

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ**

**ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**(ДГТУ)**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для проведения лекций

по дисциплине «**Основы инженерной деятельности**»

Л-1

Разработал:

Старший преподаватель кафедры Надолинский Ю.В.

г. Ростов – на – Дону

2025

Лекция №1

**Тема:** **«Инженерная деятельность».**

§ 1. Структура дисциплины.

§ 2. Краткий историко-технический очерк развития инженерной деятельности.

§ 3. Инженерная деятельность.

§ 4. Виды инженерной деятельности.

§ 5. Требования к инженерной деятельности.

**Цель занятия:** Лекции составляют основу теоретического обучения и должны давать систематизированные основы научных знаний по дисциплине, раскрывать состояние и перспективы развития соответствующей области науки и техники, концентрировать внимание обучающихся на наиболее сложных и узловых вопросах, стимулировать их активную познавательную деятельность и способствовать формированию творческого мышления. Ведущим методом в лекции выступает устное изложение учебного материала, сопровождающееся демонстрацией видео- и кинофильмов, схем, плакатов, показом моделей, приборов и макетов, использованием электронно-вычислительной техники.

**I.** ***Вводная часть***: Отобразить тему и учебные вопросы на доске, объявить цель, указать на актуальность данного занятия, довести порядок проведения занятия

**II*. Основная часть:***

**§ 1. Структура дисциплины.**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Распределение часов дисциплины по семестрам** | | | | |  |
| Семестр | **2** | | Итого | |  |
| Недель | 15 | |  |
| Вид занятий | УП | РП | УП | РП |  |
| Лекции | 16 | 16 | 16 | 16 |  |
| Практические | 32 | 32 | 32 | 32 |  |
| Контроль самостоятельной работы | 2 | 2 | 2 | 2 |  |
| Иная контактная работа | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |  |
| Итого ауд. | 48 | 48 | 48 | 48 |  |
| Сам. работа | 57,8 | 57,8 | 57,8 | 57,8 |  |
| Итого | 108 | 108 | 108 | 108 |  |

**Цели освоения дисциплины**

Основной целью образования по дисциплине «Основы инженерной деятельности» является формирование знаний, умений и навыков для постановки и решения задач поиска новых, более совершенных и эффективных конструкторских и технологических решений в производствах полимеров и изделий из них, задач, связанных с экономией трудовых ресурсов, сырья, материалов и энергии, повышения качества продукции.

Основной задачей дисциплины является вооружение обучаемых теоретическими

знаниями и практическими навыками, необходимыми для:

- правильной постановки технической задачи;

- формулировки главной полезной функции технического объекта и технических противоречий, не позволяющих более полно её использовать;

- поиска решения противоречий в оптимальные сроки;

- оценки найденного решения;

Дисциплина «Основы инженерной деятельности» формирует теоретические знания, практические навыки, вырабатывает общекультурные и профессиональные компетенции (ПК), которые дают возможность выполнять следующие виды профессиональной деятельности:

производственно-технологическая; организационно-управленческая, научно-исследовательская; проектная.

В области производственно-технологической деятельности целью дисциплины является формирование навыков и умений в анализе производственных процессов производства и переработки полимеров, выявлении основных технических противоречий и поиска их решений.

В области организационно-управленческой деятельности – формирование умений в организации исследовательских и проектных работ.

В области научно-исследовательской деятельности - умение проводить поиск обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи.

В области проектной деятельности - строить и использовать модели для описания и прогнозирования различных явлений, осуществлять их качественный и количественный анализ

**§ 2. Краткий историко-технический очерк развития инженерной деятельности.**

История инженерной деятельности тесно связана с историей цивилизации и закономерностями развития техники.

Настоящее время можно выделить 5 этапов развития инженерной деятельности [1]:

**Первый (праинженерный) этап** был этапом становления инженерной деятельности в эпоху рабовладения, связанный, главным образом, со строительством и архитектурой.

