а затем испытания, затрагивающие лишь несколько решений;

– доля затрат на проектирование от общей стоимости проектируемого изделия не должна превышать заданную величину.

Некумулятивные этапы:

5. Собрать много альтернативных частных решений для каждого существенного критерия и подготовить грубые модели для экстремального решения.

6. Провести всю последовательность испытаний на этих моделях, отбраковывая после каждого испытания не выдержавшие его модели, пока не обнаружатся явные признаки сходимости к одному комплексу частных решений.

7. Разрешить внутренние противоречия конструкции:

– путем разработки новых видов испытаний, при одновременном воздействии нескольких факторов;

или

– путем поиска решения, объединяющего несколько частных решений для устранения противоречий.

8. Остановиться на одном эскизном решении, удовлетворяющем всем существенным критериям, и только после этого переходить к детализации и уточнениям.

Примечание. Эту стратегию поиска можно применять во всех проектах, где имеются данные и методы измерения, позволяющие выявить существенные требования и выразить их в числовой форме, где можно отложить принятие решений по частным вопросам без ущерба для принципиальных решений.

2.5. Методы оценки

2.5.1. Контрольные перечни

Цель: дать проектировщикам сведения о требованиях, которые были признаны правильными в аналогичных ситуациях.

План действий:

1. Подготовить перечень вопросов, которые были признаны важными в одной или нескольких аналогичных ситуациях.
2. Задать заказчику все или некоторые вопросы, подлежащие оценке.

Примечание. Для многих проектных проблем имеется большое количество заранее прогнозируемых требований, которые неизвестны проектной группе. Важно, чтобы контрольные вопросы имели непосредственное отношение к критериям, по которым будет оцениваться приемлемость проекта.

2.5.2. Выбор критериев

Цель: установить критерии приемлемости проектного решения.

План действий:

1. Сформулировать задачу, которой отвечает приемлемое конструкторское решение.
2. Охарактеризовать «гарантирующее успех» направление работ по данной задаче.
3. Изучить данные о влиянии отклонений от сформулированной задачи и определить условие, соответствующее «области гарантированного успеха» между приемлемыми и неприемлемыми решениями.
4. Выбрать в качестве критерия «простейшую меру», оценки положения проекта в области «гарантированного успеха».
5. Повторить действия п. 1–4 для каждой задачи.

Примечание. Выбор критериев имеет большое значение при попытке рационального проектирования. Метод особенно необходим там, где главные задачи трудно четко сформулировать.

2.5.3. Ранжирование и взвешивание

Цель: сравнить ряд альтернативных решений, используя единую шкалу измерений.

План действий:

1. Определить задачи, которым должны отвечать альтернативные проектные решения.
2. Если задачи следует ранжировать, то необходимо:
 - записать в матрице предпочтительную задачу из каждой пары;
 - распределить задачи по степени их предпочтения.
3. Если задачи должны быть взвешены, назначить каждой задаче коэффициент весомости, указывающий на ее важность по сравнению с другими задачами.
4. Измерить или оценить степень, с которой каждое альтернативное решение отвечает каждой из ранжированных или взвешенных задач.
5. Преобразовать эти результаты в процентные отношения при ранжировании задач и в абсолютные величины цифровых коэффициентов весомости при взвешивании задач.
6. Выбрать альтернативное проектное решение, имеющее наилучшее проектное отношение или наибольший коэффициент весомости.

Примечание. Легкость обучения и применения этих грубых форм оптимизации в некоторых ситуациях уменьшают трудность принятия решений. Для решений практического характера возможны серьезные ошибки.

2.5.4. Составление технического задания

Цель: описать приемлемый конечный результат предстоящего процесса проектирования.

План действия:

1. В предварительном плане охарактеризовать ряд возможных результатов на разных уровнях общности.
2. Выбрать низший уровень общности, предоставляющий проектировщикам достаточную свободу решений.

3. Определить ожидаемый результат проектирования вне зависимости от проектных характеристик, которые проектировщики могут свободно изменять, и от эксплуатационных характеристик, которые проектировщики не в состоянии прогнозировать.

Применение. Составление ТЗ, возможно, самый полезный из инструментов проектирования, лежащий вне уровня работы с масштабным чертежом, но это трудное искусство. Сложно получить правильное ТЗ с первого раза. Легче начать с произвольных заданий, которые быстро приходят в голову, а потом видоизменять их до тех пор, пока не будет достигнут единый уровень общности для всего задания. После этого можно перейти от неопределенных высказываний к более точным выражениям и уменьшить количество критериев [1, 2].

Пример метода проектирования «Составление технического задания» приведен в прил. 6.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Учебно-методическое пособие «Основы проектирования и конструирования. Методы проектирования оптико-электронных приборов» позволяет глубоко погрузиться в мир современного проектирования и конструирования сложной технической продукции. Обучающиеся познакомятся с ключевыми принципами, методами, подходами и современными технологиями, используемыми при создании высокоточных оптико-электронных устройств, обладающих высокой чувствительностью и надежностью.

Рассмотренные традиционные и новые методы проектирования позволяют обучающимся осознанно подходить к решению поставленных задач, выбирая наиболее приемлемый подход в зависимости от условий и особенностей конкретного проекта.

Особое внимание уделено вопросам системного подхода, интеграции человеческого фактора в конструкцию прибора и оценке эффективности принимаемых решений. Предложенная структура пособия помогает лучше ориентироваться в многообразии методов и инструментов, широко применяемых в настоящее время в проектировании.

Закрепив и расширив знания, представленные в данном пособии, обучающиеся смогут эффективно принимать участие в реализации перспективных проектов, направленных на создание новейших поколений приборов для медицинской диагностики, астрономии, геодезии, военного дела и многих других областей, связанных с применением оптико-электронных технологий.

Авторы пособия надеются, что предоставленная информация окажется полезна и своевременно применима на практике, позволяя каждому специалисту достичь высоких результатов в своей профессиональной деятельности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Джонс Дж. К. Методы проектирования : пер. с англ. – 2-е изд., доп. – М. : Мир, 1986. – 326 с.
2. Хилл П. Наука и искусство проектирования: пер. с англ. Е.Г. Коваленко; под ред. В.Ф. Венды. – Москва : Мир, 1973. – 264 с.
3. Матюшин Г. Н. Мезолит Южного Урала. – М. : Наука, 1976. – 368 с.
4. Curti O. Schiffsmodeillbau – Eine Enzyklopei. Rostock : VEB Historff Verlag, 1972. – 520 p.
5. Гуриков В. А. Становление прикладной оптики XV-XIX вв. ; отв. ред. П. В. Щеглов. – Изд. 2-е. – М. : ЛЕНАНД, 2015. – 184 с.
6. Ньютон И. Лекции по оптике. – М. : АН СССР, 1946. – 298 с.
7. Изделие ННДВ (индекс 1ПН44). Техническое описание и инструкция по эксплуатации. АЛЗ.812.100 ТО [Электронный ресурс] / АО «Новосибирский приборостроительный завод». – Новосибирск, 2019. – Режим доступа: http://www.npzoptics.ru/catalog/ranee_vyuskalis/1pn44_manual.
8. Максудов Д. Д. Астрономическая оптика. – М. : ГИТТЛ, 1946. – 368 с.

ЧЕРТЕЖНЫЙ СПОСОБ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Выполнение комплекта конструкторской документации (КД) для изготовления опытного образца.

Как правило, в комплект входят схемы: структурная, оптическая, кинематическая, электрическая и др., а также чертеж общего вида или составных сборочных единиц.

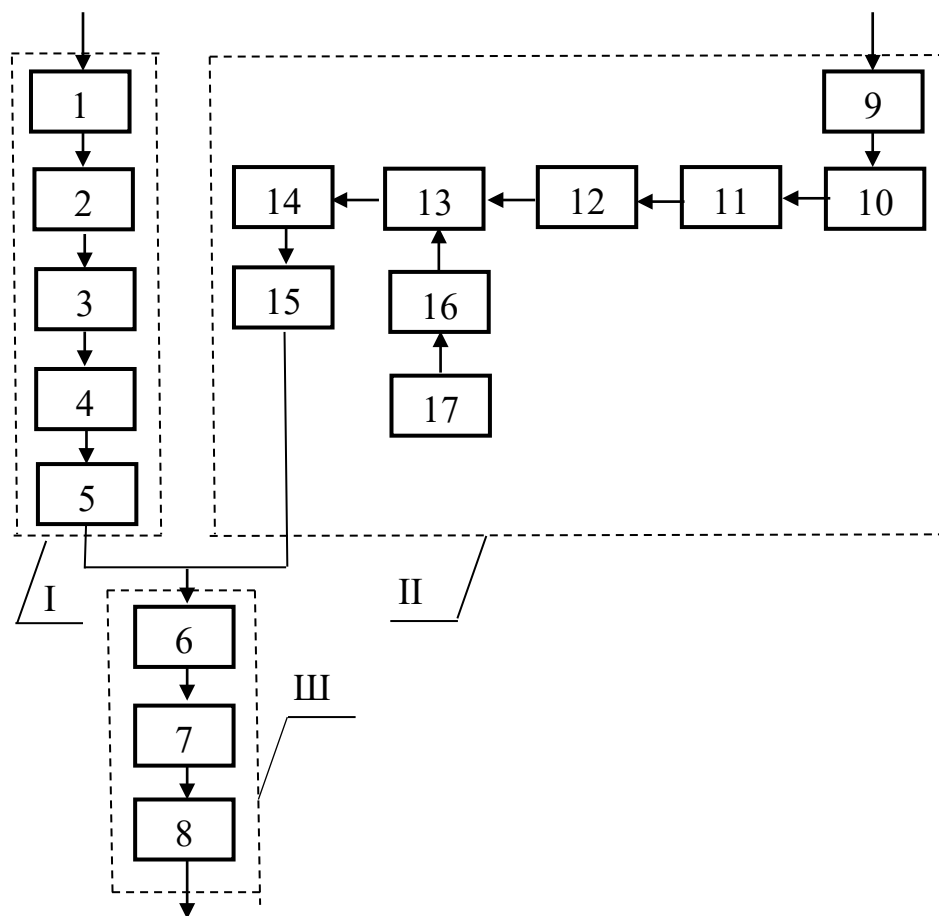


Рис. П.1.1. Структурная схема изделия ННДВ (предполагаемая):

I – дневной канал; II – ночной канал; III – единый канал вывода изображения; 1 – головное зеркало перископа; 2 – объектив; 3 – сетка и коллектив; 4 – оборачивающая система; 5 – нижнее зеркало перископа; 6 – откидное зеркало переключения каналов; 7 – система установки базы глаз; 8 – бинокулярная система; 9 – поворотное зеркало; 10 – объектив; 11 – система светофильтров; 12 – система фокусировки объектива; 13 – ЭОП; 14 – призмная система «псевдобинокулярного» микроскопа; 15 – призмная система компенсации разворота изображения; 16 – блок питания ЭОП; 17 – источник питания

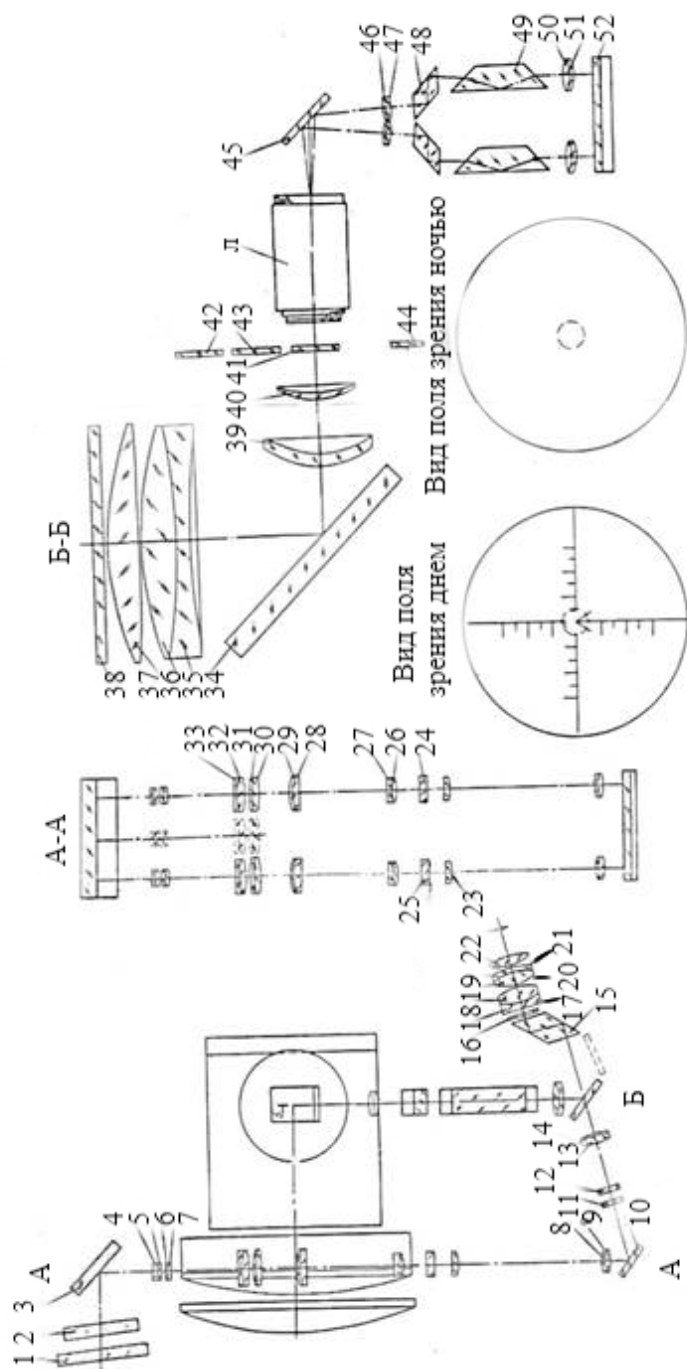


Рис. П.1.2. Схема оптическая ННДВ (повернуто):

1, 2 – стекло защитное; 3 – зеркало; 4 – 7, 30 – 33 – линзы телескопов Галилея изменения увеличения; 8, 9, 13, 14 – линзы оборачивающей системы; 10 – зеркало; 11 – светофильтр; 12 – стекло защитное; 15 – призма ромбическая; 16 – сетка; 17 – пластинка; 18–22 – линзы окуляра; 23 – линза; 24 – пластинка; 25 – сетка; 26–29 – линзы телеобъектива; 34 – зеркало; 35–37, 39, 40 – линзы объектива ночного; 38 – стекло защитное; 41, 42, 44 – светофильтры; 43 – пластинка; 45 – зеркало; 46, 47, 50, 51 – линза объектива микроскопа; 48 – призма «ко-сой» ромбик; 49 – призма Дове; 52 – зеркало откидное

