

МОСКОВСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (МАДИ)



**Т.М. ТКАЧЕВА**

**ФОРМИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ  
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ  
ИНЖЕНЕРА:  
ПСИХОЛОГО-ДИДАКТИЧЕСКОЕ  
ОБОСНОВАНИЕ**

МОСКВА 2011



МОСКОВСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
(МАДИ)

Т.М. ТКАЧЕВА

**ФОРМИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ  
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ  
ИНЖЕНЕРА:  
ПСИХОЛОГО-ДИДАКТИЧЕСКОЕ  
ОБОСНОВАНИЕ**

Учебное пособие

Утверждено  
в качестве учебного пособия  
редсоветом МАДИ

МОСКВА 2011



УДК 378.6:62:316+159.9:62

ББК 74.58: 60.5

Т 484

Ткачева, Т.М. Формирование и развитие профессиональных компетенций инженера: психолого-дидактическое обоснование: учеб. пособие / Т.М. Ткачева. - М., МАДИ. 2011. - 119 с.

Рецензенты: д-р филос. наук, проф. МГУ А.Н. Кричевец,  
д-р пед. наук, проф. МАДИ М.Н. Вражнова.

Учебное пособие предназначено магистрантам и аспирантам всех специальностей МАДИ, изучающих дисциплину «Инженерная педагогика», а также преподавателям, повышающим квалификацию в Центре инженерной педагогики МАДИ.

В соответствии с рекомендациями Международного Общества Инженерной Педагогики (IGIP) дисциплина «Инженерная педагогика» включает рассмотрение психологических и дидактических аспектов формирования компетенций инженеров-преподавателей. В развитие этой рекомендации предлагается курс «Формирование и развитие профессиональных компетенций инженера: психолого-дидактическое обоснование». В этом курсе коротко рассмотрены представления психологии труда и инженерной психологии. Обращено внимание на связь психологии с видами инженерной деятельности, прослежены возможности формирования компетенций, соответствующих разным видам инженерной деятельности. Подробно рассмотрены педагогические технологии, необходимые для эффективного формирования и развития компетенций обучающихся.

Учебное пособие позволяет понять важность изучения психологических аспектов формирования компетенций, выбрать педагогические технологии, определить взаимосвязь особенностей инженерного труда и необходимых для каждого его вида компетенций.

© Московский автомобильно-дорожный  
государственный технический университет (МАДИ), 2011



## Введение

Современный этап развития общества характеризуется стремительными темпами модернизации в высшем образовании. Происходящие социально-экономические преобразования, развитие информационно-коммуникационных технологий, усиление внимания к потребностям каждого члена общества определяют направление модернизации образовательного процесса.

Образование в широком смысле рассматривается как инвестирование в развитие общества. Выступая на расширенном заседании Государственного совета 8 февраля 2008 г. «О стратегии развития России до 2020 года» об этом говорил В.В. Путин: «Переход на инновационный путь развития связан, прежде всего, с масштабными инвестициями в человеческий капитал. Развитие человека – это и основная цель, и необходимое условие прогресса современного общества. Это и сегодня, и в долгосрочной перспективе – наш абсолютный национальный приоритет»<sup>1</sup>.

Модернизация экономики России невозможна без высококвалифицированных инженеров. Президент России Д.А. Медведев утвердил перечень поручений по итогам заседания Комиссии по модернизации и технологическому развитию экономики России, состоявшемуся 30 марта 2011 года<sup>2</sup>.

Среди этих поручений выделим два:

- предусмотреть в ходе реализации федеральной целевой программы «Развитие оборонно-промышленного комплекса Российской Федерации на 2011–2020 годы» осуществление мероприятий, направленных на привлечение к выполнению заданий программы квалифицированных инженерно-технических кадров;
- разработать комплекс мер, направленных на повышение престижа инженерных профессий, а также привлекательности обучения по специальностям инженерно-технического профиля.

<sup>1</sup> режим доступа: <http://www.archive.kremlin.ru/text/appears/2008/02/159528/shtml>

<sup>2</sup> режим доступа: <http://bda-expert.com/2011/04/perechen-prezidentskih-poruchenij-po-podderzhke-inzhenerenogo-obrazovaniya/>

Известно и доказано, что цель образования заключается не только и не столько в том, чтобы дать обучаемому некоторую сумму знаний, пусть даже самых современных, а в том, чтобы сформировать видение мира, стиль мышления, способность связывать воедино различные явления, соединять принципиально новые знания с теми, что уже имеются, оперативно находить способы применения этих знаний на практике<sup>3</sup>. Именно эти характеристики и реальные возможности определяют компетентность специалиста.

Для того чтобы решать технологические задачи «опережающего» уровня, необходимо не только получить высшее образование, но и быть готовым к повышению своего уровня в течение всей жизни. Иными словами, необходима непрерывная подготовка и самоподготовка специалистов с учетом потребностей экономики. Компетентным инженером можно считать такого инженера, который кроме профессиональных знаний, владеет методами научного и инженерного творчества, а также хорошо представляет целостность, взаимосвязанность различных процессов и умеет прогнозировать экологические, социальные и этические последствия инженерной деятельности.

Новые информационные технологии вносят существенные изменения характера и содержания инженерной деятельности. В настоящее время подход с использованием компьютерных инженерных пакетов побеждает экономически. Это не означает, что инженерная интуиция, творческий подход исчезают из инженерной профессии. Добавление возможностей 3D представления чертежей, 3D моделирование на стадии изобретательства и далее при проектировании и конструировании дают возможность избавиться от мелких недостатков предлагаемой технической системы, а также избежать возникновения крупных недостатков.

Следует также отметить, что приоритеты выбора однозначного решения профессиональных проблем существенно зависят от ди-

---

<sup>3</sup> Пономарев, В.Н. Единое научное знание, научно – технический прогресс и проблемы построения единой системы непрерывного образования [Текст]/ Пономарев, В.Н., Кургаева, Н.Е. // Сборник статей «Интеграция образования и науки», «Прометей» МПГУ – М., 2008. - С. 31 – 58 – Библиогр. с.58

намики развития социально-профессиональной компетентности, одним из важнейших условий которой является инновационная деятельность инженера. Инновационная деятельность приносит новое (знания, технологии, приемы, подходы) для получения результата, отличающегося социально-общественной востребованностью. Инновационный поиск мотивируется внешней средой. В результате инновационной деятельности возникает взаимозависимость социальной детерминации и творческого характера инженерной деятельности.

Содержание современного высшего технического образования (ВТО) в России регламентируется федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования (ФГОС ВПО). ФГОС ВПО третьего поколения разработаны с учетом многоуровневой подготовки инженерных кадров, а также с учетом компетентностного подхода. Формирование и развитие базовых и профессиональных компетенций будущих инженеров происходят в процессе освоения основных образовательных программ (ООП), подготовленных с учетом характеристик профессиональной деятельности выпускника (бакалавра, специалиста, магистра) и требований по освоению ООП выпускником. В составе ООП ФГОС ВПО имеется раздел «Компетенции выпускника». ФГОС ВПО третьего поколения введены в действие с 1 января 2010 г. в соответствии с Приказами министра образования РФ.

## Глава 1. Психология труда

Психология труда, отрасль прикладной психологии, изучающая психологические аспекты и закономерности трудовой деятельности человека. Психология труда начала формироваться на рубеже 19—20 вв. в связи с ростом производственной сферы, появлением новых видов трудовой деятельности и массовых профессий, усложнением требований к человеку.

Профессия (лат. *professio* — официально указанное занятие, специальность, от *profiteer* — объявляю своим делом), род трудовой деятельности (занятий) человека, владеющего комплексом специальных теоретических знаний и практических навыков, приобретённых в результате специальной подготовки, опыта работы.

Наименование профессии определяется характером и содержанием работы или служебных функций, применяемыми орудиями или предметами труда. По мере развития производительных сил общества, применения более совершенных орудий труда и технологии производства, возникновения новых видов производства и отраслей науки углубляется разделение труда, исчезают некоторые профессии и возникают новые, а также появляются более узкие виды профессиональной деятельности. Например, давно исчезла профессия «извозчик», с 1961 года появилась профессия «космонавт», вместо профессии «земский врач» возникло множество профессий врача по направлениям деятельности – офтальмолог, гастроэнтеролог, ортопед и т.д.

Возникновение психологии труда связано с началом научной организации труда. На первом этапе развития важнейшей проблемой психологии труда была проблема профессионального отбора. Анализ различий в производительности труда у работников, получивших примерно одинаковую подготовку, привёл к мысли о существовании более или менее стойких индивидуальных различий в сфере так называемых профессиональных способностей. Были созданы специальные методы — тесты, с помощью которых стало воз-

возможным количественно оценивать эти способности и на этой основе производить профессиональный отбор. Возникла необходимость тщательного изучения психологии профессий. Были вскрыты различия в профессиональных склонностях, интересах и мотивах, побуждающих людей предпочитать одни профессии другим, организованы специальные консультационные бюро по оказанию помощи подросткам, выбирающим профессию.

Возникла специальная ветвь психологии труда — профессиональная ориентация и профессиональная консультация. Появились специальные исследования законов развития профессиональных навыков и качеств, важных для различных видов труда. Задачей этой ветви психологии труда стала разработка рекомендаций по усовершенствованию методов обучения и применению специальных методов упражнения и тренировки.

Важную область психологии труда составило изучение колебаний работоспособности, связанных с утомлением, суточным ритмом, обоснование оптимального режима труда, при котором производительность и качество работы изменялись бы наименьшим образом на протяжении рабочего дня, рабочей недели и т.д. Современная психология труда разрабатывает специальные методики, позволяющие измерять утомляемость и степень снижения работоспособности. В этой области психология труда тесно связана с физиологией труда. Психология труда накопила огромный материал по проблемам работоспособности и утомляемости, влияния на человека условий труда, характера выполняемых операций, монотонности и опасности труда, необычных и экстремальных условий работы, трудовой мотивации, развития потребностей и способностей человека в процессе коллективного труда.

Одной из задач психологии труда является рациональное реконструирование профессий, выяснение психологически оптимального сочетания входящих в их состав операций, научное обоснование целесообразности автоматизации, что имеет большое значение для повышения производительности труда. Психология труда координирует свои усилия со специалистами в области механизации и

автоматизации. Изучение психологических причин возникновения аварийных ситуаций привело к разработке специальных средств для профессионального отбора и предотвращения ошибочных действий с помощью особых методов упражнений и тренировки.