**Второй (предынженерный) этап** инженерной деятельности начался в эпоху Возрождения и развивался в условиях феодализма и зарождения машинного производства. Основной сферой инженерной деятельности остается строительство, а также создание военных машин и фортификационных сооружений. Самым выдающимся инженером того времени был Леонардо да Винчи, художник, архитектор, механик, экспериментатор и изобретатель, гениальность которого была подкреплена широкими техническими знаниями. До этого времени инженер и архитектор практически не различались – это тот, кто руководит созданием сложных искусственных сооружений.

**Третий этап** становления инженерной деятельности имел место в эпоху промышленного переворота и распространения рабочих машин на базе парового двигателя.

**Четвертый этап** представлял собой развитие инженерной деятельности на основе системы машин и технических наук в условиях монополистического капитализма (империализма). В XIX в. с развитием науки и машинного производства появились социальные институты технических наук, и была научно обоснована техническая деятельность, которая с этого времени считается инженерной. Это событие стало ключевым для формирования понятия "инженер" в современном значении. С возникновением инженеров по профессии, как людей с научно-методической подготовкой и техническими навыками, реализуется идея единства науки и практических искусств, которая раньше рассматривалась лишь как идеал.

**Пятый этап** – формирование современного инженера в эпоху научно- технической революции. В XX в. инженерия разделилась на множество отраслей и подотраслей: физическая (электрическая, механическая, радио и т.п.), химическая, биохимическая инженерия, информационная и вычислительная техника представляют собой лишь некоторые ее разделы. Но для них всех характерно одно: инженер – это не тот, кто делает искусственный объект, а тот, кто управляет процессами его создания, планирует или проектирует сложную техническую систему. С развитием массового машинного производства в науке формируется и особая сфера технических наук, специально ориентированных на решение инженерных задач в различных областях инженерной практики. В настоящее время происходит дифференциация инженерной деятельности по отдельным узким направлениям и интеграция со смежными отраслями, которая, на пересечении полей деятельности, приводит к появлению качественно новых направлений инженерной сферы. Зарождаются такие направления как «Мехатроника», «Бионика» и др.

**§ 3. Инженерная деятельность.**

***Деятельность – это единственный путь к знаниям. Джорж Бернард Шоу.***

Деятельность – это целенаправленное воздействие человека на

окружающий материальный и нематериальный (духовный) мир в

интересах удовлетворения своих потребностей и потребностей

общества (Б.В. Литвинов, академик РАН).

Основными функциями инженерной деятельности являются

создание и участие в материзации новых образов материального

искусственного мира (вещей, установок, технологических процессов) на

основе уже известных знаний.

Инженерная деятельность дифференцируется по предметно

отраслевому (машиностроение, энергетика, транспорт и т.д.) и

функциональному (производственно-технологическая, проектно-

конструкторская, организационно-управленческая, научно-

исследовательская, изобретательская, экспертная) признакам.

Инженерная деятельность тесно связана и с деятельностью ученых

и с деятельностью рабочих.

Перечисленные виды инженерной деятельности тесно связаны с

этапами жизненного цикла объектов.

Инженер ХХI в. ответственен за полный жизненный цикл изделия –

от идеи до утилизации технического объекта. Полный жизненный цикл

изделия включает следующие этапы:

• маркетинг, поиск и изучение рынка;

• проектирование и конструирование изделий;

• материально-техническое обеспечение;

• технологическая подготовка производства;

• производство, контроль и проведение испытаний;

• упаковка и хранение продукции;

• реализация и распределение продукции;

• монтаж и эксплуатация;

• техническая помощь в обслуживании;

• утилизация.

Начало жизненного цикла нового объекта в системе, где он используется, возникает тогда, когда обнаруживается проблема в некоторой предметной области из-за несоответствия работы старого объекта ожидаемому результату. Вся деятельность, направленная на минимизацию проблемы в настоящее время базируется на системном подходе. Главной отличительной особенностью системного подхода являются сосредоточение внимания на целях системы верхнего уровня, а также учет всех существенных связей и ограничений (ресурсов). В соответствии с этим методология такого подхода предусматривает выполнение определенной последовательности действий, которые необходимы для реалистичного суждения о качестве и эффективности анализируемой и проектируемой (синтезируемой) системы и для поиска путей её совершенствования. Несмотря на присутствие разногласий системные аналитики

единодушны, по крайней мере, в одном: системный подход – есть методология познания частей на основании целого в отличие от классического подхода, ориентированного на познании целого через части. Другими словами, проектирование любого частного должно производиться в интересах целого.