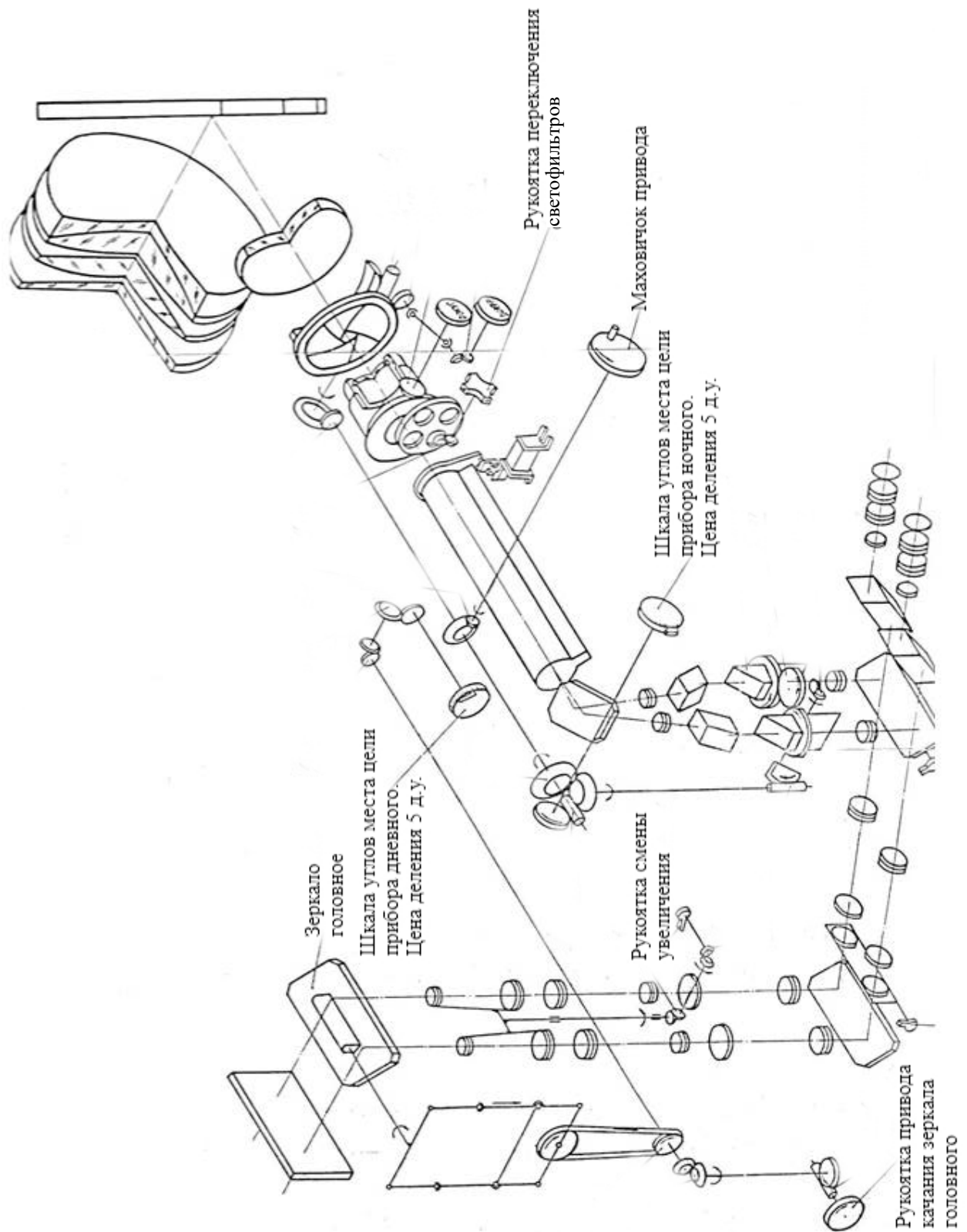


Рис. П.1.3. Оптико-кинематическая схема изделия ННДВ

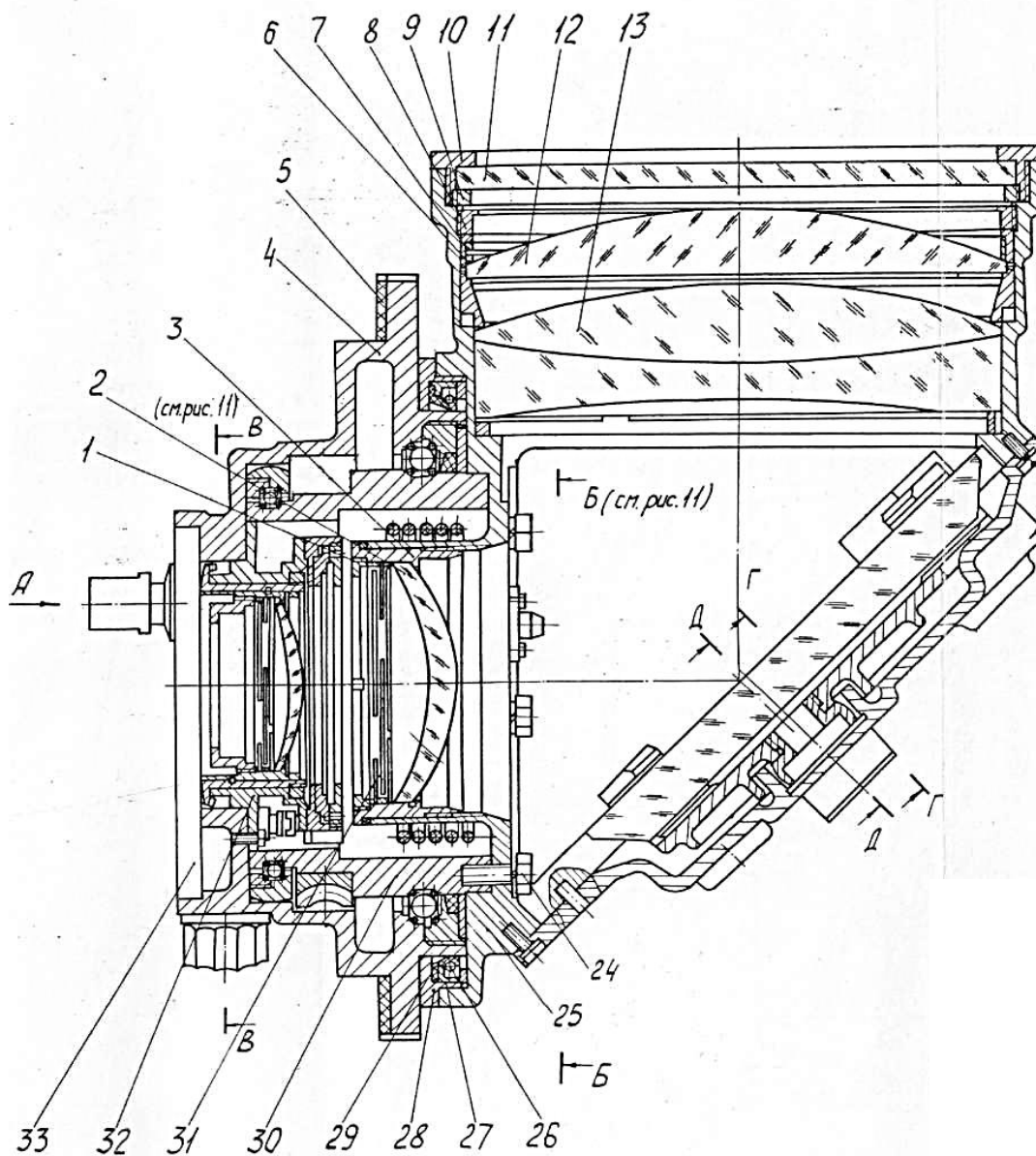


Рис. П.1.4. Объектив ночного канала изделия ННДВ:

1, 8 – кольцо резьбовое; 2, 12 – линза; 3 – оправка; 4 – корпус; 5 – прокладка;
 6 – оправка; 7, 31 – кольцо пружинное; 8 – кольцо резьбовое; 9 – кольцо; 10 – оправка;
 11 – стекло защитное; 13 – линза склеенная; 24 – болт; 25 – корпус;
 26 – пружина; 27 – кольцо; 28 – корпус; 29 – сальник; 30 – сектор зубчатый;
 32 – механизм фокусировки; 33 – стакан

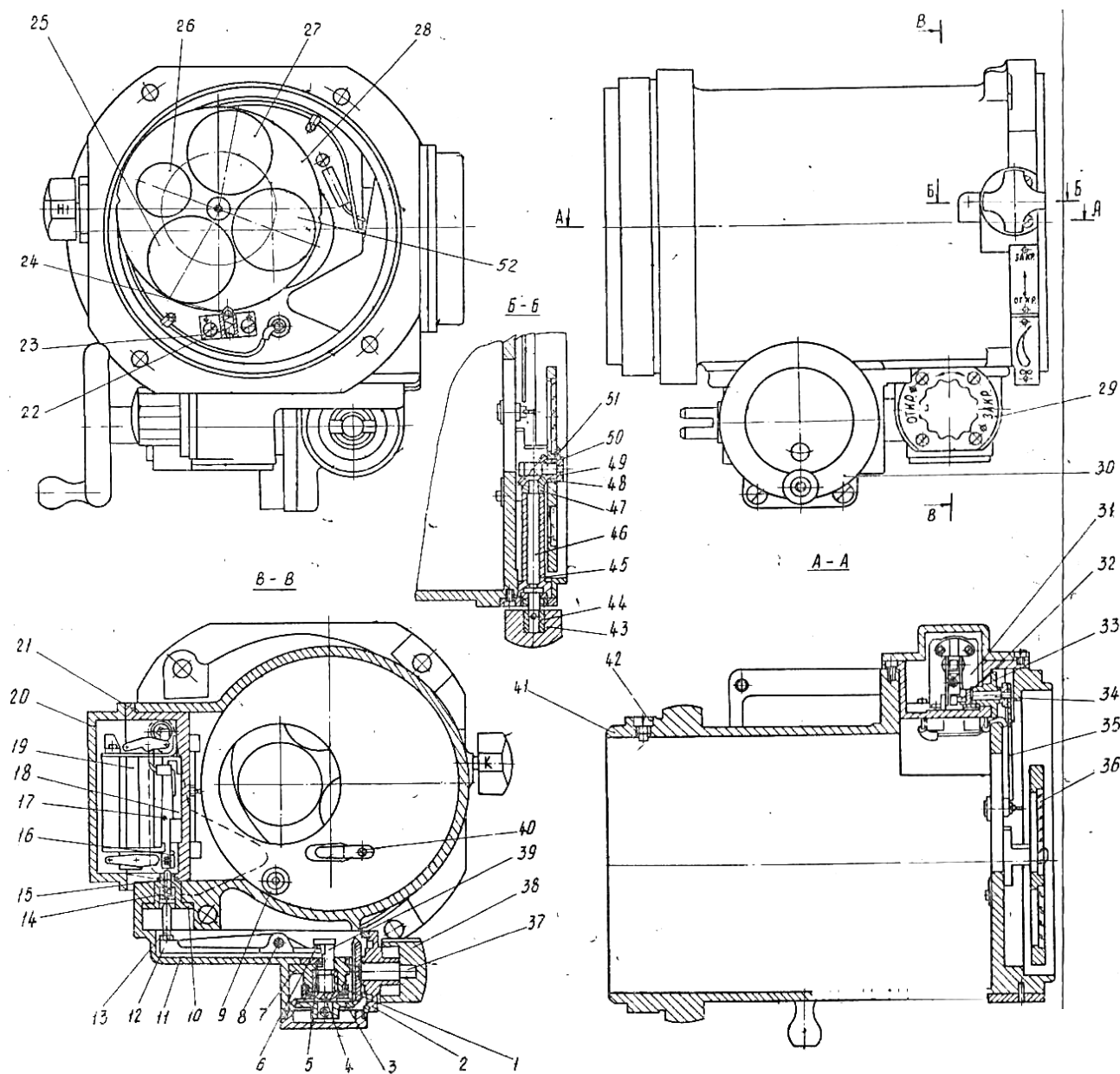


Рис. П.1.5. Средник ночного канала:

1 – гайка; 2, 10, 33 – фланец; 3, 37, 47, 50 – колесо зубчатое; 4 – валик; 5, 6, 13 – упор; 7, 44 – втулка; 8 – штифт; 9 – гнездо; 11 – корпус; 12 – рычаг; 14 – пружина; 15 – толкатель; 16 – пластинка; 17 – тяга; 18 – колодка; 19 – коромысло электромагнита; 20 – крышка; 21 – корпус; 22 – пружина; 23 – кронштейн; 24 – шарик; 25 – пластинка; 26, 27, 52 – светофильтры; 28 – оправка; 29 – привод заслонки; 30 – привод; 31 – электромагнит с заслонкой; 32 – палец; 34, 46 – ось; 35 – заслонка; 36 – светофильтры; 38, 43 – маховичок; 39, 42 – винт; 40 – пластина; 41 – корпус; 44 – втулка; 45 – кронштейн; 48 – шпонка; 49 – гайка; 51 – ось кронштейна