Исследование психологических особенностей конкретных видов трудовой деятельности, составление профессиограмм, определение набора профессионально значимых свойств личности способствовали формированию специальных направлений психологии профессий (например, психологии инженерной, авиационной, космической, разных рабочих профессий, конвейерного труда и т.д.). Профессиограммы представляют собой содержательное описание профессий и профессиональной деятельности с точки зрения включения и использования психических свойств и способностей человека.

Деятельность в психологии считается формой проявления человеческой активности. Деятельность можно определить как специфический вид активности человека, направленный на познание и творческое преобразование окружающего мира. Еще одно определение деятельности гласит, что ее можно определить как совокупность взаимосвязанных актов (действий), направленных на достижение цели и побуждаемых потребностями. По внешней направленности деятельность специализирована по видам занятий, например, инженерная деятельность. Деятельность включает осознанные цели и планируемые действия. Она совершается ради какого-то вознаграждения, выполняющего функцию внешнего стимула, например, получение высшего профессионального образования, получение новых знаний или получение заработка, гонорара, повышения в должности.

Можно выделить некоторые подразделы трудового процесса и их описать с использованием следующих терминов: признаки, сложность, подготовка, выполнение, анализ последствий.

*Признаки:* скорость поступления и объем информации, сложность задач, ответственность, нерегулярность сложных ситуаций и скорость их развития.

*Подготовка к выполнению сложной деятельности:* изучение документов, проигрывание ситуаций на моделях, продумывание наиболее сложных моментов.

*Факторы, определяющие сложность практической задачи:* неполнота, неясность, неточность информации, многовариантность решений, временной дефицит, социальное давление на исполнителя.

*Выполнение трудового действия:* сбор информации, анализ ситуации в целом, выделение вариантов и определение их последствий, момент выбора, исполнение действия, речевой обмен в команде. Психологическая характеристика включает эмоциональный, когнитивный и исполнительный аспекты, а также перцептивные (восприятие) и двигательные операции.

*Анализ последствий действия:* индивидуальный или коллективный разбор результатов, обсуждение происшедшего, выдвижение разных интерпретаций последовательности событий, осознание и интерпретации происшедшего, построение планов на будущее с учетом произведенного анализа.

В трудовых действиях, как уже было сказано выше, могут быть выделены фрагменты, характеризующиеся эмоциональными, когнитивными и исполнительными компонентами. Комплексный анализ психологического содержания с применением совокупности методов позволил провести классификацию действий по ряду признаков.

По *циклической повторяемости* действия делятся на циклические и одиночные действия.

По *сложности* действия делятся на повторяющиеся, сложные действия, требующие активного привлечения прошлого опыта специалиста, и простые действия, которые содержат в себе несколько простых циклических действий.

По *степени выраженности социального* характера различаются индивидуальные и совместные действия.

По *точности действия* различаются в широком диапазоне — от точных действий до ошибочных. Совершенные, мастерские действия отличаются гибкостью, вариативностью, индивидуальностью.

Темп мастерского действия может быть напряженным, спокойным, замедленным или ускоренным, но по времени и пространству это действие всегда соответствует управляемому процессу.

Средства труда представляют собой совокупность средств и предметов труда, используемую человеком в производственном процессе. Средства труда, и прежде всего орудия труда, включают машины, станки, инструменты, с помощью которых человек воздействует на природу, а также производственные здания, землю, каналы, дороги и т.д. Характерной чертой трудовой деятельности человека является применение и создание средств труда.

Предметы труда — вещество природы, на которое человек воздействует в процессе труда с целью приспособления его для личного или производственного потребления. Уровень развития средств труда — важнейший показатель технического прогресса. Совершенствование средств труда приводит к глубоким качественным сдвигам в технике и технологии производства, к изменению производственных отношений; определяет переход от одного способа производства к другому.

В условиях современной научно-технической революции психология труда призвана изучать новые условия, формы и возможные стимуляции трудовой деятельности, новые профессии и требования к технически оснащенному труду. Психология труда в некоторой степени является частью многих других дисциплин, связанных с изучением феномена труда. Этими дисциплинами являются: социология труда, социальная психология, инженерная психология, организационная и экономическая психология, производственная этика, эргономика, физиология и гигиена труда, кибернетика, комплекс управленческих дисциплин, прикладная математика, квалиметрия, техническая эстетика.

Рабочее место - часть пространства, приспособленная для выполнения работником или группой работников своего производственного задания. На производстве, например, на машиностроительном заводе оно может включать:

- основное производственное оборудование - станки, механизмы, агрегаты, энергетические установки, коммуникации;
- вспомогательное производственное оборудование - средства, обеспечивающие безопасность труда, защитные устройства, улучшающие санитарно-гигиенические условия работы;
- технологическую оснастку - установочные и иные приспособления, инструмент, контрольно-измерительные приборы;
- организационную оснастку - столы, верстаки, инструментальные тумбочки, стеллажи, шкафы, стулья, кресла.

Организация рабочего места тесно связана с организацией труда и производства на предприятии. Совершенствование рабочего места преследует цель создания такой материальной обстановки труда, которая обеспечивает повышение его производительности, способствует сохранению здоровья и развитию личности работника. При организации рабочих мест должны учитываться антропометрические данные, рекомендации физиологии, психологии и гигиены, требования эргономики и технической эстетики.

На эффективность трудовой деятельности человека существенно влияет режим труда и отдыха. Рациональным режимом является режим, при котором обеспечивается высокая производительность труда и устойчивая работоспособность без признаков чрезмерного утомления в течение длительного времени.

Правильность режима труда и отдыха оценивается на основе исследования состояния физиологических функций человека и динамики его работоспособности в процессе рабочего дня. Чем эффективнее режим, тем длительнее период устойчивой работоспособности, короче периоды вработываемости и спада работоспособности.

На производстве чередование периодов труда и отдыха достигается введением обеденного перерыва в середине рабочего дня и кратковременных регламентированных перерывов, устанавливаемых с учетом динамики работоспособности, тяжести и напряженности труда.

Работоспособность и жизнедеятельность организма зависят от суточного режима труда и отдыха, то есть от чередования периодов работы, отдыха и сна. В соответствии с суточным циклом работоспособности наивысший уровень ее отмечается в утренние и дневные часы: с 8 до 12 и с 14 до 17. В вечерние часы работоспособность понижается, достигая своего минимума ночью. Эти закономерности должны учитываться при определении сменности работы, начала и окончания работы в сменах, перерывов на отдых и сон. Динамика работоспособности изменяется в течение недели: наивысшая работоспособность приходится на 2-й, 3-й и 4-й день работы, в последующие дни она понижается. В понедельник работоспособность понижена вследствие вработываемости.

Для снятия усталости и нервно-психологического напряжения желательно использовать специально оборудованные помещения, где эффект психоэмоциональной разгрузки достигается за счет интерьера помещения, функциональной музыки и других факторов.

Структуры профессионального опыта, реализуемые в текущем действии, возникли и закрепились в прошлой деятельности, однако, чтобы эти понятия можно было применить для описания процессов решения сложных задач, они должны быть дополнены механизмами, направленными на будущее (планы, ожидания, установки и т.д.) и механизмами гибкого реагирования на настоящее. Профессиональное становление личности непосредственно связано с вопросами освоения профессиональной деятельности, с вопросами развития и реализации личности на различных этапах ее профессионального пути.

Процесс профессионального становления понимается как целостный феномен, который включает в себя компоненты как объективного (престижность профессии, ее социальная конкурентоспособность, уровень безработицы и т. д.), так и субъективного характера (отношение личности к профессии, к себе как профессионалу, выраженность профессиональных способностей, профессиональные идеалы, переживание успехов и неудач в профессиональной деятельности).

Модель профессионального развития характеризует профессионала, владеющего профессиональной деятельностью в целом, способного к ее самопроектированию и совершенствованию. Движущими силами развития специалиста являются противоречия между усложняющимися требованиями профессионального труда и индивидуальным стилем, опытом и способностями. Направление, в котором изменяется личность в процессе профессионализации, и движение личности к более общим целям и смыслам должны совпадать.

Перечислим некоторые методы изучения трудовой деятельности, используемые психологией труда.

Метод наблюдения: непосредственное наблюдение профессиональной деятельности или участие самого психолога в конкретном виде труда. Метод наблюдения может быть дополнен различными вспомогательными средствами. Например, проводятся измерения различных параметров процесса труда, что позволяет создать алгоритмический способ описания трудовой деятельности. Этот способ позволяет в результате провести анализ продуктов трудовой деятельности, а также анализ ошибочных действий, несчастных случаев и аварий. Важной составляющей метода наблюдения является возможность проведения экспериментально-психологических и физиологических проб в ходе протекания профессиональной деятельности.

Метод опроса включает беседу, устный опрос (интервью), письменный опрос (заполнение разного рода анкет). Психолог проводит анализ биографических и автобиографических данных с использованием метода обобщения независимых характеристик.

Психологи могут провести экспериментальные исследования, которые состоят из рассмотрения модели отдельных элементов трудового процесса, модели профессиональной деятельности в целом, а также реальной трудовой деятельности в условиях лаборатории. Эксперимент может носить абстрактный характер или использовать различные тесты, с помощью которых можно выявить воздействие разнообразных изменений используемых оборудова-

ния, технологии, приёмов, темпа и ритма работы. Одним из психологических экспериментов можно считать использование искусственной деавтоматизации трудового процесса в качестве внешнего фактора воздействия на трудовой процесс.

Отметим, что наряду с экспериментальными методами большее место в психологии труда занимают аналитические методы. Применяется метод специальных упражнений, связанных с использованием различных устройств, моделирующих основные особенности профессиональной работы. Важную роль играют методы вариационной статистики.

Психологи не оставляют и такую составляющую трудовой деятельности как теоретические разработки и исследуют методы построения простых и сложных теоретических объектов, методы интерпретации, включающие определения, доказательства, объяснения, а также различные способы верификации полученных результатов.

Психология труда содержит и развивает преобразующие или конструктивные методы:

- методы обучения, включающие развитие важных профессиональных свойств путем использования разного рода тренажеров или деловых игр;
- методы консультирования, то есть обогащения и преобразования знаний и представлений человека о себе, о профессиях, о соотношении своих возможностей и интересов с определенной группой или несколькими группами профессий;
- методы коррекции поведения, состояния субъекта труда;
- методы реконструкции путем преобразования рабочего пространства, органов управления и средств индикации, режима труда и отдыха, способов планирования труда, нормирования и контроля.