Максимум на что способен классический анализ − это ответ на вопрос: «как работает система?» Но никогда от классического анализа мы не получим ответа: «А почему система работает именно так?»

**§ 4. Виды инженерной деятельности.**

Основными видами творческой деятельности инженера является изобретательство, проектирование и конструирование, которые находятся в определенном соотношении между собой. В соответствии с тремя видами продуктов любой деятельности – предметы (материальные вещи) в пространстве, процессы во времени и идеи в сознании – можно рассматривать три основных продукта инженерной деятельности: принцип, систему (или схему) машины и ее конструкцию.

Первый этап инженерной деятельности составляет создание общего плана, то есть творчество, дающее идею, замысел (общий принцип систем данного типа) – это акт изобретательский.

Второй этап – выработка из этого плана полной схемы или системы, модели

(представления) машины, отвлеченной от вещественной формы, – собственно проектировочный.

Третий этап – разработка схемы детально до рабочих чертежей включительно – состоит в конструировании деталей, отдельных частей машины, окончательной их выработке. Это собственно конструкторский акт. Здесь отрабатывается один из выработанных на предыдущем этапе конструктивных вариантов системы (машины).

Структурная схема развитой инженерной деятельности показана на рис. 1. [14].

Изобретательство. Во время изобретательской деятельности на основе научных знаний и технических достижений создаются новые принципы действия, способы реализации этих принципов или конструкции инженерных объектов или же отдельных их компонентов. Сложности в изготовлении, конструировании и техническом обслуживании существующих технических систем, а также необходимость в принципиально новых инженерных объектах требует создания

соответствующих изобретений, закрепляемых в виде патентов, авторских свидетельств и так далее.

Этот вид инженерной деятельности мы рассмотрим более подробно на следующих лекциях.

Инженерное проектирование. Проектировать – это творить, создавать что-то новое. Инженерное проектирование – это непрерывный процесс, в котором научная и техническая информация используются для создания новой системы, нового устройства или процесса, приносящих обществу определенную пользу.

Умение проектировать – это одновременно и наука и искусство. Так, науку проектирования можно постигнуть путем систематических занятий, накопления

опыта и решения проблем. Как искусство, проектирование требует полной отдачи от тех, кто стремится овладеть им. Проектирование предшествует конструированию и представляет собой поиск научно обоснованных, технически осуществимых и экономически целесообразных инженерных решений. Результатом проектирования является проект разрабатываемого объекта. Проектирование –это выбор некоторого способа действия, в частном случае – это создание системы как логической основы действия, способной решать при определенных условиях и ограничениях поставленную задачу.









Рис.1. Структура развитой инженерной деятельности

Проект анализируется, обсуждается, корректируется и принимается как основа для дальнейшей разработки. В отличие от изобретательской деятельности проектирование связано с конструктивной разработкой общего расположения

(схемы) машины и формы ее деталей, а затем с проведением расчетов и вычислений. Для правильного проектирования недостаточно знания одной лишь теории. Здесь необходимы:

1. Некоторый практический навык (быть знакомым с существующими конструкциями и уметь в них разбираться критически).

2. Знание методов изготовления деталей в производстве и условий работы построенной машины в обычной практической обстановке.

3. Умение конструктора приспосабливаться к производственным условиям при массовом способе изготовления деталей.

4. Умение конкретно воплощать свои идеи в виде конструктивного чертежа, что невозможно без развития способности ясного пространственного представления проектируемых частей машины во всей их полноте.