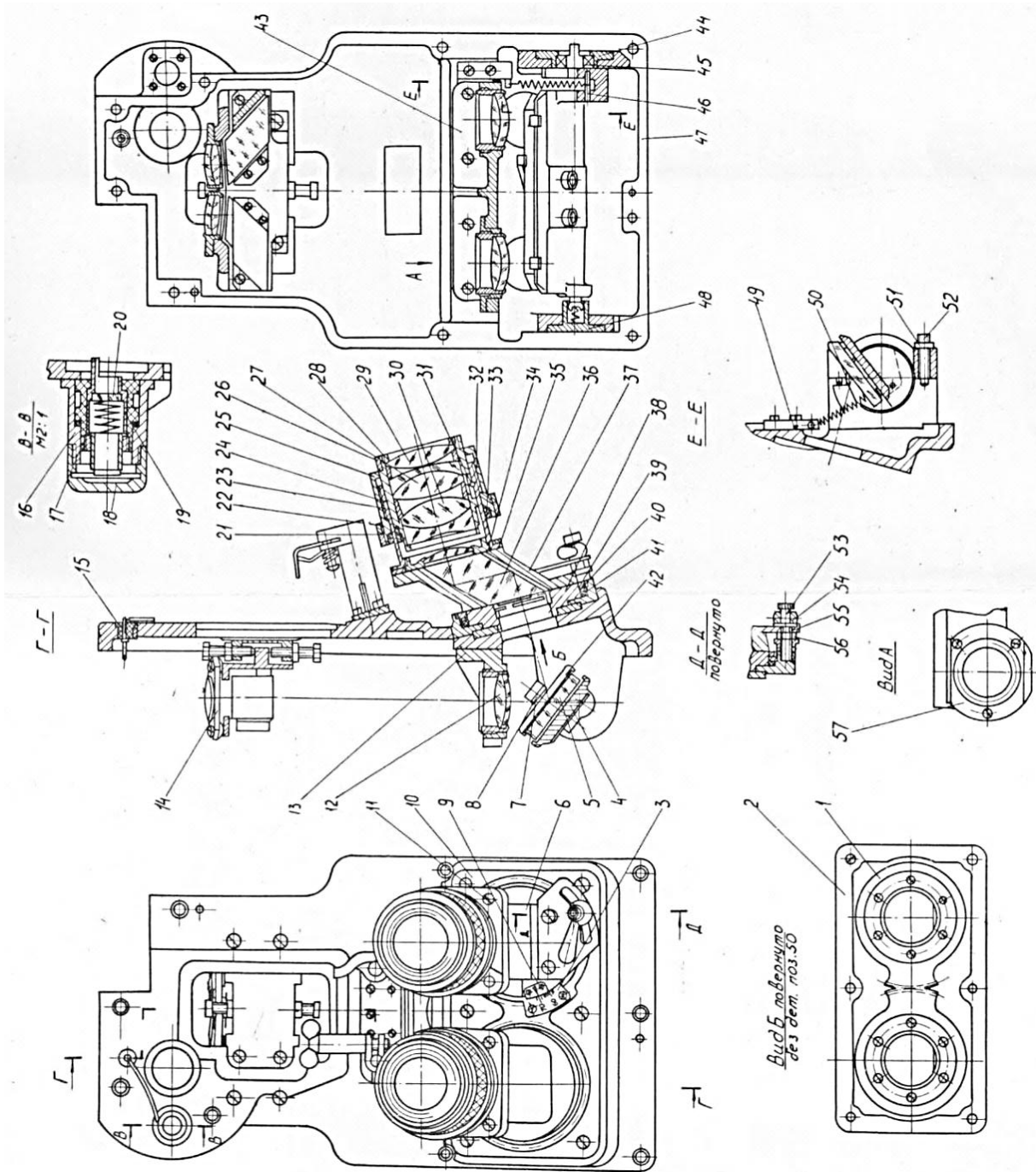


Рис. П.1.6. Микроскоп (повернуто):

1 – плато; 2 – сектор зубчатый; 3 – шкала; 4, 6, 19, 24, 25, 37 – оправа; 5 – зеркало; 7 – шайба; 8, 51, 56 – гайка; 9 – индекс; 10 – плато с окулярами; 11, 52 – винт; 12 – линза склеенная; 13, 43 – кронштейн; 14 – узел приз; 15 – штырь; 16 – фланец; 17 – стакан; 18 – колпачок; 20 – стекло защитное; 21 – кольцо с диоптрийной шкалой; 22, 26, 39 – кольцо; 23 – втулка; 27, 29, 30 – линза; 28 – кольцо; 31 – шарик; 32, 33, 41 – сальники; 34 – пластинка; 35 – планка с индексом; 36 – призма ромбическая; 38 – букса; 40 – шайба; 42 – планка; 44 – обойма; 45, 48 – подшипник; 46 – штифт; 47 – крышка; 49, 55 – планка; 50 – пружина; 53 – шпилька; 54 – рукоятка

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЕКТНЫХ СИТУАЦИЙ (ДИВЕРГЕНТНЫЕ МЕТОДЫ)

Пример метода «2.1.2 Поиск литературы (информации)»

Цель работы и план действий приведен в п. 2.1.2.

Целью поиска информации является написание магистерской диссертации и составления отчёта для научно-исследовательской работы в ходе образовательного процесса.

План действий:

1. Поиск информации для написания магистерской диссертации и составления отчёта для научно-исследовательской работы в ходе образовательного процесса.

2. Издания, публикующие достоверную информацию для указанных целей.

Журналы или их перечни:

- Оптический журнал «Journal of optical technology»;
- журнал «IEEE Communications Magazine»;
- журнал «Вестник СибГУТИ».

Периодическая литература:

- электронные источники информации;
- электронная библиотека СГУГиТ;
- электронная библиотека ГПНТБ;
- электронная библиотека ЭБС Лань;
- научная электронная библиотека КиберЛенинка;
- электронная библиотека Znanium.

3. Выбрать наиболее подходящий для данного случая общепринятый метод поиска информации:

- библиотечные каталоги: каталог ГПНТБ, СГУГиТ;
- привлечение библиографов и сотрудников информационных служб: Ватлина Татьяна Николаевна, библиотекарь I категории библиотеки СГУГиТ;

- консультации с экспертами: Трояк Ирина Сергеевна, ученый сек-

ретарь ГПНТБ СО РАН, кандидат исторических наук.

Издания, публикации и литература, несущие полезную информацию, являются техническими изданиями. К техническим изданиям, имеющих практическую ценность, относятся:

– учебные и методические издания по изучаемому направлению:

1. Грицкевич, Е. В. Компьютерный анализ систем оптоэлектроники и информационной безопасности. Учебное пособие / Е. В. Грицкевич, П. А. Звягинцева; изд. СГУГиТ, 2017. – 70 с.

2. Методика оценки угроз безопасности информации. Федеральная служба по техническому и экспортному контролю (методический документ).

– технические журналы и научные статьи:

1. Аверьянов В. С. О некоторых вопросах, идеях и технологических решениях в области квантового распределения ключей безопасности // Сборник докладов Всероссийской Школы молодых ученых СибГУТИ.

2. Бобков Е. О. Применение технологии квантового распределения ключей в волоконно-оптических линиях связи // Научный альманах Центрального Черноземья.

– отечественные и иностранные патенты МПК G05B, H04L, относящиеся к теме магистерской диссертации:

1. Патент № 2665096 С1 Российская Федерация, МПК G05B 15/00. Способ двухуровневого управления и система для его осуществления (варианты) : № 2018113685 : заявл. 13.04.2018: опубл. 28.08.2018 / В. А. Селифанов.

2. Патент № 2747626 С1 Российская Федерация, МПК G05B 15/02. Способ двухуровневого управления и система управления для его осуществления (варианты) : № 2020114340: заявл. 22.04.2020: опубл. 11.05.2021 / В. А. Селифанов, В. В. Селифанов, А. В. Селифанов; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный технический университет».

3. Патент № 2752844 С1 Российская Федерация, МПК H04L 9/08. Система выработки и распределения ключей и способ распределенной выработки ключей с использованием квантового распределения ключей (варианты): № 2020140774: заявл. 10.12.2020: опубл. 11.08.2021 / А. Е. Жилиев; заявитель Акционерное общество «Информационные технологии и коммуникационные системы».

Выбор наиболее подходящего общего метода поиска информации.

Поиск информации и получение уточнённой информации производился путём консультаций с научным руководителем в учебном заведении.

Список используемой литературы для написания магистерской диссертации, найденной в информационном пространстве, библиотеках и учебном заведении:

1. Аверьянов, В. С. О некоторых вопросах, идеях и технологических решениях в области квантового распределения ключей безопасности / В. С. Аверьянов // Информационная безопасность : Сборник докладов Всероссийской Школы молодых ученых, Новосибирск, 14–18 ноября 2022 года. – Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2022. – С. 34-39. – DOI 10.55648/978-5-91434-080-0-2022-34-39.

2. Методы и приборы для оптических измерений в инфокоммуникациях: учебное пособие. – Санкт-Петербург: СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2020 – Часть 1 : Измерение параметров оптических волокон. Поляризационные измерения. Рефлектометрия – 2020. – 88 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/180198> (дата обращения: 06.04.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Методы и средства измерения в оптических телекоммуникационных системах: учебное пособие / А. Е. Мандель; ТУСУР. – Москва: ТУСУР, 2020. – 130 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/313535> (дата обращения: 14.12.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Техническая диагностика современных цифровых сетей связи. Основные принципы и технические средства измерений параметров передачи для сетей PDH, SDH, IP, Ethernet и ATM: справочное пособие / И. И. Власов, Э. В. Новиков, М. М. Птичников, Д. В. Сладких; под редакцией М. М. Птичникова. – Москва: Горячая линия-Телеком, 2017. – 480 с. – ISBN 978-5-9912-0195-7. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/111036> (дата обращения: 06.04.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Габдулхаков И. М. Принципы построения универсальной системы квантового распределения ключей с частотным кодированием на основе амплитудной модуляции и фазовой коммутации / И. М. Габдулхаков,

О. Г. Морозов // Актуальные вопросы телекоммуникаций : Научно-техническая конференция Росинфоком-2017, Самара, 01 сентября 2017 года / Федеральное агентство связи; Департамент информационных технологий и связи Самарской области; Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики; Научно-исследовательский институт радио. – Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017. – С. 81-82.

6. Грицкевич Е. В. Компьютерный анализ систем оплотехники и информационной безопасности : учеб. пособие / Е. В. Грицкевич, П. А. Звягинцева. – Новосибирск: СГУГиТ, 2017. – 70 с.

7. Жилин С. В. Квантовое распределение ключей по беспроводному оптическому каналу связи / С. В. Жилин, В. В. Архипенко, Е. С. Басан // Компьютерные и информационные технологии в науке, инженерии и управлении (КомТех-2022): Материалы Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. В двух томах, Таганрог, 08–10 июня 2022 года. – Таганрог: Южный федеральный университет, 2022. – С. 194-200.

8. Луценко С. А. Способ квантового распределения ключей в облачных сетях / С. А. Луценко, П. В. Заика, С. Ю. Козлов // Инновационная деятельность в Вооруженных Силах Российской Федерации: Труды всеармейской научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 11–12 октября 2017 года. – Санкт-Петербург: Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «Военная академия связи имени Маршала Советского Союза С. М. Буденного» Министерства обороны Российской Федерации, 2017. – С. 218-220.

9. Методика оценки угроз безопасности информации. – Текст: электронный // Федеральная служба по техническому и экспортному контролю: [сайт]. – URL: <https://fstec.ru/component/attachments/download/2919> (дата обращения: 20.12.2023).

10. Патент № 2326442 С1 Российская Федерация, МПК G07C 3/00, G06F 17/00. Способ оценки эффективности управления и устройство для его осуществления: № 2007102742/09: заявл. 24.01.2007: опубл. 10.06.2008 / В. А. Селифанов, В. В. Селифанов.

11. Патент № 2503985 С2 Российская Федерация, МПК G05B 15/00. Способ двухуровневого управления техническими средствами и система для его осуществления: № 2012105841/08: заявл. 17.02.2012: опубл.

10.01.2014 / В. А. Селифанов; заявитель Федеральное государственное военное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Военный авиационный инженерный университет" (г. Воронеж) Министерства обороны Российской Федерации.

12. Патент № 2621605 С Российская Федерация, МПК H04L 9/08, H04B 10/00, G06F 21/60. Сеть квантового распределения ключей: № 2015141966: заявл. 02.10.2015: опубл. 06.06.2017 / К. С. Кравцов, С. П. Кулик, С. Н. Молотков [и др.]; заявитель Российская Федерация, от имени которой выступает ФОНД ПЕРСПЕКТИВНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.

13. Патент № 2665096 С1 Российская Федерация, МПК G05B 15/00. Способ двухуровневого управления и система для его осуществления (варианты) : № 2018113685 : заявл. 13.04.2018: опубл. 28.08.2018 / В. А. Селифанов.

14. Патент № 2706175 С1 Российская Федерация, МПК H04L 9/08, G06F 21/72. Способ квантового распределения ключей в однопроходной системе квантового распределения ключей: № 2018146854: заявл. 27.12.2018: опубл. 14.11.2019 / А. Г. Втюрина, К. А. Балыгин, В. И. Зайцев [и др.] ; заявитель Открытое акционерное общество «Информационные технологии и коммуникационные системы».

15. Патент № 2741264 С1 Российская Федерация, МПК G05B 15/00. Способ двухуровневого управления техническими средствами (варианты) : № 2020122379 : заявл. 07.07.2020: опубл. 22.01.2021 / В. А. Селифанов, В. В. Селифанов, А. В. Селифанов; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный технический университет».

4. Определение стоимости поиска информации.

Расходы на поиск информации с учётом транспортных расходов и стоимостью тарифа связи 2 500 руб. в месяц.

Стоимость проезда в день 70 руб., стоимость тарифа связи в месяц 400 руб.

5. Для поддержания картотеки источников, относящихся к теме магистерской диссертации, будет использоваться электронное запоминающее устройство и облачное хранилище SberDisk. Также для дополнительного хранения и более удобного поиска литературы используется программа Microsoft Excel, в которую будет занесена информация об источниках со ссылками на электронные ресурсы и для быстрой навигации внутри электронного устройства.