Одной из значимых задач психолога является возможность оценки «профпригодности» участника трудовой деятельности и его последующей профессиональной ориентации. Иначе говоря, необходимо рассмотреть, какие качества индивида, навыки, умения и

интеллектуальные способности требуются в той или иной профессии.

Само возникновение профессиональной ориентации обычно связывают с появлением первого кабинета профориентации в Страсбурге в 1903 году и бюро по выбору профессий в Бостоне (США) в 1908 г. У претендента на те или иные профессии выявляли способности и психологические качества, соотносили их с требованиями профессий и, уже на основании этого, выдавали рекомендацию о пригодности или не пригодности человека к данной профессии.

Профессии представляют собой общественные явления, возникающие и сменяющие друг друга несравненно быстро, в отличие от особенностей человека, которые обусловлены природой. Особенностью нынешних задач профориентации стала реально возникшая перед значительными массами людей проблема свободы выбора. Свойство «пригодность» может быть приписано лишь конкретной ситуации, включающей обязательно два компонента: данный человек и данная специальность. Это свойство обозначает взаимное соответствие. Нет одного из компонентов системы – теряет смысл вопрос о пригодности. Каждый хороший работник максимально использует свои сильные стороны и преодолевает, компенсирует разными средствами слабые.

Рассмотрим степени профпригодности.

Непригодность (к данной профессии). Она может быть временной или практически непреодолимой, и связана либо с отклонениями в здоровье, либо с отсутствием качеств, необходимых для данной профессии.

Годность (к той или иной профессии или группе таковых), иначе говоря, есть реальный шанс, что человек будет хорошим специалистом в этой области, так как нет противопоказаний.

Соответствие (данного человека данной области деятельности) характеризуется не только отсутствием противопоказаний, но и наличием личных качеств, которые годны для выбора данной профессии.

Призвание характеризуется тем, что во всех основных элементах рассматриваемой профессии и ее структуры есть явные признаки соответствия человека требованиям деятельности. Речь идет о признаках, которыми человек выделяется среди равных себе по обучению и развитию.

Специалисты психологии труда в последние годы востребованы в области профконсультирования. Согласно нормативным документам Федеральной службы занятости профконсультирование является специальной деятельностью по оказанию помощи клиенту в решении проблем индивидуальной занятости с учетом его особенностей и реальной ситуации на рынке труда. Эти проблемы связаны с выбором профессии, определением профиля профессионального обучения, трудоустройством, сменой сферы деятельности.

Любая компания при приеме на работу и в течение работы в ее службах проводит испытание на профпригодность – аттестацию. Аттестации проводят регулярно с целью изучения и стимуляции повышения уровня сотрудников. В настоящее время используется, в основном, две формы аттестации.

Первая форма (наиболее распространенная сегодня в российских компаниях) состоит в заполнении аттестационного листа непосредственным начальником в определенный день. Аттестационный лист содержит оценки по самым разным параметрам на основе трудовой деятельности в течение всего года. Затем проводится собеседование, где объявляют результаты, высказывают замечания, разрешают высказаться аттестуемому.

Другая форма аттестации - «управление посредством постановки целей» - состоит в определении заранее конкретной задачи, планов и сроков ее выполнения. А во время аттестации лишь проверяется, чего сотрудник добился за отчетный период.

Очень важно правильно и вовремя разработать мероприятия стимулирующего характера, например, форму материальных и моральных поощрений или наказаний за выполненную работу, или возможность повышения квалификации. Иной раз денежное вознаграждение не вызывает столько положительных эмоций, как пуб-

личное признание успехов. Психологам всегда есть над чем поработать, когда работает коллектив.

Одной из форм проявления активности, обеспечивающих поддержание жизненно важных связей с окружающим миром и возникающих в процессе деятельности, является общение, то есть взаимодействие между субъектами в форме установления и развития контактов между ними. Во время контактов возникают межличностные отношения, и происходит удовлетворение тех или иных потребностей в той или иной форме.

В масштабах жизнедеятельности человека общение, то есть взаимодействие с другими людьми, является главным условием выживания, а также обеспечивает реализацию функций обучения, воспитания и развития личности.

Межличностные отношения могут приводить к возникновению недовольства участников трудового процесса. Наиболее острая форма недовольства проявляется как процесс резкого обострения противоречия и борьбы двух или более сторон в решении проблемы, имеющей личную значимость для каждого из его участников. В психологии подобные отношения определяются как конфликт, то есть столкновение противоположно направленных, несовместимых друг с другом тенденций, отдельно взятого эпизода в сознании, в межличностных взаимодействиях или межличностных отношениях индивидов или групп людей, связанное с отрицательными переживаниями.

Конфликтология занимается изучением роли внутри- и межличностных конфликтов в разных сферах человеческой деятельности, а также разработкой способов овладения ими в целях развития профессионального творчества. Как комплексная научно-практическая дисциплина конфликтология возникла сравнительно недавно на стыке ряда гуманитарных наук: социологии, политологии, права, педагогики, психиатрии, психологии. Существенная особенность конфликтологии в том, что она рассматривает конфликтные процессы и включенных в них людей в конкретных ситуациях

различного типа: от межнациональных и социальных до групповых и личностных.

Существуют две принципиальные возможности управления конфликтами. Во-первых, их предотвращение, то есть профилактика. Во-вторых, управление конфликтами и конфликтными отношениями в случае их возникновения, а также использование результатов столкновений. В настоящее время даже возникала профессия «конфликтолог», в основе которой лежит глубокое знание общей психологии и психологии труда. Профилактика конфликтных ситуаций тесно связана с соблюдением этических норм поведения.

Итак, в широком смысле психологией труда будем называть комплекс научных дисциплин о труде как культурной и социальной активности человека, выступающего в качестве его субъекта, его ключевого компонента, ее «системообразующего фактора».

В узком смысле психология труда есть комплекс научных дисциплин о труде как процессе функционирования и развития человека как субъекта труда, как отдельного индивида. Психология труда - это комплекс дисциплин о теоретико-методологических, психофизиологических и психологических основаниях труда, о психологических характеристиках конкретной профессиональной деятельности, о профессионально важных качествах отдельного индивида как субъекта труда, профессиональных кризисах и деструкциях, деформациях, заболеваниях.

## Глава 2. Инженерная психология

Инженерная психология, отрасль науки, изучающая психологические особенности труда человека при взаимодействии его с техническими средствами в процессе производственной и управленческой деятельности; результаты изысканий используются для оптимизации деятельности людей в системах «человек - машина», а также в эргономике при проектировании новых технических средств и технологий. Инженерная психология сосредоточена на проектировании, изучении и преобразовании сложных человеко-машинных систем.

Инженерная психология возникла и развивалась в условиях научно-технической революции, преобразовавшей психологическую структуру производственного труда. Важнейшими составляющими его стали процессы восприятия и переработки оперативной информации, принятия решений в условиях ограниченного времени, роста цены ошибочных действий, компьютеризации всех звеньев производства и управления. Возникновение мобильной связи, необходимость минимизации затрат всех видов ресурсов при широком использовании гибких технологий, управление на базе принципа «Джит-надежности» (способа повышения надежности функционирования системы путем резервирования энергии или информации) в настоящее время играют практически главную роль в определении психологической структуры производственного труда.

Усложнение производственных процессов и оборудования изменили функции человека в современном производстве: возросла ответственность решаемых задач; увеличился объем информации, воспринимаемой работающим, и быстродействие оборудования. Работа человека стала сложнее, возросла нагрузка на нервную систему и снизилась физическая нагрузка. В ряде случаев человек стал наименее надежным звеном системы «человек-машина». Возникла задача обеспечения надежности и безопасности работы человека на производстве.

Инженерная психология решает задачи организации системы «человек-машина» путем:

- распределения функций между человеком и машиной;
- анализа функций, выполняемых человеком в системе «человек-машина»;
- проектирования системы информации, выбора чувствительного канала;
- конструирования средств управления;
- проектирования рабочих мест;
- обеспечения удобства технического обслуживания машин;
- подбора кадров и их профессиональной подготовки.

Инженерная психология не только изучает, но и преобразует труд оператора, выполняющего функции управления сложной системой. Поэтому она теснейшим образом связана с системотехникой, технологией процессов и правоведением. Изучая труд оператора и его профессию в целом, она выходит на междисциплинарные границы и именно там обретает свою предметную определенность.

Инженерная психология как научная дисциплина активно развивается, вбирая в свой методологический и методический арсенал как достижения психологии в целом, так и ценности современного общества. Ю. К. Стрелков, один из ведущих специалистов, предлагает для теоретического анализа проблем дисциплины использовать схему «субъект – действие – объект – окружающий мир», принцип «здесь и теперь», понятия сознания и бессознательного, общения, профессиональной карьеры и др.

Каждый вид профессиональной деятельности характеризуется собственным временем: особой организацией событий, их ритмов, длительностями промежутков и моментами отсчета. Аналогично вводится понятие собственного пространства, как особая организация предметного мира. Новичку они как правило, неизвестны, но в процессе обучения, а затем многократного выполнения реальных трудовых задач особенности организации собственного пространства и времени закрепляются через их сознательный анализ и переживание, а затем сохраняются как пространственные и временные

структуры профессионального опыта специалиста. В формировании структур опыта важную роль играют эмоции, потребности, цели и смыслы. Они структурируют протекающее действие, делают его более точным, лаконичным и адекватным.

Локальные структуры профессионального опыта соответствуют циклическим действиям субъекта. Это структуры реальных предметных действий, кроме того в них содержится эмоциональная составляющая, что проявляется при отклонениях в обстоятельствах исполнения. Совместное функционирование локальных и глобальных структур опыта возможно благодаря содержащимся в них системам отсчета.

Структуры профессионального опыта, реализуемые в текущем действии, возникли и закрепились в прошлой деятельности, однако, чтобы эти понятия можно было применить для описания процессов решения сложных задач, они должны быть дополнены механизмами, направленными на будущее (планы, ожидания, установки и т.д.) и механизмами гибкого реагирования на настоящее. Как было уже сказано, на формирование профессионального опыта влияют и эмоции.