Процесс проектирования характеризуется этапами и стадиями разработки: НИР – научно- исследовательская разработка;

ТЗ – техническое задание;

АП – аванпроект (техническое предложение);

ЭП – эскизное проектирование;

ТП – техническое проектирование;

РП – рабочее проектирование.

Различные стадии проектирования отличаются друг от друга объемом выполняемых работ и подробностью описания объекта. Кривая М (рис.2) качественно характеризует зависимость объема работ описания объекта от стадии разработки, а кривая Т – зависимость трудоемкости проектирования на стадии разработки. Таким образом, если при проектировании главными целями

является сокращение трудоемкости и сроков разработки, то целесообразнее автоматизировать последние стадии проектирования (ТП, РП). С другой стороны, технико – экономические характеристики проектируемого объекта Z

определяются главным образом на начальных стадиях разработки (НИР, ТЗ, АП). Кривая Z (рис. 2) показывает степень влияния решений, принимаемых на различных стадиях, на технико- экономические характеристики изделия. Поэтому если при автоматизации проектирования преследуются цели повышения качества и эффективности разрабатываемого изделия, то наряду с автоматизацией заключительных стадий разработки должны быть автоматизированы и начальные стадии.



Это приводит к необходимости создания комплексной системы автоматизированного проектирования. Продукт проектировочной деятельности в отличие от конструкторской выражается лишь в специфической знаковой форме – в виде текстов, чертежей, графиков, расчетов, модели в памяти ЭВМ и так далее. И это сближает ее с научной деятельностью. Результат же конструкторской деятельности должен быть обязательно материализован в виде опытного образца, с помощью которого уточняются расчеты, приводимые в проекте, и конструктивно-технические характеристики проектируемого инженерного объекта и составляются рабочие чертежи и техническая документация для его изготовления на производстве. Конструирование. Недостаточно только сформулировать новую идею, принцип инженерного объекта, необходимо сделать новую машину рабочей, способной к долгосрочной службе. Задача конструктора – воплощать проекты в жизнь, превращая отвлеченную мысль в реальную конструкцию машины, сообразно требованиям жизни. Даже самые глубокие и блестящие проекты могут оказаться бесплодными, если нет материалов и инструментов для создания всех частей машины. При конструировании создается конкретная, однозначная конструкция изделия. Конструкция – это устройство, взаимное расположение частей и элементов какого-либо предмета: машины, прибора, определяется его назначением. Конструкция предусматривает способ соединения, взаимодействие частей, а также материал, из которого отдельные части (элементы) должны быть

изготовлены. В процессе конструирования создается изображение и виды изделия, рассчитывается комплекс размеров с допускаемыми отклонениями, выбирается соответствующий материал, устанавливаются требования к шероховатости поверхностей, технические требования к изделию и его частям, создается техническая документация. При конструировании уточняются все инженерные решения, принятые при проектировании. Создаваемая в процессе конструирования техническая документация должна обеспечить перенос всей конструкторской информации на изготавливаемое изделие и его рациональную эксплуатацию. На основе опытного, единичного образца, в котором инженер-изобретатель установил принципиальную связь между природными процессами и их техническим воплощением, между назначением инженерного объекта и его конструкцией для класса подобных объектов, конструктор определяет конкретные конструкторско-технические характеристики, учитывающие специфические условия его изготовления на данном предприятии (производстве). Прогресс развития техники, можно сказать, выражается в том, что нововведение усваивается и переходит из разряда изобретений в разряд конструкций. Поэтому, конструктор – это творец новых типов машин. Конструировать в переводе с латинского языка значит создавать описание механизмов, машин, сооружений с выполнением их проектов и расчетов. Конструктор – лицо, занимающееся созданием конструкций различных устройств или их отдельных частей. Он – специалист, знающий не только порядок, способы и методы этого создания, но и способы и методы изготовления составных его частей и материала, из которого они изготовляются. Для конструктора ясен как принцип взаимодействия построенных частей, так и надежность и другие. Конструкторская деятельность становится необходимой именно с развитием серийного и массового производств технических изделий и заключается в создании, испытании и отработке опытных образцов различных вариантов будущего инженерного объекта, выборе из них наиболее