Картотека документов

Авторский знак	Библиографическое описание
Е35	Методы и приборы для оптических измерений в инфокоммуникациях : учебное пособие. – Санкт-Петербург: СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2020 – Часть 1 : Измерение параметров оптических волокон. Поляризационные измерения. Рефлектометрия – 2020. – 88 с. – Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/180198 (дата обращения: 06.04.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей
Р515	Методы и средства измерения в оптических телекоммуникационных системах: учебное пособие / А. Е. Мандель; ТУСУР. – Москва: ТУСУР, 2020. – 130 с. – Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/313535 (дата обращения: 14.12.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей
Т38	Техническая диагностика современных цифровых сетей связи. Основные принципы и технические средства измерений параметров передачи для сетей PDH, SDH, IP, Ethernet и ATM: справочное пособие / И. И. Власов, Э. В. Новиков, М. М. Птичников, Д. В. Сладких; под редакцией М. М. Птичникова. – Москва: Горячая линия-Телеком, 2017. – 480 с. – ISBN 978-5-9912-0195-7. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/111036 (дата обращения: 06.04.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей
ГОСТ Р МЭК 60793-1-42-2013	Волокна оптические. Часть 1-42. Методы измерений и проведение испытаний. Хроматическая дисперсия: национальный стандарт: издание официальное: утвержден и введен действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 06 сентября 2013 г. N 909-ст: введен впервые: дата введения 2013-09-06

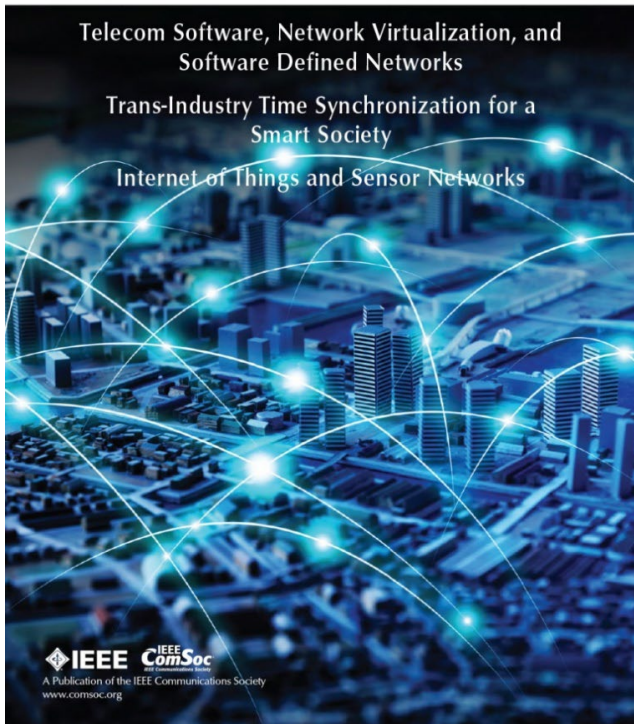
6. *Составление и постоянное обновление библиотеки для быстрого поиска информации.*

Постоянная библиотека, подлежащая обновлению, относится к магистерской диссертации. Основные запросы для поиска будут касаться управления технических средств, квантового распределения ключей, оценке угроз в оптических системах и оценке эффективности защиты таких систем.

Для обновления информации, найденной в информационном поле, будут использоваться:

- Яндекс патенты;
- Google Patents;
- электронная библиотека СГУГиТ;
- электронная библиотека ЭБС Лань;
- научная электронная библиотека КиберЛенинка;
- электронная библиотека Znanium.

Пример оформления библиотеки приведен на рис. П.2.1.



a)

2002 Index
IEEE Communications Magazine
Vol. 40

This index covers all technical items – papers, correspondence, reviews, etc. that appeared in the periodical during 2002, and items from previous years that were corrected upon or corrected in 2002. Departments and other items may be also covered if they have been judged to have archival value.

The Author Index contains the primary entry for each item, listed under the first author's name. The primary entry includes the authors' names, the title of the paper or other item, and its location in the journal. The Subject Index contains entries describing the items under all appropriate subject headings, plus the first author's name, the publication abbreviation, month, and year, and inclusive pages. Subject cross-references are included to assist in finding items of interest. Note that the item title is found only under the primary entry in the Author Index.

AUTHOR INDEX

A

Adamsopoulos, D.X., G. Pavlos, and C.A. Papadimitriou. Advanced service creation using distributed object technology. *COM-M Mar 02* 140-144

Agarwal, D.P., see Gossain, H., *COM-M Jun 02* 116-123

Agarwal, D.P., see Hongmei Deng, *COM-M Oct 02* 70-75

Akylakis, I.F., Weilian Su, Y. Santhanaraman, and E. Cayirci. A survey for sensor networks. *COM-M Aug 02* 102-114

Al-Dhahir, N., C. Fragouli, A. Samiridis, W. Younis, and R. Calderbank. Space-time processing for broadband wireless access. *COM-M Sep 02* 136-142

Alarwadi, H., see Kabaci, A., *COM-M Dec 02* 30-43

Antikarov, H., see Moshayesh, D., *COM-M Aug 02* 90-97

Annala, M.H., see Fang Han, *COM-M Jun 02* 48-56

Andrews, F.T. The information theory of MIMO. *COM-M Jul 02* 40-53

Araki, S., see Tomizaki, T., *COM-M Nov 02* 88-94

Artyushchik, S.L., see C. Fragouli, *COM-M Aug 02* 54-66

Arntsen, S., see Doufexi, A., *COM-M May 02* 172-180

Armstrong, T., S.S. Georghiades, and N. Jones. Guest editorial: Generic framing procedure (GFP) and data over SONET/SDH and OTN (special section intro). *COM-M May 02* 60-61

Asari, J., J. Lee, M. Dillinger, and L. Mounoud. Interworking between IP security and performance enhancing proxies for mobile networks. *COM-M May 02* 138-144

Aubin, G.P., see Bishop, D.J., *COM-M Mar 02* 75-79

Auerbach, A., and A. Krim. Engaging end-to-end IP resilience using incidence differentiation. *COM-M Jun 02* 56-57

Avramis, D., J. Davis, A. Ghiglino, and F. Mularino. Wireless networks based on hybridizable platforms for the provision of integrated navigation/communication services. *COM-M Feb 02* 119-125

Aweys, A., see Chengyu Zhu, *COM-M Jun 02* 158-167

B

Bacchi, J., see Crosswell, J., *COM-M Sep 02* 112-115

Bahl, Y., see Callaway, J., *COM-M Aug 02* 70-77

Bajic, B., see Dragaj, D., *COM-M Jun 02* 124-127

Baker, N., see Cheng, R.C., *COM-M Mar 02* 128-129

Baldwin, L., G.N. Rowles, H.G. Perros, and D. Stevenson. JumpStart: a non-invasive signaling architecture for WDM burst-switched networks. *COM-M Feb 02* 82-89

Barak, P. The beginning of packet switching: some underlying concepts. *COM-M Jul 02* 42-45

Bejjani-Serfaty, A., see Faloutsos, D., *COM-M Apr 02* 58-66

Benabib, R., E. Benini, and K. Turop. Next-generation wireless communications concepts and technologies. *COM-M Mar 02* 109-116

Bertrand, J., J.W. Cruz, B. Malhotra, and T. Rappoport. COBRA: delays in a software-defined radio. *COM-M Feb 02* 152-155

Bishop, D.J., C.R. Giles, and J.P. Thompson. The Linnear Linkless Radio: MEMS technology of the future here today. *COM-M Mar 02* 75-79

Blanks, G., see Lange, K., *COM-M Feb 02* 163-167

Bogata, H. Multi-carrier technologies for wireless communication (Nassar, G.E., ed., 2002) [book review]. *COM-M Mar 02* 120

Bokhari, H., see Georghiades, N., *COM-M Apr 02* 86-95

Boucouillard, P., and A. Rodriguez-Molina. Generic framing procedure (GFP): the catalyst for efficient data over transport. *COM-M May 02* 72-79

Bug Song Kee, see Kee Bong Song, *COM-M Oct 02* 101-109

Buonici, A., see de Lathauwer, S., *COM-M Sep 02* 116-121

Bookhtam, N., see Thi Mai Trung Nguyen, *COM-M May 02* 138-145

Broderick, J. Maintaining telephone switching software requirements. *COM-M Nov 02* 104-109

Broggi, S., and R. Milder. Local loop unbundling in the Italian network. *COM-M Oct 02* 86-93

Broggi, S., see Benabib, R., *COM-M Mar 02* 108-116

Brownlee, N., and K.C. Claffy. Understanding Internet traffic streams: diagnosis and mitigation. *COM-M Oct 02* 116-117

Bull, D., see Doufexi, A., *COM-M May 02* 172-180

Butler, M., see Doufexi, A., *COM-M May 02* 172-180

C

Calderbank, R., see Al-Dhahir, N., *COM-M Sep 02* 136-142

Callaway, J., see Georghiades, N., J.A. Gutierrez, M. Narve, B. Hells, and V. Bahl. Home networking with IEEE 802.15.4: a developing standard for low-rate wireless personal area networks. *COM-M Aug 02* 70-77

Carlson, H.C., see Myoungki Jeong, *COM-M Nov 02* 96-103

Carls, J., and J. Day. Global communications in IEEE standardization [Proceedings]. *COM-M Oct 02* 24

Catroux, S., V. Erceg, D. Georghiades, and R.W. Heath, Jr. Adaptive modulation and MIMO coding for broadband wireless data networks. *COM-M Jun 02* 108-115

Cavazzani, C., see Mazzanti, A., *COM-M Nov 02* 60-65

Cavallaro, B., R. Markakis, S. H. Yun, O. Manalad, and M. Nishikawa. New transport services for next-generation SONET/SDH systems. *COM-M May 02* 80-87

Cayirci, E., see Akylakis, I.F., *COM-M Aug 02* 102-114

Chai Yoo Jun, see White, L., *COM-M Sep 02* 74-81

Chan, P.M.L., see Confalonri, P., *COM-M Jun 02* 67-107

Chandra, S. *Tomato: A Global IP System*, Vol. 1 (Prasad, R., 2001) [book review]. *COM-M Aug 02* 30

Chang, R.K.C. Defending against flooding-based distributed denial-of-service attacks: a tutorial. *COM-M Oct 02* 42-51

Changsheng Huang, V. Sharma, K. Owens, and S. Malik. Building reliable MIP-6 networks using a path protection mechanism. *COM-M Mar 02* 156-162

Chang Fangle, see Washington, D.G., *COM-M Jun 02* 118-148

Charney, C., see Tirpe, D., *COM-M Jun 02* 58-64

Chaskar, B., see Yifei Guo, *COM-M Mar 02* 132-137

Chen, T.M., see Yamashita, N., *COM-M Nov 02* 96-103

Chen Cheng, see Xi-Peng Xiao, *COM-M Dec 02* 56-62

Cheng Chen, see Xi-Peng Xiao, *COM-M Dec 02* 56-62

Cheng Yu, see Yu Chang, *COM-M Dec 02* 130-136

Chengyu Zhu, G.W. W. Yang, J. Anaya, M. Ouellet, and D.V. Maniatis. A comparison of active queue management algorithms using the ONET Monitor. *COM-M Jun 02* 158-167

Cheng, N. Guest editorial: The new emerging technologies (special section intro). *COM-M Dec 02* 64

Cheng, X.K., see Kao, G.S., *COM-M Aug 02* 64

Chiang, R.C.N., A. Scamm, O. Frazier, M. Young, and N. Baker. Transport of multiple application partitioning over Internet network. *COM-M May 02* 124-128

Chiang, C.M., D.A. Khoshdel, and S. Krishna. Mobility management in third-generation all-IP networks. *COM-M Sep 02* 124-135

Chiodorek, R. QoS Measurement and Evaluation of Telecommunications Quality of Service (Harris, W.C., 2001) [book review]. *COM-M Mar 02* 109-116

Chohan, P. High Availability Network Fundamentals: A Practical Guide to Protecting Network Availability (Oggrin, C., 2001) [book review]. *COM-M Oct 02* 34

Chu, P.B., Shi-Sheng Lee, and Sangyeon Park. MEMS: the path to large optical components. *COM-M Mar 02* 75-79

Chung Seung Taek, see Kee Bong Song, *COM-M Oct 02* 101-109

Chungho Qian, see Myoungki Jeong, *COM-M Nov 02* 96-103

b)

IEEE ComSoc
A Publication of the IEEE Communications Society
www.comsoc.org

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОМУ И ЭКСПОРТНОМУ КОНТРОЛЮ

Управление ФТС РФ, Россия
9 февраля 2021 г.

МЕТОДИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТ
МЕТОДИКА
ОЦЕНКИ УГРОЗ БЕЗОПАСНОСТИ ИНФОРМАЦИИ

в)

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ (19) **RU** (11) **2 665 096** (13) **C1**
(51) МПК **G05B 15/00** (2006.01)



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

На основании пункта 1 статьи 1366 части четвертой Гражданского кодекса Российской Федерации патентообладатель обязуется заключить договор об отчуждении патента на условиях, соответствующих установившейся практике, с любым гражданином Российской Федерации или российским юридическим лицом, кто первым изъявит такое желание и уведомит об этом патентообладателя и федеральный орган исполнительной власти по интеллектуальной собственности.

(52) СПК
G05B 15/00 (2006.01)

(21)(22) Заявка: 2018113685, 13.04.2018

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
13.04.2018

Дата регистрации:
28.08.2018

Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: 13.04.2018

(45) Опубликовано: 28.08.2018. Бюл. № 25

Адрес для переписки:
394071, г. Воронеж, б-р Победы, 26 кв. 118,
Селфианов В.А.

(54) Способ двухуровневого управления и система для его осуществления (варианты)

(57) Реферат:
Изобретение относится к области управления техническими средствами (ТС) и может быть использовано для расширения функциональных возможностей управления ТС различного назначения, например охраны, связи, разведки, защиты информации, радиоэлектронной борьбы, радиокажания и др. Система управления содержит соответствующим образом соединенные: пункты управления, линии связи, пункты управления первого уровня; устройства хранения базы данных своих ТС, объектов воздействия и условий обстановки, каналообразующую аппаратуру, аппаратуру передачи данных, блоки сбора и анализа данных об объектах воздействия; блоки доопределения данных об объектах воздействия, блок формирования целеуказаний ТС своей группы, блок формирования списка ТС по эффективности, блок распределения объектов воздействия между ТС своей группы, блок

(72) Автор(ы):
Селфианов Валерий Анатольевич (RU)


(73) Патентообладатель(и):
Селфианов Валерий Анатольевич (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2486565 C1, 27.06.2013. RU 2547219 C1, 10.04.2015. RU 2568301 C1, 20.11.2015.