Работа инженерного психолога связана с его умением наблюдать и осмысливать происходящее, с его способностью войти в исследуемую группу и занять при этом нейтральную позицию, соблюдая и поддерживая атмосферу благожелательного отношения. Следовательно, предмет инженерной психологии неизбежно включает и труд самого психолога.

Традиционно выделяются следующие основные задачи инженерной психологии:

1. Методологические задачи: определение предмета и задач исследования; разработка новых методов исследования; разработка принципов исследования; установление инженерной психологии в системе наук о человеке.

2. Психофизиологические задачи: изучение характеристик оператора; анализ деятельности оператора; оценка характеристик выполнения отдельных действий; изучение состояний оператора.

3. Системотехнические задачи: разработка принципов построения элементов системы «человек-машина»; проектирование и оценка системы «человек-машина»; разработка принципов организации системы «человек-машина»; оценка надежности и эффективности системы «человек-машина».

4. Эксплуатационные задачи: профессиональная подготовка операторов; организация групповой деятельности операторов; разработка методов повышения работоспособности операторов.

Теоретико-методологические концепции инженерной психологии позволяют более подробно описать действия человека-оператора при решении основных задач инженерной психологии. Таких концепций четыре: основная, информационной модели, пропускной способности и последовательности действий, количественной оценки рабочего процесса и надежности. Рассмотрим эти концепции.

Главная идея *основной концепции* - общность закономерностей процессов управления в живых и неживых системах (как в кибернетике). Все основные функции управления передаются человеку-оператору. Реализация этих функций представляет собой преобразование информации, циркулирующей в данной системе. Сама информация понимается как всеобщее свойство материи, связанное с ее разнообразием. Можно выделить разные уровни информационных отношений: «натуральный» обмен информацией, речевой уровень, взаимодействие человека-оператора с техникой или с целыми техническими системами и средой.

Главная идея *концепции информационной модели*, информационного поиска и эквивалента звена системы состоит в том, что человек-оператор осуществляет свою работу «дистанционно». Это означает, что оператор все больше работает не с самим объектом, а с его информационной моделью. Информационная модель должна отражать только существенные взаимосвязи в системе управления, должна строиться на основании использования наиболее эффективного кода, должна быть наглядной. Модель должна строиться с учетом характеристик человека, особенностей, порядка и слож-

ности выполняемых операций. «Эквивалентом звена системы» в этой концепции называют комплекс, включающий человека-оператора, средства отображения информации и органы управления. Главной функцией такого комплекса является передача и переработка информации.

Главная идея *концепции пропускной способности и последовательности действий* состоит в определении качества работы по количеству обрабатываемой информации. Количественная оценка позволяет рассчитывать и более точно проектировать работу оператора. Концепция последовательных действий связана с построением модели временных затрат при выполнении конкретных действий и операций.

Главная идея *концепции количественной оценки рабочего процесса и надежности* состоит в составлении и анализе алгоритмов рабочих процессов. Важным для анализа и оценки рабочего процесса является выявление отношений между логическими условиями и исполнительными действиями, что позволяет судить об интенсивности рабочего процесса, его логической сложности и стереотипности. Выделяются критерии оценки надежности человека-оператора, например, такие, как вероятность безотказной работы; среднее время безотказной работы; среднее время между соседними отказами; частота отказов; интенсивность отказов; среднее время восстановления исправной работы; коэффициент готовности к безотказному труду и т.п. Все это рассчитывается в специальных формулах.

Методологические принципы инженерной психологии включают принцип гуманизации труда, принцип активности оператора, принцип проектирования деятельности, принцип последовательности, принцип комплексности. При рассмотрении инженерной деятельности с точки зрения психологии необходимо и важно исходить из особенностей и интересов работника и ориентироваться на творческий характер труда. Предполагается, что оператор не просто перерабатывает информацию, а именно действует. Причем предполагается, что сначала необходимо спроектировать деятельность само-

го человека, а затем и технического устройства. Работа инженерного психолога важна на всех этапах: проектирования, производства и эксплуатации системы «человек-машина» с учетом необходимости развития междисциплинарных связей с другими науками.

Рассмотрим методы, применяемые в инженерной психологии. На первом месте стоит организационный метод. В его основе лежит комплексный подход к изучению системы «человек-машина». Затем, естественно, надо рассмотреть разные эмпирические методы получения знаний об этой системе. Перечислим эти методы:

1) психофизиологические методы (исследования или испытания): исследования - раскрывают механизмы и закономерности; испытания - выявляют с помощью тестов соответствие человека и машины;

2) физиологические методы определяют затраты организма, «психофизиологическую цену» успешности в труде;

3) наблюдение и самонаблюдение;

4) эксперимент (лабораторный, производственный, «формирующий»);

5) диагностические методы (тесты, анкеты, социометрия, беседы-интервью);

6) приемы анализа продуктов деятельности (хронометрия, циклография, профессиографическое описание, оценка изделий...);

7) метод моделирования (предметное, математическое, кибернетическое, психологическое, статистическое моделирование).

Кроме того, используются различные приемы обработки данных (количественные и качественные), включающие математические методы и способы интерпретации данных.

Отметим, что моделирование представляет собой наиболее специфичный для инженерной психологии метод, определяемый самим характером работы человека-оператора, взаимодействующего не столько с реальным объектом, сколько с его информационной моделью. Модель не должна «воспроизводить» весь моделируемый объект, а лишь наиболее существенные элементы, связи и отноше-

ния, что и позволяет в более простом и доступном виде выделять и анализировать достаточно сложные объекты.

Рассмотрим три типа моделирования: психологическое, математическое и статистическое или имитационное моделирование. Психологическое моделирование представляет собой прием, позволяющий произвести замещение реальной деятельности некоторой ее модификацией, причем это может быть имитация деятельности и рабочего места оператора или воспроизведение характерных сторон деятельности без внешнего сходства. Математическое моделирование позволяет исследовать деятельность с помощью математических моделей. Статистическое или имитационное моделирование позволяет воспроизвести компьютерную имитацию деятельности оператора.

Систему «человек-машина» можно рассматривать как сложную систему, которая согласно системному анализу должна работать согласованно как комплекс взаимосвязанных и взаимодействующих элементов, предназначенных для решения единой задачи. Можно провести классификацию этой системы по степени участия человека в работе системы (насколько автоматизирована система), по целевой направленности работы этой системы (управляющая, исследовательская, обслуживающая, информационная), по характеристике действий человека (единственный оператор или целая бригада), по типу взаимодействия человека и машины (непрерывное, частичное, эпизодическое), по типу и структуре машинного компонента (отдельные инструменты и приборы, технические устройства и системы, системотехнические комплексы).

Инженерная психология тесно связана с эргономикой - научной дисциплиной, изучающей человека в условиях его деятельности, связанной с использованием машин. Цель эргономики - оптимизация условий труда в системе «человек-машина». Эргономика определяет требования человека к технике и условия ее функционирования. Эргономичность техники является наиболее обобщенным показателем свойств и других показателей техники.

Научную основу эргономики составляют анатомия, физиология и психология. Анатомия составляет теоретическую основу антропометрии и биомеханики.

Антропометрия (измерение человека) позволяет получить данные, необходимые для правильного расположения органов управления и определения размеров рабочих пространств. Важным моментом при этом является определение границ колебаний размеров.

Биомеханика - изучает приложение сил телом человека. Она дает рекомендации, как необходимо эффективно прилагать силы: усилие должно создаваться массой тела, а не мышц; наиболее полно должны использоваться мышцы, передвигающие сустав вокруг его центрального участка.

Физиология в эргономике дает закономерности процесса производства энергии организмом человека. Вырабатываемая энергия организма оценивается по потреблению кислорода. Психология вносит в эргономику теорию деятельности человека, основанную на информационной модели человека-оператора; теорию обучения и теорию организации, связанную с проектированием работы.

Учет эргономических требований должен осуществляться на всех этапах проектных решений и включает:

- Разработку профессиограммы, определяющей цели и задачи трудовой деятельности, ее психофизиологические характеристики, требования к человеку и технике.
- Анализ и уточнение назначения, принципов действия и конструкции техники, ее характеристик применительно к целям трудовой деятельности.
- Распределение функций между человеком и техникой на основе оценки качества выполнения задач человеком и машиной и общей эффективности системы.
- Установление последовательности выполняемых человеком операций и определение объема и формы представления информации.

- Ориентационную оценку требований надежности, точности и временных требований к деятельности человека.

На основании проведенных эргономических исследований определяется: состав специалистов, их функции и организация работы; состав средств отображения информации, органов управления рабочих мест и пультов управления; компоновка средств отображения информации и органов управления, размещение рабочих мест в производственных помещениях.

Эффективность труда определяется выполнением некоторых условий: а именно, санитарно-гигиенических, психофизиологических и социально-психологических условий, а также наличием эстетических элементов.

Санитарно-гигиенические условия являются основными при организации рабочего места: это и освещенность, и наличие или отсутствие вредных веществ, вибраций, шума, разного рода излучений. Очень важным является также наличие или отсутствие профессиональных инфекций, в том числе в связи с присутствием или отсутствием растений или животных в течение рабочего процесса.

Психофизиологические условия включают регуляцию физической нагрузки, рабочей позы, нервно-психической нагрузки, монотонности трудового процесса, режима труда и отдыха, травматичности.

Важную роль играют социально-психологические условия, например, характер межгрупповых отношений в коллективе, его сплоченность, а также психологическое состояние отдельного работника в связи с его семейными отношениями и бытовыми условиями.

Эстетические элементы также больше связаны с организацией рабочего места, но могут улучшить психологическое состояние работника, повышая тем самым эффективность труда. Среди этих элементов отметим гармоничность цветоцветовой композиции, звуковой среды и запахов, композиционную целостность интерьеров рабочих помещений и композиционную согласованность компонентов технологического оборудования; гармоничность рабочих поз и трудовых движений.

Рассматривая инженерную деятельность, инженерная психология рассматривает работника не только как часть системы «человек-машина», но и как уже упоминалось выше, в качестве «оператора». Причем «оператор» может исполнять множество разных функций: технолог, манипулятор, наблюдатель или контролер, исследователь, руководитель.

Отметим, что в современных условиях оператору необходимо учитывать и увеличение числа объектов, которыми надо управлять, и необходимость работать со знаковыми системами (с закодированной информацией), и увеличение скорости и сложности производственных процессов, и постоянное изменение условий труда, и повышение степени автоматизации производственных процессов.