оптимального, с точки зрения заказчика, и в разработке технической документации-руководства к изготовлению его на производстве. За конструктором остается расчет конструктивно-технических и технологических параметров инженерного объекта. В дальнейшем разработка технологии изготовления переходит к особым специалистам – инженерам-технологам. Организация же собственно изготовления на производстве по этим данным осуществляется инженерами, работающими в так называемой «технической дирекции» (главный инженер, начальники цехов и участков, мастера и так далее). Особые требования к конструктору – это хорошее знание процессов изготовления и обработки проектируемых машин, сооружений или вообще всяких изделий.

**§ 5. Требования к инженерной деятельности.**

Разрабатываемые и изготавливаемые технические объекты в машиностроении ставят перед соответствующими специалистами ряд требований. Для того, чтобы преодолеть возникающие в работе (процессе деятельности) препятствия, инженеру нужны, в первую очередь, знания, умения, навык.

Любой вид деятельности основывается на знаниях.

Знания есть система понятий, усвоенных человеком. Навыки и умение основываются на знаниях и формируются в процессе практической инженерной деятельности. Знания и понимание своего дела, правильная методика его выполнения позволяют современному инженеру приобрести те качества личности, которые ведут к мастерству и успеху.

Навык – это способность в процессе целенаправленной деятельности выполнять составляющие ее частные действия автоматически, без специально направленного на них внимания.

Умение – это способность человека продуктивно, с должным качеством и в соответствующее время выполнять свою работу.

Кроме указанных качеств, для успешного создания новых машин необходимо обладать определенными профессиональными способностями.

Для инженера (технического работника) наиболее важны следующие:

***Техническое мышление*** - способность использовать весь комплекс политехнических знаний для осознания сущности технических систем и быстроты ориентации во всех технических вопросах. Развитое техническое мышление позволяет быстро понять принцип работы неизвестных ранее машин и отдельных ее узлов и механизмов, ориентироваться в общей схеме и во взаимодействии частей конструкции. Техническое мышление позволяет воспринимать любую машину как синтез функциональных узлов, определять ее назначение и находить причины неполадок в работе.

***Пространственное воображение*** - воображение сложной машины, механизма

и узла, которые расположены в пространстве. Пространственное воображение требует постоянной тренировки и некоторого опыта.

Творческие способности позволяют создать новые оригинальные машины. Решая поставленную задачу, можно идти двумя путями:

1) применить известные типовые решения, общепринятые схемы;

2) решить задачу творчески, стремиться все элементы конструкции выполнить по-новому, своеобразно (изобретательский уровень).

***Изобретательность*** - умение создать (выдумывать, изобретать) ценные полезные идеи или принципы, лежащие в основе вещей или процессов, предназначенных для достижения поставленных целей.

***Умение проводить инженерный анализ*** – способность анализировать данный элемент, систему или процесс, используя технические или научные принципы с целью быстрого получения правильных решений.

***Технические знания (память)*** – доскональное знание и глубокое освоение инженерной специальности.

***Широкая специализация*** – способность компетентно и уверенно разбираться в

основных проблемах или идеях научных дисциплин, лежащих за пределами узкой специальности.

***Смелость мысли*** – возможность при решении задач применять самые необычные и на первый взгляд невероятные способы и средства.

***Математическое мастерство*** – умение в случае необходимости при решении

задачи применять мощный математический аппарат и вычислительные методы.

Умение направлять внимание на решение главных проблем.

***Знание технологи и производства*** – понимание возможностей традиционных и прогрессивных технологических процессов,

***Умение передавать информацию о полученных результатах*** – способность выражать свои мысли четко и убедительно как устно, так иписьменно, графически.

***Дисциплинированность в работе*** – требовательное отношение к себе.

Кроме перечисленных профессиональных качеств, инженер должен обладать такими человеческими качествами, обеспечивающими достижение успеха: энергичность, упорство, стремление к совершенствованию, личное обаяние , творческая фантазия. Особые дополнительные качества предъявляются к инженерам, занимающимся изобретательской деятельностью.