формирования заданий ПУ, блок оценки возможностей своих ТС, блок идентификации объектов воздействия, устройства отображения информации, блок классификации объектов воздействия, блок определения приоритетов объектов воздействия, линии компьютерной сети, блок формирования сообщений, блок формирования управляющих сигналов, каналообразующую аппаратуру, устройство приема команд и адресной выдачи управляющих сигналов, устройство управления техническим средством, блок оценки эффективности воздействия, блок сравнения объектов воздействия, блок сравнения выбранных объектов воздействия, блок формирования списка не выбранных объектов воздействия, блок выбора объектов воздействия. Технический результат достигается за счет выполнения на пункте управления (ПУ) второго

Стр. 1

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ (19) **RU** (11) **2 752 844** (13) **C1**
 (51) МПК **H04L 9/08** (2006.01)



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(53) СПК
HO4L 9/0855 (2021.02)

(21)(22) Заявка: 2020140774, 10.12.2020
 (24) Дата начала отсчета срока действия патента: 10.12.2020
 Дата регистрации: 11.08.2021

Приоритет(ы):
 (22) Дата подачи заявки: 10.12.2020
 (45) Опубликовано: 11.08.2021 Бюл. № 23

Адрес для переписки:
 127287, Москва, ул. Митинка, 56, стр. 2, пом. IX, комн. 29, Акционерное общество "Информационные технологии и коммуникационные системы"

(72) Автор(ы):
Жилев Андрей Евгеньевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):
 Акционерное общество "Информационные технологии и коммуникационные системы" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: US 10348493 B2, 09.07.2019, US 2016/013936 A1, 14.01.2016, US 8041039 B2, 18.10.2018, RU 275870 C1, 23.11.2020.

(54) Система выработки и распределения ключей и способ распределенной выработки ключей с использованием квантового распределения ключей (варианты)
 (57) Реферат:
 Изобретение относится к системам генерации ключей с использованием технологии квантового распределения ключей (КРК) для криптографических средств защиты информации. Техническим результатом является повышение отказоустойчивости системы за счет децентрализованной обработки запросов пользовательских ключей и расчета квантовых маршрутов. Вырабатывают классический пользовательский ключ в первом и последнем узле сети КРК зарезервированного квантового маршрута в модулях выработки пользовательских ключей с использованием предварительных ключей согласно выбранному порядку выработки классического пользовательского ключа. Вырабатывают в модулях выработки пользовательских ключей первого и последнего узлов сети КРК зарезервированного квантового маршрута пользовательский ключ с использованием квантового пользовательского ключа и классического пользовательского ключа

согласно выбранному порядку объединения квантового пользовательского ключа и классического пользовательского ключа. Передают выработанный пользовательский ключ из модуля выработки пользовательского ключа первого и последнего узлов сети КРК зарезервированного квантового маршрута в модули управления пользовательскими ключами первого и последнего узлов сети КРК зарезервированного квантового маршрута. Сохраняют в хранище пользовательских ключей модуля управления пользовательскими ключами узла сети КРК полученный пользовательский ключ. Передают пользовательский ключ из хранища пользовательских ключей модуля управления пользовательскими ключами узла сети КРК в шифратор пользователя, запрашивший пользовательский ключ. 4 и. и 6 зл. ф-лы, 2 ил., 2 табл.

Стр. 1

RU 2752844 C1

Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций
 Российской Федерации
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
 высшего образования
 «Сибирский государственный университет
 телекоммуникаций и информатики»



ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ
**Сборник докладов Всероссийской Школы
 молодых ученых**

(14–18 ноября, Новосибирск, Россия)

Научное текстовое электронное издание
 локального распространения

Новосибирск
 Издательство СибГУТИ
 2022

Том 89 • Номер 9 • Сентябрь 2022
 ISSN: 1023-5066
 http://www.opticajournal.ru

Оптический журнал

Выходит на русском и английском языках

Journal of Optical Technology

Volume 89 • Number 9 • September 2022
 ISSN: 1091-0788
 opg.optica.org/jot

ж)

Introduction Vol. 90, No. 11 / November 2023 / Journal of Optical Technology 637

Journal of Optical Technology

Foreword by the issuing editors

N. M. SKORNYAKOVA^{1,2} AND A. S. MACHIKHIN^{2,4}

¹National Research University MPEI, Moscow, Russia
²Scientific and Technological Center for Unique Instrumentation of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia
³SkorniyakovaNM@mpei.ru
⁴machikhin@ntcup.ru

Opticheskiy Zhurnal 90, 3–6 (November 2023)

Readers are offered a selection of scientific articles prepared based on the results of presentations at the 17th International Scientific and Technical Conference "Optical Methods of Flow Investigation 2023" (OMFI-2023), held from 26 June to 30 June 2023, at the National Research University MPEI, with the support of the Institute of Thermophysics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences and the Scientific and Technological Center for Unique Instrumentation of the Russian Academy of Sciences. These articles are dedicated to the relevant and rapidly evolving field of modern optoelectronic instrument engineering, specifically focusing on acousto-optical and spectral technologies and instruments. The principal trends in the development of this field can be characterized as follows. © 2024 Optica Publishing Group

https://doi.org/10.1364/JOT.90.000637

- Search for and Investigation of New Acousto-optic Materials**
 Significant efforts of scientists are aimed at studying various modes of acousto-optical interaction in promising materials (bixial crystals, gyrotropic media, etc.) to create effective (high-speed, wide-range, etc.) devices for controlling optical radiation. Special attention is given to the formation and acousto-optic diffraction of structured beams (Bessel, Gauss-Laguerre, etc.) with unique properties (self-healing, sharp focusing, etc.).
- Expansion of the Functional Capabilities of Acousto-optic Devices**
 The unique features of acousto-optic components (modulation and synthesis of the transfer function, filtering of unpolarized radiation, multifrequency diffraction, etc.), combined with their compact size and fully electronic control, open up possibilities for creating instruments and hardware-software complexes for color reproduction at given coordinates, the tunable spectral filtering of volumetric (stereoscopic) images, the optical manipulation of micro-objects, multiplexed digital holography, and solving other problems.
- Development of Metrological Support for Video Spectrometers**
 An essential practical task associated with the application of methods and instruments for obtaining spectral images is the development of methods and means ensuring the precise determination of the spectral characteristics of objects at arbitrary points in the field of view. This includes procedures for the spatial, spectral, and radiometric calibration of video spectrometers, the correction of the multi- or hyperspectral data obtained with them, and the verification of such instruments.
- Transition from Hyperspectral Methods and Instruments to Multispectral Ones**
 Numerous applications require the rapid registration and joint processing of multiple spectral images corresponding to wavelength intervals where the physicochemical properties of the investigated objects are most contrastingly displayed. Such multispectral equipment, ensuring the high-speed collection of the minimally required volume of spatial-spectral data, finds broad application in biomedical diagnostic devices, technical vision systems, installation on aerial (including unmanned) vehicles, devices for mapping vegetation indices, and other agricultural challenges.



Nadezhda Mikhaylovna Skorniyakova, Doctor of Technical Sciences, graduated from the Faculty of Electronic Engineering at the Moscow Power Engineering Institute (Technical University) in 1998. From 1998 to the present, she has been working at the National Research University MPEI, starting as

1070-9782/23/110637-02 Journal © 2023 Optica Publishing Group

з)

Рис. П.2.1. Пример оформления библиотеки:
 а), б), ж), з) журналы; в) учебная литература; г), д) патенты;
 е) сборники докладов

Пример метода «2.1.3 Выявление визуальных несоответствий»



Член-корреспондент АН СССР Д. Д. Максудов
(1896–1964)

Максудов Дмитрий Дмитриевич (1896–1964) – советский ученый, оптик, член-корреспондент академии наук СССР. Изобретатель менисковых оптических систем, носящих его имя, которые в настоящее время широко используются в телескопостроении. Далее по тексту прямая речь автора [8].

... «Менисковые системы изобретены мной в первых числах августа 1941 г., во

время эвакуации из Ленинграда, где-то на пути между Муромом и Арзамасом. Я позволю себе описать цепь умозаключений, которые привели меня к этому изобретению, после чего станет понятным их принцип и их смысл.

Оставляя Ленинград и вместе с тем подготавливавшееся массовое производство школьных телескопов, над реализацией которого я с сомнительным успехом прохлопотал половину своей жизни, я задумался над печальной судьбой своего детища, а затем и над конструкцией того школьного телескопа, который, если бы не война, должен был выпускаться тысячами штук в год на одном из подмосковных заводов. На долю занятого человека редко выпадает возможность две недели ничего не делать и фантазировать на интересующие его темы.

Все ли хорошо в разработанной конструкции школьного рефлектора? – Нет, не все хорошо, так как в нем зеркала, хотя бы и алюминированные, будут быстро выходить из строя; в результате неизбежны нарекания со стороны школ, посылка на повторное алюминирование потускневших и испортившихся зеркал; престиж школьного телескопа может пострадать.

Как же улучшить конструкцию? Единственный, казалось, выход – это усложнить конструкцию, расположив в передней части трубы плоскопараллельное защитное окно, обращающее телескоп в герметическую конструкцию, не боящуюся запыления, запотевания и механических повреждений зеркал. Введение плоскопараллельного окна из оптического стекла значительно удорожит инструмент; но что делать, если только в этом

случае школьный телескоп завоюет себе заслуживаемое им полезное широкое распространение.

Герметическая труба приятна еще и в том отношении, что в ней устраняются конвекционные потоки воздуха, а воздействие резких перемен температуры на зеркальные поверхности должно оказаться заметно ослабленным. По-видимому, с введением защитного окна в телескопе улучшится качество изображений: при данных атмосферных условиях в телескопе с закрытой трубой следует ожидать более спокойных изображений.

Но мысль идет дальше и находит еще одно преимущество телескопа с защитным окном: к окну можно привязать диагональное зеркало, засверлив, например, в окне отверстие, пропустив через него хвост оправы диагонального зеркала, а затем приболтив этот узел к защитному окну. Возможна и другая конструкция: диагональное зеркальце C выполняется в виде стеклянного косо усеченного цилиндра с нешлифованным пояском для разгрузки напряжений, а затем наклеивается на защитное окно B .

В обоих случаях мы освобождаемся от стойки или растяжек, вызывающих появление дифракционных хвостов у изображений звезд, и, кроме того, конструкция оказывается менее подверженной разъюстировкам.

Но мысль идет еще дальше. Нельзя ли таким же образом осуществить системы Грегори или Кассегрена, приклеив или приболтив вторичные зеркала к защитному окну? Оказывается, что можно.

Но, может быть, для этого случая можно выполнить защитное окно не в виде плоскопараллельного диска, а в виде мениска приблизительно постоянной толщины и с соответственно выбранной кривизной внутренней поверхности так, чтобы, заалюминировав ее центральную часть, можно было осуществить вторичное зеркало на самой поверхности такого менискообразного защитного окна.

Такая конструкция очень выгодна, так как у вторичного зеркала нет ни оправы, ни даже отдельной оптической детали; экранирование оказывается минимальным из возможных, а для разъюстировки вторичного зеркала практически нет почти никаких оснований. ...

Менисковые системы Д. Д. Максудова представлены на рис. П.2.1 [8].

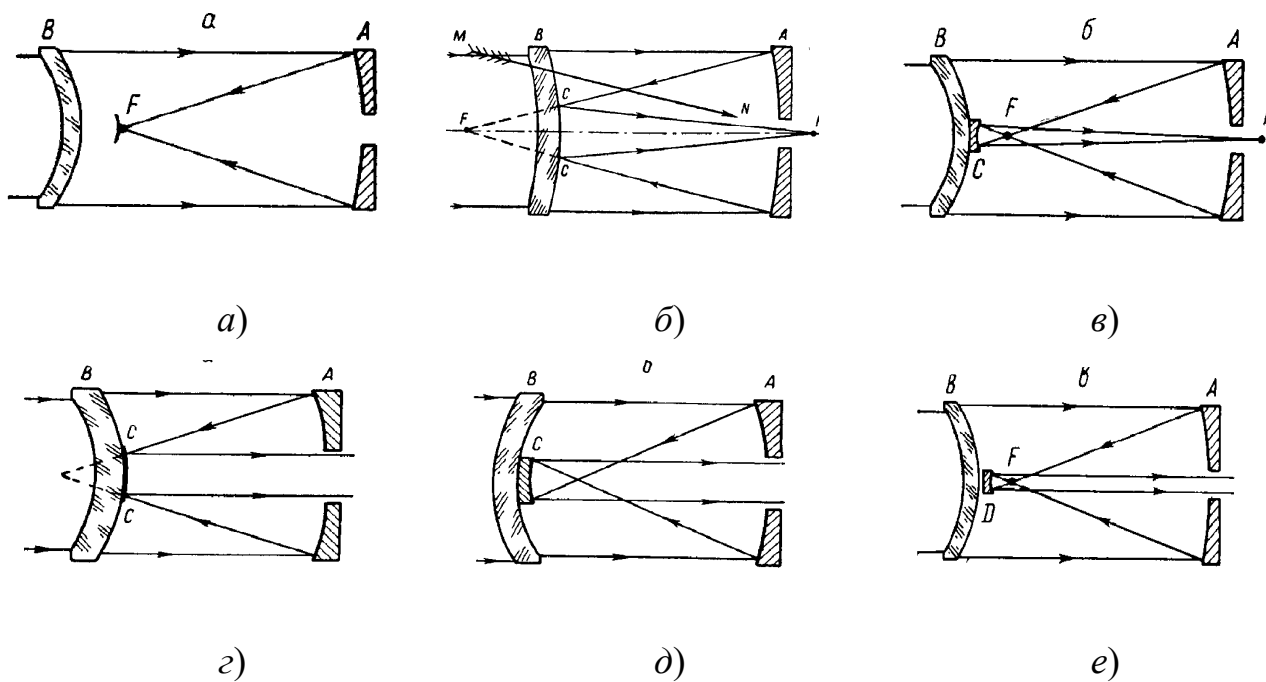


Рис. П.2.1. Менисковые системы Д. Д. Максудова по схемам:
 а) Ньютона, б) Кассегрена, в) Грегори, г) Мерсен предфокальный, д) Мерсен зафокальный (мениск выпуклый), е) Мерсен зафокальный (мениск вогнутый)

Такая конструкция очень хороша, но не внесет ли мениск вредных aberrаций? По-видимому, внесет, но какие, – это следует выяснить.

Что всегда можно подобрать такие кривизны для мениска, при которых он будет в высокой степени ахроматичным, – это было ясно при первом же рассмотрении вопроса. Оставался нерешенным вопрос о сферической aberrации. Короткое рассуждение показало, что такие мениски могут вносить значительную сферическую aberrацию, как положительную, так и отрицательную, оставаясь при этом еще достаточно ахроматичными.

И тут я чуть-чуть не упустил важного открытия, рассуждая, что в таком случае можно рассчитывать мениск, не вносящий aberrации, т. е. без-абerrационный мениск.