Таким образом, основные этапы работы оператора можно описать следующим образом:

1. Прием, восприятие поступающей информации, выделение наиболее важных сигналов, построение предварительного образа ситуации.

2. Оценка и переработка информации: запоминание информации; извлечение из памяти нормативных информационных образцов; расшифровка и декодирование информации.

3. Принятие решения с выбором критерия правильного решения.

4. Реализация принятого решения в зависимости от готовности оператора быстро, на уровне автоматизма выполнять сложные действия в экстремальных условиях.

5. Проверка решения и его коррекция.

Работа оператора в реальных условиях невозможна без ошибок. Важно провести анализ ошибок оператора. Ошибка определяется как отклонение от правильной работы. Ошибочное действие уже совершено, то есть оно всегда в прошлом. Это позволяет анализировать причины (причинно-следственные связи), приведшие к уже совершенной ошибке.

В экспериментальной психологии различают следующие виды ошибок (табл. 1).

## Ошибки оператора

Наименование ошибки	Описание ошибки
Ошибки восприятия	Не успел обнаружить, не сумел различить и др.
Ошибки памяти	Забыл, не успел запомнить, не сумел сохранить, воспроизвести и др.
Ошибки мышления	Не понял, не сумел «схватить» суть, не предусмотрел, не разобрался, не сопоставил и др.
Ошибки внимания	Не сумел сосредоточиться, сбавиться, переключиться

В целом, путь к профессиональному мастерству лежит через преодоление ошибок. Опыт не может возникнуть из одного только знания правил. Если сложность профессиональных задач для работника выше уже достигнутого «потолка», то для него это может стать началом деградации. Субъект уже больше не может работать выше достигнутого уровня сложности. К сожалению, такая ситуация показывает, что на ошибках учатся не все и не всегда.

Органы управления или средства ввода информации должны отвечать определенным требованиям, например, должно учитываться: функциональное соответствие каждой подсистемы и ее блока управления; использование однотипных элементов контроля; последовательность действий, соответствующая общему алгоритму управления; важность и частота использования.

Рабочее место оператора является одним из блоков, анализ которого важен при проектировании и оптимизации системы «человек - машина». (Об организации рабочего места см. главу «Психология труда»).

Общая схема инженерно-психологического проектирования включает:

1. Анализ характеристик объекта управления; определение целей и задач системы «человек - машина».

2. Распределение функций между человеком и техникой; определение критерия эффективности системы «человек - машина»; определение ограничивающих условий.

3. Выбор структуры группы; определение числа рабочих мест; определение задач на каждом рабочем месте; организация связи между операторами и распределение функций между ними.

4. Проектирование деятельности конкретного оператора.

5. Проектирование технических средств деятельности операторов, синтез информационных моделей; конструирование органов управления и общая компоновка рабочего места.

6. Оценка системы «человек - машина», то есть оценка рабочего места, условий деятельности оператора и оценка характеристик его деятельности; оценка эффективности системы «человек - машина» в целом.

Профессиональный отбор для выполнения данной конкретной работы предполагает участие психологов, которые, в свою очередь, должны определить профессиональные и личные качества кандидатов, то есть составить профессиограммы для последующего анализа кандидатов на данную работу, определить численность рабочей группы, организационную структуру группы.

Сначала основное внимание уделяется индивидуально-психологическим особенностям претендентов (через тестирование, наблюдение и собеседование), затем с помощью специально организованных процедур (или в естественной обстановке) выявляются спонтанные контакты внутри группы.

Особое место отводится изучению поведения группы в экстремальных условиях, нередко специально созданных. На заключительных этапах отбора проводится интегративная оценка группы (насколько она состоялась как работоспособный коллектив), далее продолжается формирование группы уже в процессе группового обучения.

Одной из важных психологических задач современности становится изменение мышления инженеров при использовании компьютерных технологий. В главе «Особенности инженерного труда» были проанализированы некоторые инженерные программные продукты. С точки зрения психологов необходимо выделить форму взаимодействия между двумя работающими подсистемами – человеком и компьютером. Рассмотрим некоторые подходы к рассмотрению этой проблемы.

*Инженерный подход* (восходит к Ф. Тейлору - 1911 г.): детальный анализ поведения работника и объединение его элементарных действий в «однородную группу структурированных по определенному признаку задач».

*Социотехнический подход*: максимальное разделение труда в организации и определение функций и структурных особенностей его основных составляющих.

*Поведенческий подход*: персонализированная всесторонняя оценка труда, что может использоваться и при получении исходных данных для пересмотра задач, т.е. для разработки новых заданий.

*Системный эргономический подход*: специфические нормы и рекомендации, связанные с физическими параметрами интерфейса «человек – компьютер».

*Разработка действующих систем*: решение когнитивных задач (интерпретация, анализ, решение подпроблем и др.), оптимальное распределение функций между человеком-оператором и компьютером, получение целостной оптимально действующей системы.

Очень важными характеристиками, которые необходимо учитывать при «разработке действующих систем», являются такие характеристики системы как эффективность, результативность, скорость, качество, надежность. Эти характеристики определяют функциональный критерий работы рассматриваемой системы. Другими не менее важными характеристиками системы являются безопасность, сохранение здоровья, удобство эксплуатации. Эти характеристики играют роль ограничительного критерия для разработки действующей системы. Отсутствие скуки, бессмысленности, стресс-



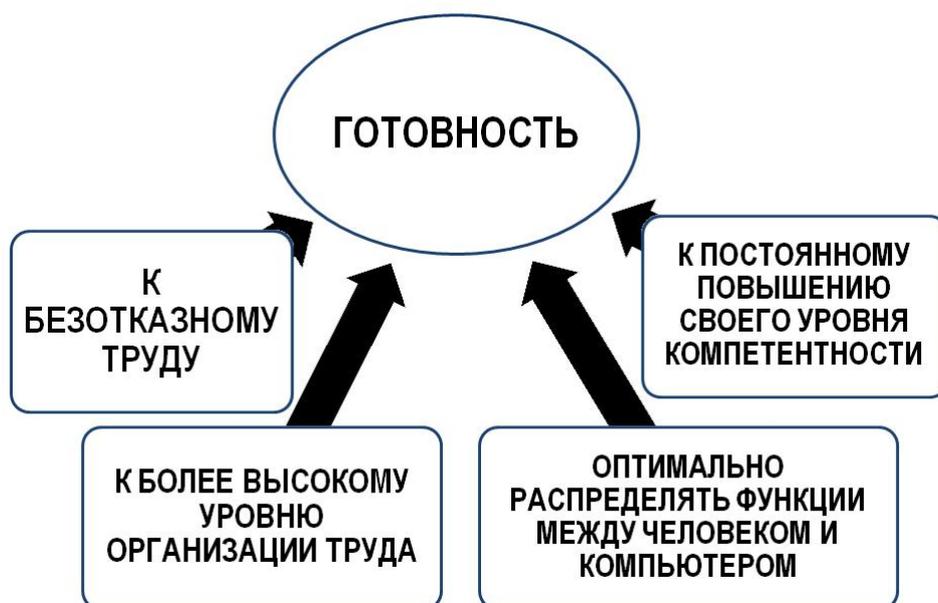


Рис. 1. Требования к пользователям компьютерных систем

Регулятивные процессы, рассматриваемые с психофизиологической точки зрения, протекают на разных уровнях: сенсомоторная регуляция (основана на навыках, то есть бессознательная регуляция); перцептивно-концептуальная регуляция, основанная на определенных правилах; интеллектуальная регуляция, основанная на знаниях и происходящая осознанно, целенаправленно, с использованием обратной связи.

В процессе своего труда за счет его оптимизации человек самообучается. Регуляция действий зависит от функционального состояния человека. При чрезмерной нагрузке возникает перенапряжение, а при недостаточной нагрузке наблюдается атрофия интеллектуальных способностей. Каждый человек располагает широким спектром поведенческих реакций и знаний. Все это ведет к значительным индивидуальным различиям. Включенность и выполнение определенных видов деятельности имеет ряд последствий для работающей личности.

Учитывая необходимость организации своего труда, а также участвуя в организации деятельности подразделения или всего производства, инженеру понадобится организационная психология.

Организационная психология является прикладной отраслью психологии, изучающей основные аспекты деятельности и поведения людей в организациях с целью повышения организационной эффективности и создания благоприятных условий для труда, индивидуального развития и психического здоровья членов организации. Предметом исследования организационной психологии являются разнообразные психические феномены и поведение людей в организациях, а также факторы, их детерминирующие. Проблема эффективности работы предприятия в организационной психологии рассматривается на разных уровнях: предприятия в целом, рабочей группы и отдельного индивида.

Итак, в организационно-психологических исследованиях рассматриваются взаимосвязанные положения. Ясно, что поведение отдельных работников зависит не только от их индивидуальных особенностей, но и от внешней среды, особенностей самой организации и функционирующих в ней групп. Эффективность организации (во всех смыслах: и как система, и как метод, и как состояние) определяется деятельностью ее персонала. Очевидно, что научный подход способствует более успешному решению проблем организации, возникающих вследствие ее развития и развития общества. Необходимо учитывать, что сущность организации и субъекта деятельности исторически изменчивы, как и представления о них ученых и практиков.

Необходимо назвать еще одну область психологии – экологическую психологию. Основной причиной возникновения экологической психологии явилось резкое обострение социальных проблем, возникших в обществе с интенсификацией научно-технического прогресса. Предметом экологической психологии являются исследования своеобразия экологического сознания и экологических представлений, выработка психологически обоснованных направлений решения экологических, этических, экономических проблем взаимодействия человека с природой и социальной средой.

Проблема формирования экологического сознания особенно остро возникла в XX столетии, когда человечество стало осознавать

пагубные последствия своей деятельности, которые привели к экологическому кризису. В процессе подготовки специалистов разного профиля образ профессии и характер будущей деятельности актуализируют формирование экологического сознания. Экологическая психология непосредственно связана с инженерной психологией и психологией труда в силу важности изучения последствий производственной деятельности человека и необходимости прогнозирования возможных последствий от внедрения и эксплуатации новых технических устройств и систем.

Отдельной частью экологической психологии может быть представлена достаточно самостоятельная отрасль – психология среды, в рамках которой изучается взаимоотношение «между человеком и пространственно-предметной средой его повседневного окружения». Под пространственно-предметной средой понимается среда, элементами которой являются материальные, созданные человеком объекты, предметы, расположенные определенным образом в физическом пространстве. Эколого-психологическая проблематика проявляется, прежде всего, в процессе деятельности конкретного человека (профессионала) на своем рабочем месте. Это область пересечения экологического направления с предметной областью психологии труда и инженерной психологии.