Анализ деятельности выдающихся изобретателей позволяет сформулировать основные черты, свойственные этому творческому виду деятельности человека.

***Первое качество*** – это порой доходящая до наглости уверенность в себе: он совершенно уверен, что добьется успеха, и преисполнен решимости его добиться. Такая уверенность в себе присуща всем детям, которых любят родители. Однако дальнейшее образование слишком часто подавляет в ребенке эту черту: ребенок воспринимает даваемые ему знания как нечто изначально существующее и начинает сомневаться в собственной способности сделать что-то новое. Помочь восстановить веру в свои силы можно, только ставя перед учащимися творческие задачи возрастающей трудности: лишь так он сумеет убедиться в том, что можно самостоятельно найти нужное решение.

***Второе качество*** – также относится к области эмоций – это настойчивость и усердие, помогающие преодолеть препятствия и противодействие и не отступать перед неудачами и трудностями. У некоторых людей такого рода упорства больше, чем у других, однако любой зрелый человек способен проявить настойчивость, если он уверен в значимости своей работы не только для самого себя, но и для человечества.

***Третье качество*** – изобретатель должен выработать в себе интеллектуальную и физическую сноровку, необходимую для успешной работы, способность проводить разумные аналогии и оперировать моделями, в которых сохранены все основные контуры задачи и опущены несущественные детали, а также умение «думать руками», создавая сложные движущиеся конструкции.

***Четвертое качество***- изобретатель должен хорошо знать самого себя: знать, когда следует мобилизовать все силы на решение задачи, а когда лучше дать задаче «отлежаться», в какое время суток и при каких условиях ему лучше работается. Особенно важно уметь подавлять в себе критическое начало: чтобы новая идея не погибла под гнетом возражений, не успев даже окончательно сформулироваться, нужно избавляться от смирительной рубашки внутренних запретов [14].

***Пятое качество*** – у изобретателя должен быть особый «изобретательский» взгляд. Иными словами, он должен смотреть на все творения человека так, словно он только что прилетел с Марса, и всегда задаваться вопросами: «Почему это делается так, а не иначе? Чего хотят этим добиться? Нужно ли создавать столько шума и загрязнений? Можно ли достичь поставленной цели другим путем? Нужны ли поезду колеса? Почему у машины выхлопная труба снизу? Почему так гудят лампы дневного света? Должен ли пылесос работать с таким шумом?» Эти и тысячи других вопросов могут натолкнуть человека на изобретение. Точно так же учение относится к любому явлению: Как же объяснить все это?

Изобретатель обязан овладеть искусством мобилизовать для творчества всю свою эмоциональную энергию, то есть подходить к проблеме с такой целеустремленностью, как если бы от его решения зависело самое главное в жизни. Вот почему самые крупные изобретения делаются людьми, отчетливо сознающими их необходимость. У большинства людей творческое состояние ума неразрывно связано с физическим здоровьем. Творческая активность, несомненно, требует от человека огромного запаса эмоциональной энергии, которая позволяет оптимистически смотреть на вещи и тем самым избавляет изобретателя от пессимизма (вызванного, в частности, скептическим отношением окружающих или кажущейся неразрешимостью задачи).

Важное качество, которое должен развивать в себе изобретатель, – это способность доискиваться до сути проблемы; ему необходимо уметь создать простейшую мысленную модель системы, которую он стремится улучшить. Эта модель не должна содержать ничего лишнего, только самые необходимые существенные элементы. Невозможно работать над изобретением, мысленная модель которого содержит массу второстепенных деталей и настолько сложна, что не представляется цельной. Необходимо знать основные законы природы, преступить которые не следует пытаться. Совершенно необходимыми качествами для будущего изобретателя является способность «думать руками». Все великие изобретатели постигли это искусство, когда работали в своих домашних мастерских и лабораториях. Только чистый математик способен обойтись без этого качества, изобретателю же без него никогда не удастся изобрести что-то такое, что можно было бы претворить в жизнь.