На этих мыслях я задержался несколько часов, пока не додумался, что значительно выгоднее выбрать такой мениск, который вводит в систему положительную aberrацию, способную компенсировать отрицательную

абберацию сферического зеркала или системы сферических зеркал. В этот момент и были изобретены менисковые системы.

Приехав 11 августа 1941 г. в город Йошкар-Ола, я с первых же дней принялся за вычисление aberrаций менисков и менисковых систем. Менее чем через неделю я вывел формулы для семейства менисков, близких к «ахроматическому», свойству «ахроматического» мениска и продумал схемы менисковых телескопов, преобразованных из систем Ньютона, Гершеля, Грегори, Кассегрена и др.

Далее начались тригонометрические расчеты систем, выполнявшиеся мной в течение 2 1/2 лет собственноручно и выразившиеся в расчете нескольких сот менисковых систем различных типов и различного характера исправления aberrаций.

3 октября 1941 г. я закончил расчет первого менискового телескопа системы Грегори ($D = 100$) и передал его вместе с эскизами инструмента на изготовление в экспериментальные мастерские ГОИ; 26 октября 1941 г. телескоп был изготовлен и успешно опробован в присутствии большого числа сотрудников института во главе с его директором (рис. П.2.2).



Рис. П.2.2. Этот исторический инструмент хранится в музее ГАО АН СССР (Пулковская обсерватория)

Такова история открытия «менисковых систем» (Д. Максудов. Оптическая система. Авт. свид. № 65007, кл. 42h, 10Л1; 8.11. 1941).

МЕТОДЫ ПОИСКА ИДЕЙ

Пример метода «2.2.2 Синектика»

Виды аналогий:

– *прямые (реальные) – часто находят в биологических системах, решающих сходные задачи (рис. П. 3.1);*

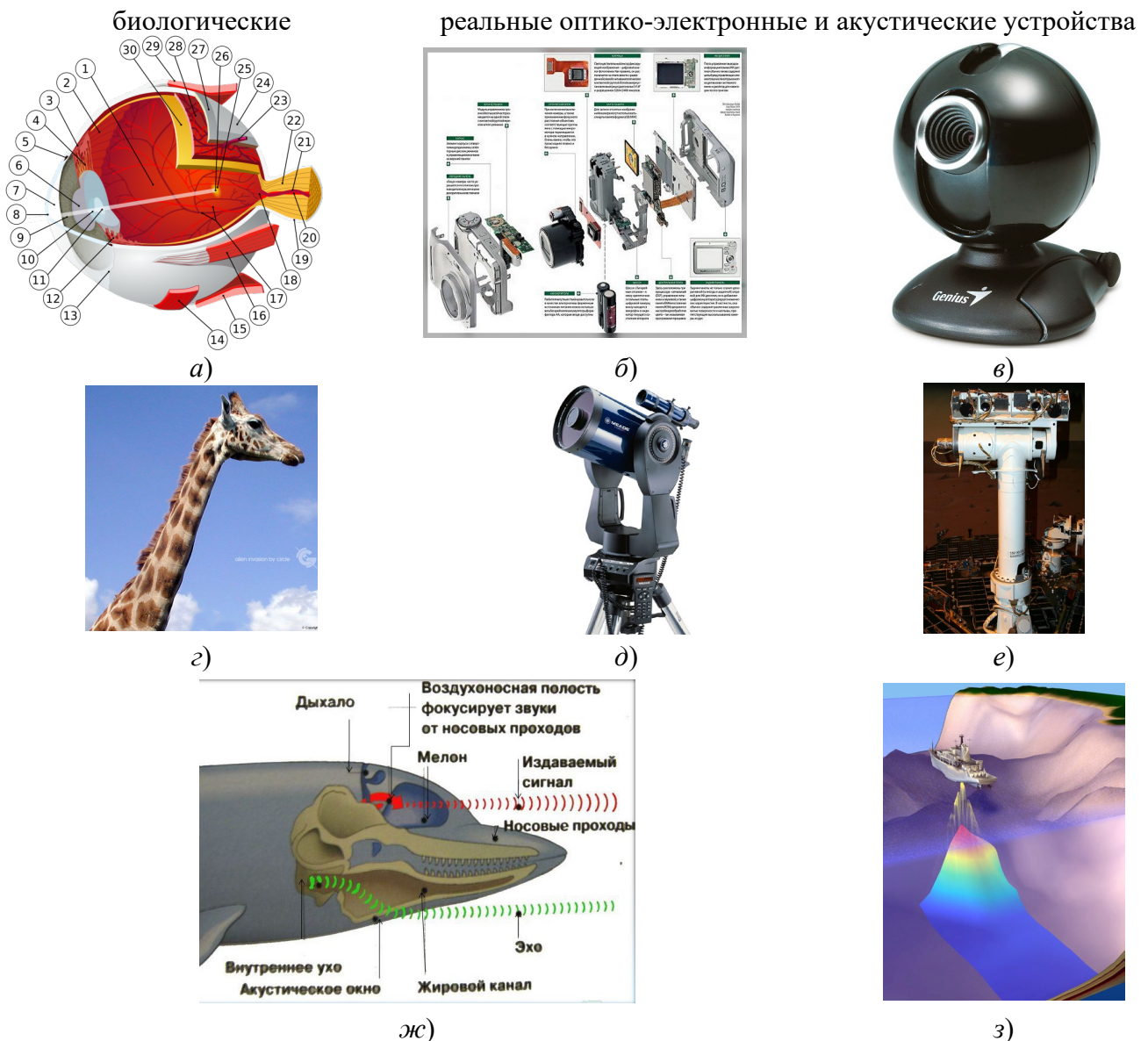


Рис. П.3.1. Аналогии: прямые (реальные):

а) глаз человека; б) цифровая видеокамера; в) веб камера; г) шея жирафа;
 д) монтаж телескопа; е) опорно-поворотное устройство марсохода;
 ж) эхолот дельфина; з) судовой эхолот

– субъективные (телесные) – конструктор пытается «использовать собственное тело» для достижения результата (рис. П.3.2);

субъективные

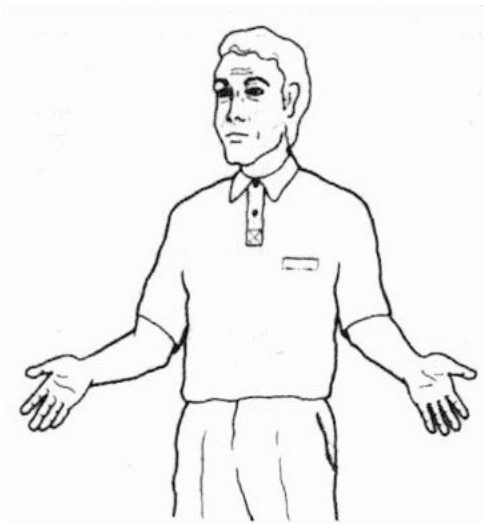


а)

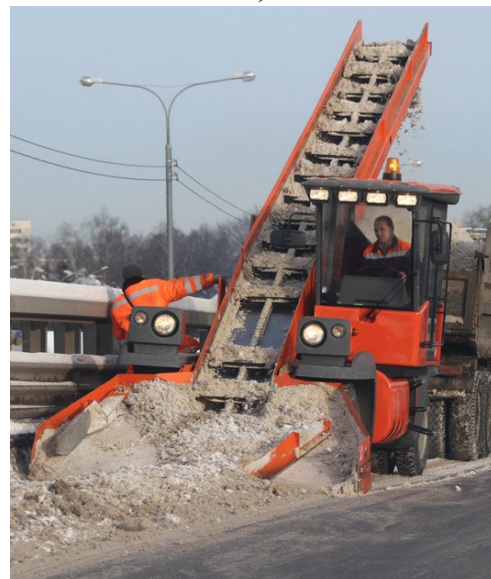
реальные механизмы



б)



в)



г)

Рис. П.3.2. Аналогии субъективные (телесные):

а) рука человека; б) коленчатая автовышка ВС; в) руки человека; г) снегоуборщик «тещины руки»

– символические (абстрактные) – метафоры сравнения, в которых характеристики одного предмета отождествляются с характеристиками другого (рис. П.3.3);

символические



а)

реальные приборы



б)



в)



г)

Рис. П.3.3. Аналогии: символические (абстрактные):

а) глаз орла; б) подзорная труба; в) нюх собаки; г) устройство под названием Nasal Ranger

Орлы отличаются очень хорошим зрением. При охоте, как правило, парят высоко над земной поверхностью, в поиске добычи полагаясь на зрение.

Полиция Денвера для выявления курильщиков наркотиков закупили необычное устройство под названием Nasal Ranger (рус. - рейнджер-нюхач). По своей сути оно является «нюхоскопом».

– фантастические (нереальные) – реальные вещи представляются такими, какими бы мы хотели их видеть (рис. П.3.4).

фантастические



а)

реальные устройства и аппараты



б)



в)



г)



д)



е)



ж)



з)

Рис. П.3.4. Аналогии фантастические (нереальные):

а) ковер «самолет»; б) самолет биплан; в) сапоги «сороходы»; г) пружинные сапоги «сороходы»; д) пружинные сапоги «сороходы» в действии; е), ж), з) сапоги «сороходы» на ДВС Уфимского университета науки и технологий

Пример использования прямой (реальной) аналогии (рис. П.3.5).



Рис. П.3.5. F-Theta объектив

F-Theta объективы разработаны специально для увеличения точности лазерных сканирующих систем, а также систем лазерной гравировки. Данные объективы широко применяются при передаче изображений и обработке материалов. При лазерной гравировке, как и при лазерном сканировании, лучших результатов добиваются с применением визуализации в плоском поле. Сканирующие объективы с плоским полем решают эту проблему, при этом смещение луча зависит от произведения эффективного фокусного расстояния на тангенс угла отклонения (рис. П 3.5).

Так как F-Theta объективы предназначены для сканирующих систем, можно сопоставить данный принцип с принципом перемещения визирной оси в пространстве прямо смотрящими животными (человек, обезьяна и др.). Однако наиболее ярко этот эффект выражен у хамелеона. Хамелеоны давно стали объектом пристального внимания ученых благодаря своим необычным способностям, главные из которых – изменение цвета ящерицы и его зрение. В данном случае, остановимся на его зрении. Наблюдения за ящерицей продемонстрировали, что движения ее глаз совершенно независимы друг от друга, и оба глаза могут свободно поворачиваться на 180 градусов в горизонтальной плоскости и на 90 градусов по вертикали. Также хамелеоны способны одновременно отслеживать две цели, по одной каждым глазом. Это помогает им охотиться. При наведении обоих глаз на жертву и при фокусировке получается своеобразный дальномер. Когда зрачки хамелеона на выкате смотрят в одну точку, они определяют расстояние. Глаза хамелеона могут сканировать по любой координате и траектории. Принцип сканирования используемый в F-Theta объективах

такой же, как принцип сканирования глазом хамелеона, но хамелеон сканирует одним глазом по двум координатам одновременно.

В природе можно найти аналогии в биологических системах (рис. П.3.6).

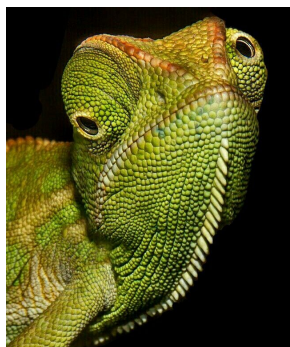
биологические системы



а)

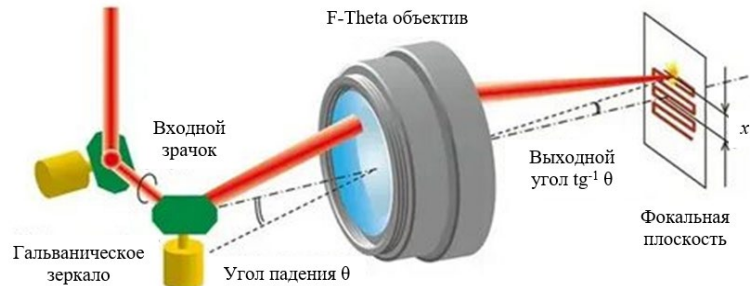


б)

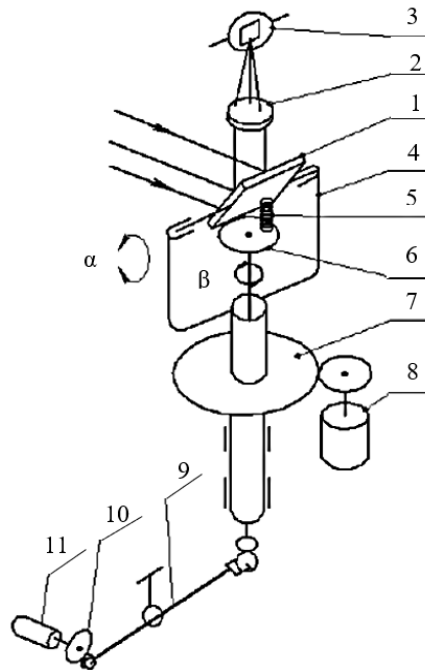


в)

реальные устройства



г)



д)

- 1 – зеркало;
- 2 – объектив;
- 3 – фокальная плоскость;
- 4 – рамка;
- 5 – пружина;
- 6 – толкатель;
- 7 – колесо зубчатое;
- 8 – электродвигатель (по горизонтали);
- 9 – коромысло;
- 10 – кулачок;
- 11 – электродвигатель (по вертикали)

Рис. П.3.6. Изменение направления визирных осей глаз хамелеона и двухкоординатные сканирующие устройства:

а) по горизонтали; б) по вертикали; в) по вертикали и горизонтали; г) двухзеркальное; д) однозеркальное

Пример метода «2.2.3 Ликвидация тупиковых ситуаций»

Решение проблемы в получении рельефа поверхности маски толщиной 0,2 мкм при изготовлении методом микрофотографии на стеклянных и кремниевых пластинах:

– использовать по-другому – прозрачную стеклянную пластину можно использовать в качестве защитного экрана от пыли (рис. П.3.7);

– приспособить – электронный микроскоп можно приспособить к замерам контролируемых элементов;

– модифицировать – покрыть непрозрачной лентой (чёрной, красной) нерабочие хромированные участки. Это позволит уменьшить отражающую способность для более точной передачи рисунка (см. рис. П.3.7);

– усилить – усилить параметры оптической системы микроскопа для большего увеличения изображения. Позволит найти более мелкие дефекты;

– ослабить – уменьшить размеры стеклянных пластин со 127×127 мм до 102×102 мм для фотографии полупроводниковых пластин диаметром 76 и 60 мм;

– заменить – маскирующие покрытие хрома заменить покрытием окисла железа. Таким образом, уменьшить отражающую способность и себестоимость пластин;

– обратить – переворачивание фотошаблона для зеркального отражения изображения (по ТЗ), а также для увеличения резкости изображения при процессе мультиплицирования (см. рис. П.3.7);

– обратить – генератор изображения имеет два вида координатного столика для обработки стеклянных и полупроводниковых пластин.