Экологическая психология ориентирована на исследование поведения человека в реальных условиях, в реальном мире и в этом смысле, являясь междисциплинарной наукой, становится частью инженерной психологии. Подготовка инженеров должна, таким образом, включать элементы экологической психологии, знакомить будущих инженеров с рассмотрением механизмов формирования экологических представлений, их роли в регуляции деятельности, связанной с отдельными природными объектами, природой в целом и теми искусственными объектами, которые функционируют внутри природных объектов или наряду с ними.

Рассмотрим еще один аспект деятельности инженера, который связан с этическими проблемами.

Этика (греч. *ethika*, от *ethos* — обычай, нрав, характер) — философская дисциплина, изучающая мораль, нравственность, а также учение о морали, ее развитии, принципах, нормах и роли в обществе. Этика может быть определена и как совокупность норм поведения, мораль какой-либо общественной группы, профессии.

Этические проблемы могут возникать на разных уровнях инженерной деятельности. Это может быть уровень конкретной инженерной деятельности, связанной с непосредственным выполнением служебных обязанностей инженером; уровень организации, внутри которой возникают соответствующие этические проблемы; общеинженерный уровень, охватывающий коллективную суть профессии (профессиональные союзы, ассоциации, общества и т.п.); общесоциальный уровень, включающий всю совокупность социотехнических проблем, связанных с существованием и развитием данного общества.

Общим основанием главных принципов инженерной этики являются поддержка и развитие инженерами чистоты, чести и достоинства инженерной профессии. Для этого инженеры обязаны использовать свои знания, умения и навыки для роста благосостояния человека; честно и беспристрастно служить обществу, работодателям и заказчикам; соблюдать компетентность и престиж профессии инженера; поддерживать дисциплинарные нормы профессиональных и технических обществ.

На рис. 2 показаны основные каноны инженерной этики.

Как уже было рассмотрено выше, с точки зрения психологии труда и инженерной психологии, важным и функционально необходимым является знание конфликтологии и умение предотвращать ситуации, ведущие к возникновению разного рода конфликтов. Приведем некоторые типовые конфликтные ситуации, которые могут возникнуть и потребовать разрешения в начале трудовой деятельности молодого инженера.



Рис. 2. Основные каноны инженерной этики.

### Ситуация «Парадокс»

Формула любого изобретения составлена таким образом, что в ней рассматривается исключительно положительный аспект. Однако каждое изобретение базируется по своей внутренней сущности на разрешении (снятии) технического или социального противоречия в его диалектическом толковании и развитии. Поэтому в каждой новации неизбежно присутствуют и затем всегда проявляются отрицательные последствия. Особенно это касается экологических проблем. Такие ситуации наблюдаются во всех типовых технических нововведениях: увеличение мощности двигателя приводит к повышенному загрязнению среды; увеличение скорости полета — к появлению озоновых дыр; увеличение грузоподъемности — к разрушению дорог и почвы и т.д.

Как быть инженеру? Где границы этичного и неэтичного, нравственного и безнравственного технического решения?

### Ситуация «Добро и зло»

Речь идет о военных изобретениях. Инженер понимает, что изобретение направлено на уничтожение промышленных объектов,



природных ресурсов, технических средств, живой силы противника. Инженер, как исполнитель и руководитель работ, профессионально подготовлен к такого рода деятельности. Однако он живет в реальном мире и понимает, что посвящать свою жизнь уничтожению других жизней — явное зло.

Как быть инженеру в период обучения? в период проектирования военной техники? в период организации работ и управления другими людьми?

### **Ситуация «Внутренний конфликт»**

У фирмы есть крупный заказ, например, на изготовление автоматической линии. Однако отдельные агрегаты и узлы недостаточно отработаны и требуют усовершенствования. Альтернатива такова: или длительный, но надежный путь отладки отдельных агрегатов, или относительно быстрое изготовление всей линии сразу, за которую уже сейчас заказчик платит большие деньги, что благотворно сказывается на материальном положении самого инженера.

Что делать? Спорить с начальством, престиж которого зависит от сроков выполнения заказа? Дать информацию заказчику, не ставя в известность руководство своей фирмы? Молчать?

### **Ситуация «Сиюминутный результат»**

Извечный спор о качестве, количестве и стоимости. Есть два основных варианта выполнения любого заказа. Первый — проектировать и изготавливать действительно прочные, надежные и долговечные вещи. Второй — имитировать прочность, надежность и долговечность за счет использования внешне похожих материалов и конструктивных решений (цвет, форма, масса, скорость и т.д.). При этом основное внимание уделяется не самому изделию, а рекламе и упаковке. Таким путем пошли многие фирмы так называемых развивающихся стран: вариант «желтой сборки» персональных компьютеров, игрушки из Китая и т.п.

Что должен делать инженер, работающий в фирме, по второму варианту? Не думать о последствиях? Бороться за повышение качества? Уволиться с работы?

### **Ситуация «Отечественный приоритет»**

Российская фирма предлагает организации (возможно, правительственной) собственное изобретение для использования в производстве продукции. Изобретение эффективно и дешево. Но организация собирается вести переговоры о закупке аналогичных средств в одной из западных стран, для чего ее представители в ближайшее время собираются ехать в эту страну. Инженеру, который должен оценить предложение, напоминают о приоритетности развития связей с этой страной и о заинтересованности руководителей в поездке.

Как вести себя инженеру, если эффективность отечественного изобретения для него очевидна?

### **Ситуация «Служебное изобретение»**

Инженер работает над изобретением в служебное время, используя служебное оборудование. Когда он близок к завершению работы, он покидает компанию и продает продукт как собственное изобретение. Возможно, инженер получал очень низкое жалование и притом нерегулярно.

Как оценить поведение инженера со точки зрения этики?

### **Ситуация «Коммерческая тайна»**

Инженер имеет информацию, являющуюся коммерческой тайной его компании. Другая компания обращается к инженеру с предложением нанять его на работу и платить большое жалование, поскольку данная компания заинтересована в этой информации.

Как поступить инженеру?

## **Ситуация «Безопасность»**

Инженер озабочен безопасностью проекта. События могут развиваться следующим образом. Инженер докладывает о своих опасениях начальнику, но босс не хочет принимать какие-либо меры и советует инженеру сохранять спокойствие. Инженер должен решить, «включать ли сирену», т.е. обращаться ли к властям, в прессу и т.д. При этом работодатель может очень хорошо относиться к инженеру.

Инженер должен принять трудное решение относительно степени риска, связанного с проектируемой им техникой. Как решается вопрос о допустимой степени риска?

Как совместить лояльное отношение к работодателю с защитой интересов общества? Когда следует инженеру включать сирену?

## **Ситуация «Молодой инженер»**

Обстоятельства таковы, что выбирать приходится между традиционным и свежим решением, сулящим увеличение эффективности и сокращение издержек. Выбор, однако, должен основываться лишь на предварительном тестировании. Начальник молодого инженера неожиданно информирует группу коллег, что рекомендации необходимо обосновать в течение двух дней. В инженерной школе молодому сотруднику довелось исследовать новый катализатор, однако сейчас в условиях производства времени на доскональные исследования нет. Тем не менее катализатор многообещающий. Инженерная группа соглашается с начальником и рекомендует старый проверенный катализатор. Начальник инструктирует молодого сотрудника, как следует написать отчет с высокой оценкой старого катализатора и рекомендацией к его применению. В отчете не должно быть ни слова о новой альтернативе.

Как должен поступить молодой инженер?

### Глава 3. Особенности инженерного труда

Традиционно основным смыслом инженерной деятельности считается создание различных технических объектов и систем. Вузовская подготовка обеспечивает будущего инженера знанием необходимых дисциплин и исходными умениями проектирования, конструирования, расчетов будущих устройств, составления технологических процессов.

Становление инженера происходит на практике, на производстве, но прежняя схема подготовки специалистов-инженеров не позволяла получить достаточный опыт работы в инженерной области. Именно этот недостаток предполагается устранить благодаря новым тенденциям в подготовке инженера, в частности, благодаря введению новых ФГОС ВПО.

В качестве примера приведем некоторые положения ФГОС ВПО по направлению подготовки 190110 «Транспортные средства специального назначения». Специалист (срок обучения 5.5 лет) должен решать профессиональные задачи в соответствии с видами профессиональной деятельности: научно-исследовательской, проектно-конструкторской, производственно-технологической и организационно-управленческой.

Научно-исследовательская работа является обязательным разделом основных образовательных программ (ООП) подготовки специалиста. Она направлена на комплексное формирование общекультурных и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВПО. При разработке программы научно-исследовательской работы высшее учебное заведение должно предоставить возможность:

- изучать специальную литературу и другую научно-техническую информацию о достижениях отечественной и зарубежной науки и техники в соответствующей области знаний;
- участвовать в проведении научных исследований или выполнении технических разработок;

- осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации по теме (заданию);
- принимать участие в стендовых и промышленных испытаниях опытных образцов (партий) проектируемых изделий;
- составлять отчеты (разделы отчета) по теме или ее разделу (этапу, заданию);
- выступить с докладом на конференции.

В процессе выполнения научно-исследовательской работы и оценки ее результатов должно проводиться широкое обсуждение в учебных структурах вуза с привлечением работодателей, позволяющее оценить уровень компетенций, сформированных у обучающегося. Необходимо также дать оценку компетенций, связанных с формированием профессионального мировоззрения и определения уровня культуры.

Подготовка специалиста должна включать лабораторные и практические занятия, которые предусматривают цели формирования у обучающихся умений и навыков в соответствии со специализацией. Учебная и производственная практики, научно-исследовательская работа являются обязательными и представляют собой вид учебных занятий, непосредственно ориентированных на профессионально-практическую подготовку обучающихся. Практики проводятся в сторонних организациях или на кафедрах и в лабораториях вуза (учебная практика), обладающих необходимым кадровым и научно-техническим потенциалом.

В процессе обучения и, в дальнейшем, в процессе работы инженером, особенно в начале карьеры, студент или молодой инженер может и должен выбрать для себя основное направление инженерной деятельности. Подготовка к любому виду инженерной деятельности предполагает знакомство с определенными дисциплинами как фундаментальными, так и прикладными. Однако каждое выбранное направление инженерной деятельности требует от работника специфических компетенций. Рассмотрим виды инженерной деятельности подробнее.