Каждому изобретателю следует хорошо понимать, освоить и применять следующие принципы изобретения:

1. Задача, требующая подлинно изобретательского решения, представляется неразрешимой всем, кроме изобретателей подлинно творческого склада. Но те задачи, решить которые действительно невозможно, лишь на первый взгляд противоречат законам природы или известным свойствам материалов: все дело в том, что эти законы или свойства трактовались неверно. Таким образом, изобретатель, прежде всего, должен работать над формулировкой задачи. При этом следует искать такую формулировку, которая не только допускала бы решение задачи, но и вела к главной цели.

2. Изобретателю следует увидеть некую человеческую потребность и попытаться найти лучший способ удовлетворить ее. Это более ценный путь, чем работать с открытием какого-либо природного явления, с тем, чтобы найти для него применение в дальнейшем.

3. Нередко случается, что задача имеет два и более различных решения. Каждое из этих решений может обладать своими достоинствами и недостатками. Так, среди конструкций самолетов с неподвижной несущей плоскостью монопланы и бипланы существовали бок о бок на протяжении трех десятилетий, пока растущие скорости и появление новых конструкционных материалов не выявили безусловного преимущества моноплана.

4. Когда идея какого-либо крупного изобретения «висит в воздухе», над ним могут независимо работать одновременно насколько человек. Это объясняется тем, что потребности людей ясны многим, так же как многим известны материалы и физические явления, которыми можно воспользоваться для удовлетворения этих потребностей, хотя научная теория нередко появляется значительно позже.

5. У всякой подлинно творческой личности бывают дни отчаяния и безнадежности – как до рождения оригинальной мысли, так и после. Настоящий изобретатель должен научиться не терять при этом энтузиазма и верить в успех своей затеи.

6. Принцип «разделяй и властвуй» применим и в сфере изобретательской деятельности. Нужно выделять центр тяжести проблемы и постоянно совершенствовать это умение. Не пытайтесь одним махом разрешить все проблемы.

7. После того как вам в голову придет стоящая идея, пользуйтесь методом последовательных приближений. Не следует конкретизировать идею больше, чем это нужно для того, чтобы перейти к следующему этапу работы. Всегда оставляйте для себя как можно более широкий выбор. Именно таким путем идет, например, художник-пейзажист: прежде чем положить на холст краски, он делает грубые наброски. Детали вырисовываются лишь в третьем приближении. Нужно соблюдать правильную очередность: не следует, например, обращаться к экономической стороне дела, пока не будет ясна инженерная. Не следует даже думать об очередном вопросе, пока не решен предыдущий. Можно рекомендовать следующий порядок вопросов, на которые предстоит ответить

инженеру-изобретателю:

1. Не противоречит ли изобретение законам природы?

2. Может ли изобретение работать и будет ли достигнута желанная цель?

3.Может ли изобретение работать с достаточной скоростью, производительностью и тому подобное?

4. Можно ли осуществить его из известных материалов и с помощью существующей технологии?

5. Будет ли оно надежным и простым в эксплуатации?

6. Можно ли им управлять, а при необходимости регулировать и настраивать? Только ответив на эти вопросы, можно переходить к экономике:

7. Будет ли изобретение достаточно дешевым?

8. Какова стоимость его эксплуатации и обслуживания?

9. Каким будет срок службы?

10. Как часто будут поломки и будут ли они иметь катастрофические последствия?

***III. Заключительная часть***

Преподаватель напоминает тему, учебные цели и вопросы занятия отмечает положительные отрицательные моменты при проведении занятия отвечает на вопросы, объявляет оценки, поясняет порядок подготовки к следующему занятию.

***Литература.***

1. Основы инженерной деятельности: учебное пособие / Э.И. Цимбалист; Федеральное Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 87 с.

2. Методы инженерного творчества : учеб. пособие [электронный ресурс] / В.И. Аверченков, Ю.А. Малахов. – 3-е изд., стереотип. – М. : ФЛИНТА, 2011. – 78 с. ISBN 978-5-9765-1268-9