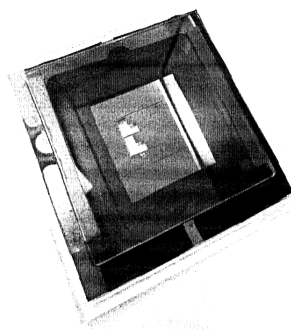


Рис. П.3.7. Фотошаблон, подготовленный к процессу мультиплицирования

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРЫ ПРОБЛЕМЫ (ТРАНСФОРМАЦИЯ)

Пример метода «2.3.2 Сеть взаимодействий»

Цель: отразить схему взаимосвязей между элементами в рамках проектной проблемы.

План действий:

1) дать однозначное определение понятий «элементы» и «взаимосвязь» (см. метод 2.3.1). *Элемент* – функциональный блок, выполняющий определенную опцию. *Взаимосвязь* – взаимодействие (передача параметров) от одного элемента к другому (другим).

Набор функциональных блоков задается ТЗ п. 4.1 (Состав изделия) и определяется набором опций, заданных заказчиком.

Таблица П.4.1

Функциональные блоки (элементы) и связи между ними

№	Обозначение	Наименование	Функция	Связь
1	ОБ	объектив	проецирует удаленные объекты на фотокатод ЭОП	2, 8
2	ОЭП	оптико-электронный преобразователь	преобразует оптическое изображение в поток электронов, усиливает поток с помощью высокого напряжения и восстанавливает на экране усиленное оптическое изображение	1, 3, 4
3	ОК	окуляр	увеличивает изображение, рассматриваемое на экране ЭОП	2
4	УВ	умножитель высоковольтный	повышает напряжение до 30кВ после БП	3, 5
5	БП	блок питания	повышает напряжение ИП до 1 кВ	5, 6
6	ИП	источник питания	обеспечивает электропитанием электронные блоки	5
7	ИОС	источник освещения сетки	освещение сетки отрицательного контраста	5, 6
8	МПС	механизм перемещения сетки (прицельных знаков)	вводит в поле зрения визира прицельные знаки (сетка), служит для выверки и установки прицельной дальности.	1, 8
9	ИИО	источник излучения осветителя	преобразует электрическое напряжение в световой поток излучения	5, 9
10	ОС	осветитель	формирует световой пучок лучей на объекте	9

2) использовать матрицу взаимосвязей для определения взаимосвязанных пар элементов (табл. П.4.2);

Таблица П.4.2

Матрица взаимосвязей

	ОБ 1	ОЭП 2	ОК 3	УВ 4	БП 5	ИП 6	ИОС 7	МПС 8	ИИО 9	ОС 10
ОБ 1		1						1		
ОЭП 2	1		1	1						
ОК 3		1								
УВ 4		1			1					
БП 5				1		1	1		1	
ИП 6					1					
ИОС 7					1			1		
МПС 8	1						1			
ИИО 9					1					1
ОС 10									1	

3) вычертить граф в виде кружков (представляющих элементы), соединённых линиями (изображающими связи между элементами).

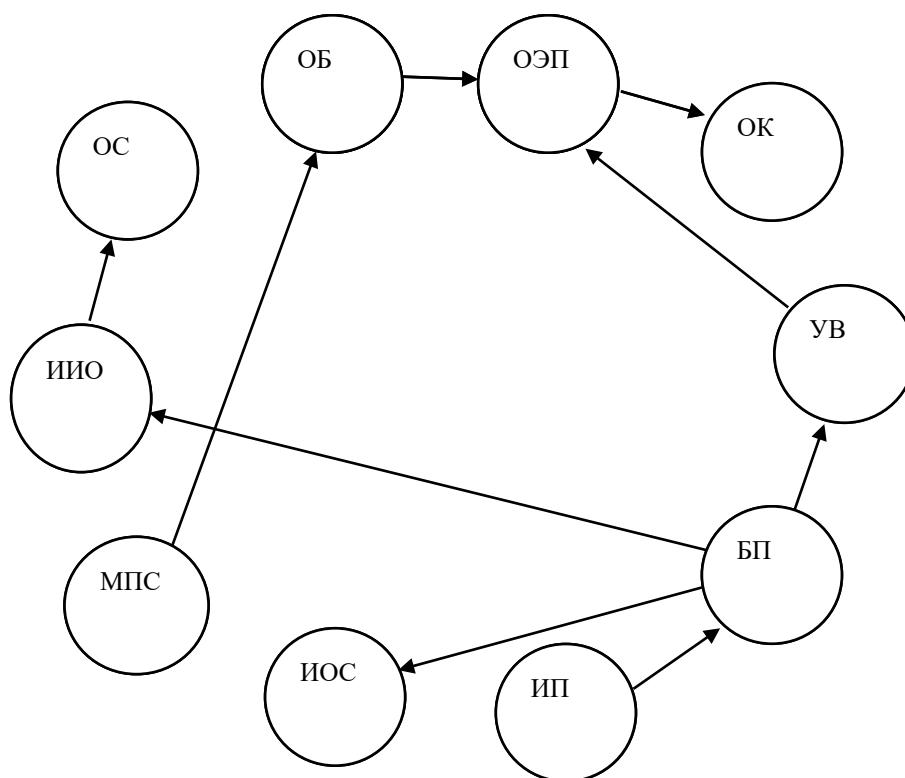


Рис. П.4.1. Графическое определение взаимосвязанных пар элементов – граф в виде кружков и стрелок

Замечание. Единственным преимуществом сети перед матрицей является легкость восприятия ее структуры и уяснения существа проблемы. Сети с числом элементов более 15–20 трудны в восприятии и редко используются. Сети, как и матрицы, находят много полезных применений при условии, что имеются четкие определения элементов и связей между ними;

4) изменить положение кружков так, чтобы свести к минимуму число пересечений и более отчетливо выявить структуру сети.

Преобразовать граф в структурную схему согласно ГОСТ Р 2.711. Структурная схема приборов, состоящая из функциональных устройств (механические, оптические, электрические), представлена на рис. П.4.2.

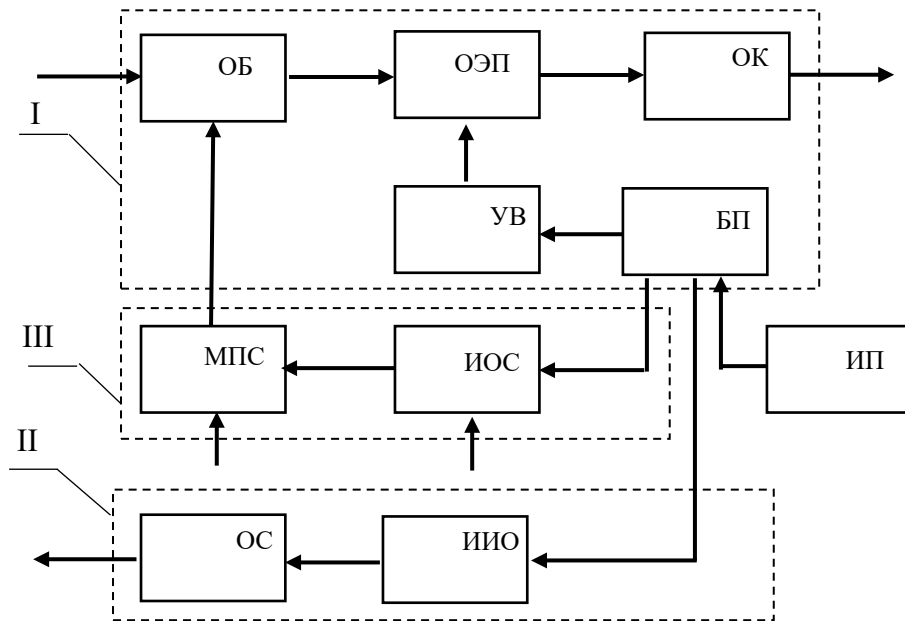


Рис. П.4.2. Обобщенная структурная схема ПНВ и прицелов НВ:

I – визир; II – осветитель; III – механизм ввода прицельных знаков; ОБ – объектив; ОЭП – оптико-электронный преобразователь; ОК – окуляр; ОС – оптическая система осветителя; УВ – умножитель высоковольтный; ИИО – источник излучения осветителя; БП – блок питания; ИОС – источник освещения сетки; ИП – источник питания; МПС – механизм перемещения сетки (прицельных знаков)

ГОТОВЫЕ СТРАТЕГИИ (КОНВЕРГЕНТНЫЕ МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ)

Пример метода «2.4.3 Системотехника»

Целью работы является добиться внутренней совместимости между элементами изделия и внешней совместимостью между изделием и окружающей средой.

В первую очередь необходимо определиться, что мы хотим получить от видеокамеры (ВК) на выходе при имеющихся параметрах на входе, изобразим это в виде «черного» квадрата (рис. П.5.1).

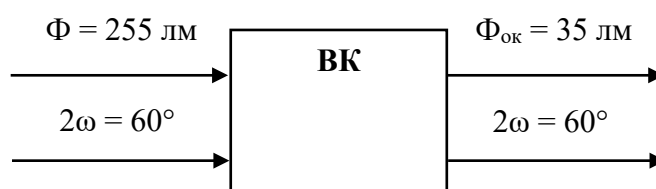


Рис. П.5.1. Входы и выходы видеокамеры

Световой поток на входе получился из следующих соображений: видеосъемка производится в помещении с освещенностью 300 люкс, в качестве объекта был выбран человек ростом 170 см, шириной 50 см. По этим данным производится расчет по следующим формулам:

$$S = P \times Ш = 1,7 \times 0,5 = 0,8 \text{ м}^2,$$

где S – площадь проекции человека,

P – рост человека;

$Ш$ – ширина человека в плечах;

$$\Phi = E \times S = 300 \times 0,85 = 255 \text{ лм},$$

где Φ – световой поток, лм;

E – освещенность, лк.

Угол поля зрения на входе получился из следующих соображений. В качестве объекта был выбран человек ростом 170 см, съемка осуществлялась на расстоянии 100 см. Угол поля зрения определим по формуле:

$$2\omega = \arctg Y/L = \arctg 1,7/1 = 60^\circ,$$

где 2ω – угол поля зрения;

Y – величина объекта;

L – расстояние до объекта.

Теперь необходимо определить, из каких устройств необходимо сделать видеокамеру, чтобы на выходе получить требуемые параметры.

В первую очередь для получения угла поле зрения и для пропускания светового потока на Вход следует установить объектив. Изобразим его в виде прямоугольника с входными и выходными характеристиками (рис. П.5.2).

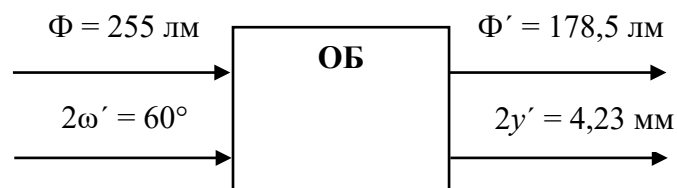


Рис. П.5.2. Входы и выходы объектива

1. Световой поток на выходе из объектива получился, исходя из следующих соображений: так как в объективе имеются потери, то световой поток на выходе должен быть меньше чем на входе. Зная, что коэффициент пропускания оптики равен $\tau = 0,7$, получаем:

$$\Phi' = \Phi \times \tau = 255 \times 0,7 = 178,5 \text{ лм},$$

где Φ – световой поток на входе;

τ – коэффициент пропускания оптики;

Φ' – световой поток на выходе объектива.

Вторым выходным параметром объектива является линейный размер изображения объекта, исходя из того, что после объектива должна стоять ПЗС-матрица, у которой рабочая область (диагональ) составляет $2y' = 4,23$ мм.

2. Как было сказано выше, после объектива стоит ПЗС-матрица, которая преобразует оптический сигнал в электрический. Изобразим ее в виде прямоугольника с входными и выходными характеристиками.

Выходные характеристики ПЗС-матрицы объясняются тем, что в дальнейшем для работы устройства необходимы напряжения, что в свою очередь и позволяет нам сделать ПЗС-матрица (рис. П.5.3).

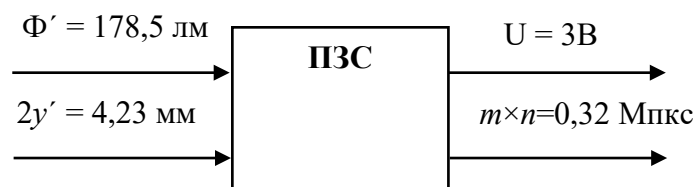


Рис. П.5.3. Входы и выходы ПЗС-матрицы

Исходя из того, что разрешение ПЗС-матрицы составляет 320 000 пикселей, можно сказать, что пределы напряжения, снимаемые со второго выхода, являются массивом на 320 000 точек и должны быть еще умножены на 25 кадров в секунду.

3. После ПЗС матрицы должен стоять предварительный усилитель, для усиления выходного сигнала, снимаемого с ПЗС-матрицы. Второй выходной сигнал, снимаемый с предварительного усилителя, будет точно таким же, каким он был на входе. Это объясняется тем, что этот параметр полностью зависит только от светового потока, а световой поток может изменяться только на входе объектива. Изобразим предварительный усилитель (ПУ) в виде прямоугольника с входными и выходными характеристиками (рис. П.5.4).

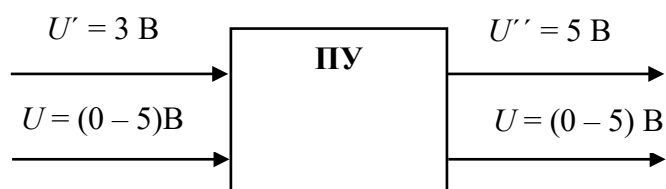


Рис. П.5.4. Входы и выходы ПУ

4. После предварительного усилителя сигнал поступает на детектор (фильтр), который из входного сигнала выделит полезный сигнал, необходимый для дальнейшей работы всего устройства. Второй выходной сигнал после детектора по-прежнему останется без изменений (рис. П.5.5).