Перечень видов инженерной деятельности включает: изобретательство, конструирование, проектирование, инженерное исследование, технологию и организацию производства, эксплуатацию и оценку техники, ликвидацию устаревшей или вышедшей из строя техники и организацию инженерной деятельности в целом. В настоящее время ко всем этим видам инженерной деятельности следует прибавить знание и уверенное использование информационных технологий, различных инженерных компьютерных разработок. При осуществлении любого из вышеперечисленных видов инженерной деятельности инженер обязан представлять, каковы могут быть социальные и экологические последствия реализации каждого из них.

Кроме того, инженер должен разбираться в вопросах, связанных с экономическими показателями производства. Ему следует знать, что такое:

- себестоимость производимого изделия, которая состоит из стоимости работ и материалов, из энергетических затрат, амортизации зданий и оборудования, зарплаты, накладных расходов и т.п.;
- маркетинг данного изделия и как его провести;
- реклама данного изделия и как сделать ее эффективной.

Особо надо отметить такую область инженерной деятельности как «инновации». Под этим термином понимается возможность появления какого-то нового технического объекта, который можно выгодно продать. Эта область тесно связана с маркетингом, и знания про конкретный технический объект и его свойства во время эксплуатации позволяют создать такую рекламную «легенду», которая приведет к коммерческому успеху. В последнее время стала важной и значимой работа по снижению проектно-производственных факторов издержек производства (брак, аварии, загрязнение окружающей среды). За рубежом инженера ценят за обеспечение связей производства с рынком, то есть за те знания, о которых уже шла речь выше: экономика, маркетинг, психология, социология. Отсюда, способы уменьшения издержек производства (элиминации факторов расплаты) оказываются одной из важных составляющих подготовки инже-

нера XXI века. В связи с этим возрастает роль коммуникативных способностей инженера, то есть его владения коммуникативной компетенцией.

В процессе своей деятельности инженер:

- взаимодействует с заказчиком с целью получения возможно более полной информации о предлагаемой задаче;
- контактирует с потенциальными пользователями будущего изделия с целью выяснения общественного мнения о текущей потребности общества и о ее возможных трансформациях в будущем;
- передает коллегам техническую документацию с целью разработки необходимых элементов и подсистем будущего технического изделия;
- передаёт рабочим техническую документацию на изготовление деталей и дальнейшую сборку изделия;
- ведёт авторский надзор изготовления;
- передаёт заказчику (а по необходимости и потенциальному потребителю) эксплуатационную документацию.

Становление инженерной деятельности, реальности и научно-инженерной картины мира не было бы столь успешным, если бы инженерная деятельность не оказалась эффективной. Эффективность инженерной деятельности проявилась при создании как отдельных инженерных изделий, так и более сложных технических систем. Яркими примерами эффективности инженерной деятельности являются метательные машины и корабли Архимеда, часы Гюйгенса, установка для измерения ускорения свободного падения, предложенная Галилеем. Сегодня инженерное дело стало повседневной практикой, хотя по-прежнему имена выдающихся инженеров связаны с удивительными достижениями: создаются здания, самолеты, автомобили и бесконечное количество других необходимых человеку вещей.

Можно бесконечно перечислять имена выдающихся инженеров. Назовем произвольно некоторые из них: Н. П. Петров, основоположник гидродинамической теории трения, В.Г. Шухов, создатель

знаменитой «Шуховской башни», Киевского вокзала в Москве, первого в России нефтепровода, Джордж Стефенсон английский изобретатель паровоза «Ракета», С. П. Сыромятников, разработчик учения о тепловом процессе паровозного котла, позволившего проектировать паровозы, используя инженерные расчеты.

Первые проекты электрификации железных дорог были разработаны в самом начале XX века выдающимся инженером, академиком Г.О. Графтио. Назовем также Б.С. Якоби, автора первого электродвигателя постоянного тока, М.О. Доливо-Добровольского создателя первого в мире 3-фазного асинхронного электродвигателя, Н. Тесла, патенты и теоретические работы которого сформировали базис для современных устройств, работающих на переменном токе, многофазных систем и электродвигателя.

В настоящее время невозможно представить жизнь без полупроводниковых электронных систем. Первыми авторами изобретений в этой области являются американские физики, лауреаты Нобелевской премии 1956 года Джон Бардин, Уильям Шокли и Уолтер Браттейн.

В автомобильном деле одним из выдающихся инженеров и дизайнеров являлся Э. Бугатти, а начинали автомобильную промышленность работы инженеров Альфонса Беу де Рохаса, Зигфрида Маркуса, Джорджа Брайтона, Эжена Ленуара, Николаса Отто, Готлиба Даймлера, Карла Бенца, Рудольфа Дизеля и многих других.

Авиапромышленность и космос развивали многие инженеры: А.Н. Туполев, С.В.Ильюшин, О.К.Антонов, а также Ф.М. Муравченко, создатель авиационных двигателей. Космические аппараты создавали выдающиеся инженеры и конструкторы ракетно-космической техники: С.П. Королев, М.К. Тихонравов, В.П.Глушко, Ю. Семенов, который был главным конструктором корабля «Буран». Назовем также некоторых американских инженеров – конструкторов космических аппаратов: В. фон Браун, Григори Токати, один из создателей МКС и сверхзвукового самолета «Конкорд», Джон Хуболт, один из специалистов проекта «Аполлон».

Невозможно перечислить всех. И паровоз (электровоз), и самолет, и электрическая лампочка есть сложная техническая система, но, например, еще сложнее компьютеры, АЭС, ускорители или космические комплексы. Во всех этих случаях инженерный подход к решению проблем демонстрирует свою эффективность.

Рассмотрим некоторые виды инженерной деятельности подробнее.

### ***Изобретательство***

На основании научных знаний и технических достижений заново создаются новые принципы действия, способы реализации или конструкции инженерных устройств или их компонентов. Изобретательство стимулируется необходимостью усовершенствования технических объектов (ТО) или создания принципиально новых технических систем (ТС). Изобретательство основано на изменении прототипа рассматриваемого технического устройства. Предполагаемое изменение ТО должно лучшим образом удовлетворять потребностям потребителя. После внесенных изменений работа технического объекта становится более эффективной либо за счет увеличения коэффициента полезного действия, либо за счет более простого способа использования. Увеличение эффективности с точки зрения экономических показателей может быть достигнуто при изменении соотношения цена/качество. Внесенные изменения могут также изменить эстетическое восприятие ТО, что приведет к новым экономическим показателям. Можно сказать, что изобретательство представляет собой воплощение гениальной идеи в опытном образце.

Изобретательство, в первую очередь, требует предметно-когнитивной компетенции инженера, то есть требует глубоких профессиональных знаний, прежде всего, в своей предметной области. Кроме того, это означает требование непрерывного совершенствования профессиональных знаний не только из своей предметной области, но и из смежных предметных областей. Для изобретателя необходимо обладать оценочно-аналитической компетенцией, кото-

рая позволяет адекватно выделить проблемную задачу. Решение этой задачи может составить суть изобретения. Умение работать с информацией (поиск, выделение, анализ) дает возможность изобретателю найти необходимый прототип, иначе говоря, требует поисковой компетенции изобретателя. Большую помощь в поиске прототипа и другой смежной информации должно оказать владение профессиональным, родным и иностранными языками - владение коммуникативной компетенцией. Изобретателю надо владеть информационными и компьютерными компетенциями, которые позволяют работать с различными источниками информации, использовать Интернет, организовывать, преобразовывать, сохранять найденную информацию. Коммуникативная компетенция означает, что изобретатель может грамотно и точно изложить суть своего изобретения на родном языке, используя при этом в случае необходимости профессиональные термины или символические знаки (графическое изображение, математические формулы).

К изобретательству относится также процедура выявления скрытых в функционирующей технической системе изобретений. Исходной информацией является либо соответствующая техническая документация, либо сформулированная в виде противоречия потребность (необходимо то-то, а нельзя потому-то).

Алгоритмом изобретения можно считать пошаговую процедуру уточнения изобретательской ситуации с учетом формы «надо» и «нельзя». В процессе работы по этой процедуре происходит выявление технического, а затем физического противоречия и разрешение последнего. Разумеется, важным фактором успеха изобретательства является использование возможностей АРИЗ (алгоритма решения изобретательских задач), ТРИЗ (теории решения изобретательских задач) и межотраслевого фонда эвристических приемов.

Сложности в изготовлении, конструировании и техническом обслуживании, а также необходимость создания технических систем, все или некоторые компоненты которых принципиально отличны от существующих, стимулируют производство особого продукта - патентов, авторских свидетельств, изобретений и т.д. Последние име-

ют, как правило, широкую сферу применения, выходящую за пределы единичного акта инженерной деятельности, и используются в качестве исходного материала при конструировании и изготовлении технических систем.

Лишь на первых этапах становления инженерной деятельности изобретательство опирается на эмпирический уровень знания. В условиях же развитой технической науки всякое изобретение основывается на тщательных инженерных исследованиях и сопровождается ими.

### ***Конструирование***

С развитием массового производства для того, чтобы изобретение попало в промышленность, возникает необходимость его специальной проектно-конструкторской подготовки. Конструирование представляет собой разработку конструкции технической системы, которая состоит из определенным образом связанных стандартных элементов, выпускаемых промышленностью или изобретенных заново, и является общей для целого класса изделий производства. Исходным материалом деятельности изготовления являются материальные ресурсы, из которых создается изделие.

Результатом конструирования является готовая конструкция – технический объект (ТО). Конструктор рассчитывает конкретные конструктивно-технические характеристики создаваемого устройства, технологические приемы технологии изготовления.

Для успеха конструирования особенно важной является предметно-когнитивная компетенция инженера: ему надо не только хорошо представлять весь ряд подобных конструкций, но «держать руку на пульсе», то есть знать, что делается нового в данной области. Конструкторская компетенция, то есть готовность, возможность и способность превращения в реальное изделие того, что придумал изобретатель и передал конструктору в виде проекта. Конструктор должен обладать прогностической компетенцией, то есть должен обладать способностью предвидеть, как будет выглядеть и функ-

ционировать изделие в готовом виде. Прогностическая компетенция позволяет представить, что изменится в окружающей среде в связи с началом эксплуатации данного изделия. К прогностической компетенции непосредственно примыкает экологическая компетенция, которая позволяет создавать экологически безопасные конструкции. Коммуникативная компетенция также важна для конструктора, так как подробный план сборки готового технического устройства излагается в чертежах и описаниях и является «посредником» между инженером-конструктором и рабочим, а также инженером-технологом, который руководит сборкой деталей. Все описания, а также устные объяснения должны быть понятны и точны, что очень важно для общего успеха изготовления заданного технического объекта.