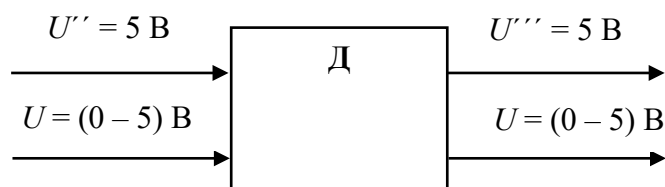


Рис. П.5.5. Входы и выходы детектора сигнала

5. После того, как детектор из входного на него сигнала выделил полезный, тем самым ослабив его, необходимо усилить этот сигнал после детектора, эту функцию выполняет усилитель. Из выше сказанного следует, что следующим функциональным блоком является усилитель. Входными сигналами усилителя являются выходные сигналы детектора. Второй выходной сигнал, снимаемый с усилителя, по-прежнему останется без изменений, а первый выходной сигнал усилится. Изобразим усилитель в виде прямоугольника с входными и выходными характеристиками (рис. П.4.6).

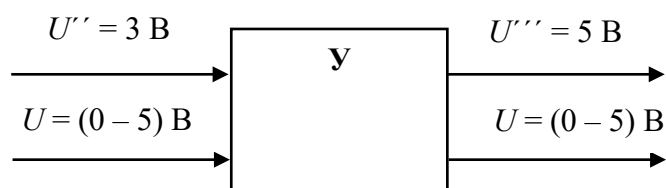


Рис. П.5.6. Входы и выходы усилителя сигнала

6. После на усилитель необходимо поставить такой функциональный блок, который будет производить обработку сигнала необходимую для работы видеокамеры. Эту функцию в данном устройстве выполняет система обработки сигнала. Входными сигналами этого устройства являются выходные сигналы усилителя. С системы обработки сигнала на выходе снимаются шесть сигналов, два из которых пойдут на вход записывающего устройства, два на вход жидкокристаллического дисплея и два на вход светодиодной матрицы. Второй, четвертый и шестой сигналы будут одинаковыми, а также они будут равны второму выходному сигналу, снимаемому с усилителя. Первый, третий и пятый сигналы будут различными, их параметры определяются исходя из работы последующих функциональных блоков. Изобразим систему обработки сигналов в виде прямоугольника с входными и выходными характеристиками (рис. П.5.7).

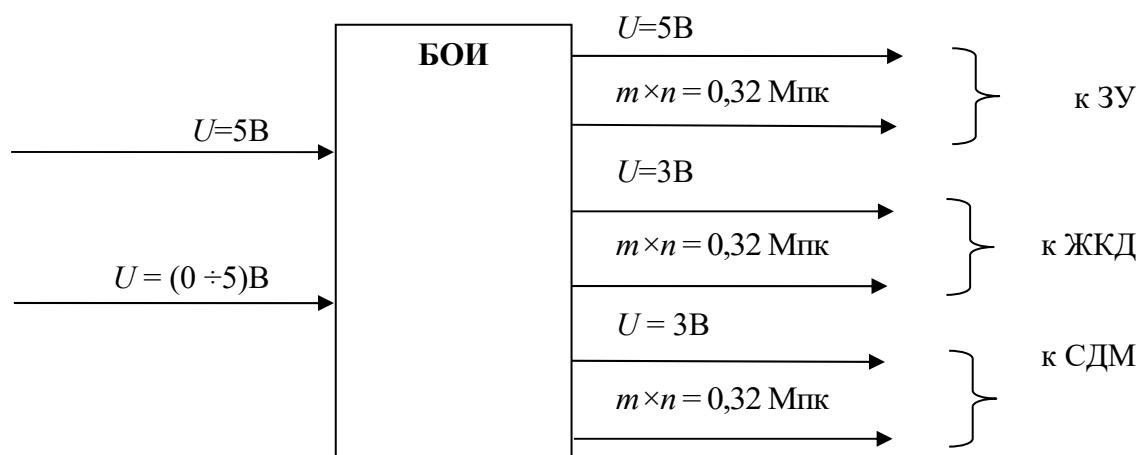


Рис. П.5.7. Входы и выходы блока обработки изображения

7. Теперь рассмотрим жидкокристаллический дисплей (ЖКД). Входными сигналами являются выходные сигналы, снимаемые с системы обработки сигналов (U^4 и $m \times n = \text{Мпкс}$), а выходным сигналом после ЖКД будет световой поток Φ^2 и линейное поле зрения. Изобразим ЖКД в виде прямоугольника с входными и выходными характеристиками (рис. П.5.8).



Рис. П.5.8. Входы и выходы жидкокристаллического дисплея

8. В данной видеокамере имеется вывод изображения на светодиодную матрицу (СДМ) с дальнейшим с рассмотрением изображения через окуляр. Это объясняется характером эксплуатации видеокамеры. Светящийся ЖКД засвечивает все лицо наблюдателя и демаскирует его. Наблюдение через окуляр с наглазником этого недостатка не имеет. Изобразим СДМ в виде прямоугольника с входными и выходными характеристиками (рис. П.5.9).



Рис. П.5.9. Входы и выходы светодиодной матрицы

9. Как было сказано выше, после СДМ идет окуляр, входными сигналами которого являются выходные сигналы, снимаемые с СДМ. Световой поток на выходе из окуляра получился исходя из следующих соображений: так как в окуляре имеются потери, то световой поток на выходе должен быть меньше, чем на входе. Примем, что коэффициент пропускания оптики окуляра равен 0,7, получаем:

$$\Phi'^2 \times \tau = \Phi'^3 = 50 \times 0,7 = 35 \text{ лм,}$$

где Φ'^2 – световой поток на входе окуляра;

τ – коэффициент пропускания оптики окуляра;

Φ'^3 – световой поток на выходе.

Второй входной сигнал, поступающий на окуляр, характеризует линейное поле зрения после окуляра. После окуляра поле зрения будет выражаться в угловой мере угла поля зрения. Исходя из того, что увеличение видеокамеры составляет 1 крат, определим угол поля зрения на выходе из окуляра по следующей формуле:

$$2\omega'_{ок} / 2\omega_{об} = \Gamma^{\times},$$

где $2\omega'_{ок}$ – угол поля зрения окуляра;

$2\omega_{об}$ – угол поля зрения объектива;

Γ^{\times} – увеличение видеокамеры.

Изобразим окуляр в виде прямоугольника с входными и выходными характеристиками. Функциональные блоки, из которых можно составить структурную или функциональную схемы по ГОСТ Р 2.711, показаны на рис. П.5.10.

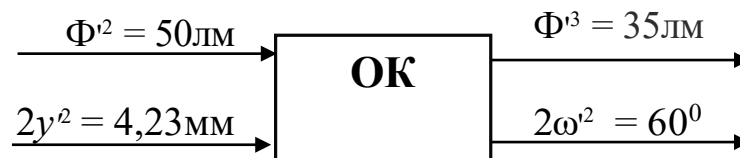


Рис. П.5.10. Входы и выходы окуляра

*Пример метода «2.4.4 Метод проектирования
«ЧЕЛОВЕК – МАШИНА»*

Цель данного метода – добиться внутренней согласованности между человеческим и машинным компонентами системы и внешней согласованности между системой и средой, в которой она функционирует.

План действий:

1. Определить ВХОДЫ и ВЫХОДЫ системы.

2. Найти систему функций, при помощи которой ВХОДЫ можно преобразовать в ВЫХОДЫ.

3. Определить, какие функции нужно возложить на людей, а какие – на машины.

4. Определить, необходимые методы обучения, вспомогательные устройства, конструкции средств коммуникации между человеком и машиной и конструктором машин.

5. Определить какие изменения необходимо внести, чтобы обеспечить совместимость между человеком, машиной и средой.

Примечание. Методика проектирования систем «человек – машина» может найти применение при разработке любых крупных комплексов машин. Основное достоинство метода – проектирование человеческих аспектов параллельно, а не последовательно с разработкой оборудования – заключается в резком сокращении времени от начала работ до эффективной работы системы.

Рассмотрим принцип деления функций между человеком и машиной на примере сканера с использованием F-Theta объектива. Раньше почти все функции в процессе сканирования выполнял человек. Принцип работы однопроходного планшетного сканера состоял в том, что вдоль сканируемого изображения, расположенного на прозрачном неподвижном стекле, движется сканирующая каретка с источником света. Отражённый свет через оптическую систему сканера попадал на три расположенных параллельно друг другу фоточувствительных полупроводниковых элемента на основе ПЗС, каждый из которых принимает информацию о компонентах изображения. Дальнейшее развитие сканирования и привлечение к этому широких слоев населения потребовало максимально упростить процесс, чтобы им могли овладеть люди без специальных знаний. Для этого потребовалось разделить функции процесса фотографирования между человеком и машиной, так чтобы все «специальные» функции выполняла машина, а человек выполнял основные регулирующие и контролирующие функции.

В табл. П.5.1 представлен пример деления функций между человеком и машиной на примере сканера с использованием F-Theta объектива.

Деление функций между человеком и машиной
на примере сканера с использованием F-Theta объектива

№	Функции	
	человека	«машины»
1	Выбор объекта	
2	Перемещение объекта в сканирующую область	
3	Настройка на нужную область сканирования	
4	Запуск сканера	
5		Измерение дальности до объекта
6		Фокусировка объектива на объект
7		Освещение сканируемого объекта
8		Запуск лазера
9		Поворот лазера на нужный угол при сканировании
10		Обеспечение одинаковой скорости сканирования на всем объекте
11	Отслеживание исправной работы устройства	
12		Преобразование аналогового напряжения в цифровой код
13		Отображение информации на экране
14	Контроль результатов	

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ

Пример метода «2.5.4 Составление технического задания (ТЗ)»

Разработка технического задания (ТЗ) регламентируется ГОСТ 15.016.

ТЗ может состоять из разделов, располагаемых в следующем порядке:

- наименование, шифр ОКР;
- основание, исполнитель и сроки выполнения ОКР;
- цель выполнения ОКР;
- наименование и обозначение изделия;
- технические требования к изделию:
 - 1) состав изделия;
 - 2) требования назначения;
 - 3) конструктивные требования;
 - 4) требования электромагнитной совместимости;
 - 5) требования живучести и стойкости к внешним воздействиям;
 - 6) требования надежности;
 - 7) требования эргономики, обитаемости и технической эстетики;
 - 8) требования к эксплуатации, хранению, удобству технического обслуживания и ремонта;
- 9) транспортирование;
- 10) требования безопасности;
- 11) требования стандартизации, унификации и каталогизации;
- 12) требования технологичности;
- технико-экономические требования;
- требования к видам обеспечения;
- требования к сырью, материалам и КИМП;
- требования к консервации, упаковке и маркировке;
- требования к учебно-тренировочным средствам (при необходимости);

- специальные требования;
- требования к документации;
- этапы выполнения ОКР;
- порядок выполнения и приемки этапов ОКР.

ТЗ на ОКР может быть дополнено приложениями.

Пример проекта ТЗ, выполняемый в учебных целях. Примерный состав ТЗ:

1. ВВЕДЕНИЕ. Актуальность разработки (Постановления Правительства, ВПК или других органов).

2. ЦЕЛЬ РАЗРАБОТКИ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ. Опытный образец.

3. ИСТОЧНИКИ РАЗРАБОТКИ. Кто будет платить: госбюджет, инвестор (не спонсор и не меценат), самофинансирование. Возможны комбинации: частно-государственное партнерство, частное партнерство.

4. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ И ХАРАКТЕРИСТИКИ.

4.1. Состав изделия. Перечень функциональных блоков согласно опциям изделия.

4.2. Основные технические характеристики и принцип действия. Основной параметр, угол поля зрения, физические основы действия изделия

4.3. Конструктивные требования (Д × Ш × В, масса)

4.4. Специальные требования. Особые характеристики изделия (удаление выходного зрачка, перископичность, стереоскопичность (база) и т. д.).

4.5. Требования к сырью, исходным материалам и комплектующим. Гражданские изделия – наличие на рынке, детские – не токсичные, спец. назначения – наличие сырьевой базы на своей территории.

4.6. Требования к оптической схеме ($\Delta\lambda$, f' , D/f' , 2ω , $\Delta y'$, ЧКХ и т. д.).

4.7. Требования к кинематической схеме (какой элемент, на какое расстояние, с какой скоростью должен перемещаться).

4.8. Требования к электронной схеме. Электрические параметры первичных и вторичных источников питания и приемников потребления.

4.9. Требования к надежности и гарантийному сроку службы.

4.10. Требования к транспортировке (допустимые нагрузки, вибрации, удары).

4.11. Макетирование. Сколько опытных образцов требуется поставить заказчику.

5. Требования к безопасности и производственной санитарии. Защита изделия от «дурака» и «дурака» от изделия. Протирочные ГСМ, спирты, эфиры. Токсичные материалы.

6. Требования к контролю и испытаниям. Контролируемый параметр, точность, КЮП, стенд.

7. Условия изготовления и требования к технологичности изделия. Серийность, техпроцессы, оборудование, квалификация рабочих.

8. Стадии разработки, сроки выполнения, состав техдокументации.

9. Техничко-экономические показатели. Гражданские – прибыль, специальные – достижение технического уровня.

Специальные требования. Противодействие технической разведке. Гражданские: приоритет – патенты, публикации. Специальные: гриф секретности: «особой важности», «совершенно секретно» и «секретно», ДСП.

Учебное издание

Егоренко Марина Петровна

Ефремов Виктор Сергеевич

**ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
И КОНСТРУИРОВАНИЯ**

**МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРОВ**

Редактор *Е. К. Деханова*

Компьютерная верстка *Я. А. Лесных*

Изд. лиц. ЛР № 020461 от 04.03.1997.

Подписано в печать 30.12.2025. Формат 60 × 84 1/16.

Усл. печ. л. 5,15. Тираж 80 экз. Заказ 194.

Гигиеническое заключение

№ 54.НК.05.953.П.000147.12.02. от 10.12.2002.

Издательско-полиграфический центр СГУГиТ
630108, Новосибирск, ул. Плахотного, 10.

Отпечатано в издательско-полиграфическом центре СГУГиТ
630108, Новосибирск, ул. Плахотного, 8.