Особым видом инженерной деятельности становится конструирование инженерного программного обеспечения. Современный инженер уже не стоит сутками у кульмана. Он может организовать свою работу с использованием инженерной мета-технологии: компьютерного проектирования и компьютерного математического моделирования, инженерных расчетных пакетов (САПР (CAD) - система автоматизированного проектирования). Использование САПР позволяет повысить эффективность труда инженеров, включая:

- сокращение трудоемкости проектирования и планирования;
- сокращение сроков проектирования;
- уменьшение себестоимости проектирования и изготовления, уменьшение затрат на эксплуатацию;
- повышение качества и технико-экономического уровня результатов проектирования;
- сокращение затрат на натурное моделирование и испытания.

Достижение этих целей обеспечивается путем:

- автоматизации оформления документации;
- информационной поддержки и автоматизации процесса принятия решений;
- использования технологий параллельного проектирования;
- унификации проектных решений и процессов проектирования;

- повторного использования проектных решений, данных и наработок;
- стратегического проектирования;
- замены натуральных испытаний и макетирования математическим моделированием;
- повышения качества управления проектированием;
- применения методов вариантного проектирования и оптимизации.

Назовем некоторые часто используемые программные продукты: SolidWorks (САПР в трёх измерениях, работает под управлением Microsoft Windows), Autodesk Inventor (3D САПР для создания и изучения поведения цифровых прототипов изделий и деталей в машиностроении), Catia (наиболее известный пример реализации – самолеты компании Boeing), NX (обеспечивает выполнение полного набора инженерных расчетов, включая расчет напряженно-деформированного состояния, собственных частот и форм колебаний, анализ устойчивости, решение задач теплопередачи, исследование установившихся и неустойчивых процессов, нелинейных статических процессов, нелинейных динамических переходных процессов, анализ частотных характеристик, отклика на динамические и случайные воздействия) и др.

Примером удачного конструирования нового программного инженерного продукта следует назвать FLEX CAD 7.0 — российская САПР нового поколения на ядре Parasolid (ядро для сложного 3D-моделирования).

Термин конструирование программного обеспечения описывает детальное создание рабочей программной системы посредством комбинации кодирования, верификации (проверки), модульного тестирования, интеграционного тестирования и отладки.

Данная область знаний связана с другими областями. Наиболее сильная связь существует с проектированием и тестированием (для традиционной инженерной деятельности принят термин «инженерные исследования»). Конструирование отталкивается от результатов проектирования, а тестирование (в любой своей форме) пред-

полагает работу с результатами конструирования. Достаточно сложно определить границы между проектированием, конструированием и тестированием, так как все они связаны в единый комплекс процессов жизненного цикла.

В процессе конструирования обычно создается большая часть активов программного проекта - конфигурационных элементов. Соответственно в реальных проектах деятельность по конструированию неразрывно связана с «конфигурационным управлением» и с использованием инструментов и методов программной инженерии. В результате тестирования выявляется качество создаваемого программного обеспечения. Конструирование программного обеспечения инженерной деятельности связано со всеми видами этой деятельности, начиная от отдельных этапов жизненного цикла технического объекта или технической системы и вплоть до управления большими инженерными проектами (например, создание наукоградов типа «Сколково»).

Отметим, что трансдисциплинарность современных видов инженерной деятельности особенно ярко заметна, когда мы говорим о конструировании инженерных программных продуктов. В этом случае необходимы знания не только программирования как такового, но и важны знания отдельного направления инженерной деятельности: очевидно, что кроме общих подходов существуют различия при рассмотрении, например, задач, решаемых при строительстве мостов и при конструировании грузовых автомобилей.

Вышеназванные и другие программные продукты объединяют разные отрасли промышленности и не только. Их использование позволяет работать над одной проблемой специалистов в разных местах Земли, благо интернет позволяет соединиться с напарником за считанные секунды.

### ***Технология и организация производства***

На первых порах развития инженерного дела технология была лишь одним из аспектов изготовления технических изделий и соору-

жений. С развитием технологии происходит кардинальное изменение механизмов и условий прогресса техники и технических знаний. Технология в промышленно развитых странах постепенно становится той технической суперсистемой (техносферой), которая определяет развитие и формирование всех прочих технических систем и изделий, а также технических знаний и наук.

Функции инженера в процессе изготовления конкретного технического объекта или системы заключаются в организации производства данного класса изделий (например, организация оптической, радиотехнической и электротехнической промышленности, строительство железных дорог, массового производства электроизмерительных приборов и т.д.). Одним из важных моментов такой организации является разработка технологии изготовления определенной конструкции технической системы.

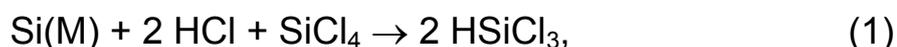
Инженер-технолог руководит сборкой технического объекта. Для него важны предметно-когнитивные компетенции, так как он должен обладать необходимыми профессиональными знаниями для прочтения технических документов (чертежей, графиков, описаний), для определения очередности соединения деталей, для определения необходимых тестов по мере изготовления данного технического объекта, а также для заключительных тестов перед сдачей ТО в эксплуатацию. Исходным материалом технолога являются материальные ресурсы, из которых изготавливают ТО. Аналитические компетенции инженера-технолога позволяют варьировать материальные ресурсы в случае необходимости, то есть позволяют определить возможные замены материалов или деталей по мере необходимости без потери заданных параметров изготавливаемого ТО. Конечным продуктом работы инженера-технолога становится готовый технический объект и руководство к его эксплуатации. Коммуникативные компетенции инженера-технолога необходимы для ясного, однозначного и понятного изложения такого руководства.

Инженер-технолог составляет последовательность действий при изготовлении того или иного ТО. Причем это не обязательно означает последовательность соединения отдельных элементов бу-

дущего ТО. Одним из вариантов работы инженера-технолога является составление последовательности физических, химических или других воздействий на материал, из которого рождается искомый ТО или его часть.

В современном мире национальная безопасность и независимость государств неотделимы от уровня их технологического развития. Роль и значение каждой страны в мировой экономике находятся в прямой зависимости от того, насколько она владеет высокими технологиями. Технологический прогресс изменяет не только масштабы и структуру производства, но изменяет также взаимоотношения людей между собой и с окружающим миром. Соответственно возрастает роль инженера-технолога, который путем применения новых экологически безопасных и эффективных технологий создает необходимые для удовлетворения потребностей общества продукты. Глобально необходимо принимать во внимание и рост народонаселения, и исчерпание природных ресурсов, и экологические катастрофы, и другие изменения в жизни людей.

В качестве примера приведем получение поликристаллического кремния – сырья для получения кремния монокристаллического – основного материала современной электроники. Основным химическим реагентом, используемым в технологии получения поликремния, является трихлорсилан ( $\text{SiHCl}_3$ ), который синтезируется в результате реакции между тетрахлоридом кремния ( $\text{SiCl}_4$ ) и хлоридом водорода ( $\text{HCl}$ ) с использованием металлургического (технического) кремния  $\text{Si(M)}$  – реакция (1). Синтезированный трихлорсилан ( $\text{SiHCl}_3$ ) поступает в реактор-восстановитель, где восстанавливается водородом до поликристаллического кремния  $\text{Si(П)}$  – реакция (2).



Смесь  $\text{SiCl}_4$  и  $\text{HCl}$  расходуется не полностью. Первоначально технологическая последовательность действий на этом заканчивалась. В результате избыток тетрахлорида кремния  $\text{SiCl}_4$  приходилось перевозить и использовать на других предприятиях. Перевозка даже в специализированных контейнерах небезопасна, так как тет-

рахлаорид кремния ( $\text{SiCl}_4$ ) взрывоопасен при встряхивании. Хлорид водорода ( $\text{HCl}$ ) – соляную кислоту - гасили содой и выливали в окружающую среду. Этот неэкологический технологический путь получения поликремния просуществовал некоторое время. Инженеры-технологи, в конце концов, придумали замкнутый цикл использования всех продуктов, участвующих в получении поликремния. Один из вариантов – использование излишков  $\text{SiCl}_4$  и  $\text{HCl}$  повторно в цикле получения новой порции трихлорсилана без изменения производственных мощностей, а только благодаря новой последовательности действий (российский вариант). Другой вариант – организация производства по превращению тетрахлорида и хлорида водорода в кремнийорганические изделия (завод в Германии).

Организация производства относится к управленческой функции инженера. Снова на первом месте предметно-когнитивные компетенции. Только на основании глубоких предметных знаний можно осуществить выбор необходимого оборудования, его размещение по наиболее удобному маршруту последующего использования, энергетические потребности работы данного производства, представление о том, какие другие параметры надо принять во внимание при организации изготовления данного технического объекта. Разумеется, и аналитические, и прогностические, и проективные, и коммуникативные компетенции нужны инженеру для организации производства. Разработка новых технологий изготовления какого-либо изделия требует фундаментальной подготовки по всем основополагающим дисциплинам естественнонаучного блока: по физике, химии, материаловедению, теоретической механике и т.п.

При разработке какого-либо принципиально нового технического объекта необходимо произвести предварительные и параллельные научные исследования.

### ***Эксплуатация, оценка функционирования и ликвидация***

Эксплуатация технического объекта включает и операторскую деятельность, и техническое обслуживание. Следовательно, пред-

метно-когнитивные компетенции (профессиональные знания) определяют пригодность инженера для данного вида деятельности. Важно владеть оценочно-аналитическими компетенциями, позволяющими оценить функции эксплуатируемой технической системы для последующего усовершенствования и разработки новых систем. Приведем пример действий по эксплуатации ТС. Составляются перспективный и годовой планы и расшифровываются действия в течение работы с соответствующими ТС.

Перспективный план эксплуатации и ремонта техники разрабатывается на 5—10 лет с целью обеспечения ступенчатого, последовательного выхода в плановые ремонты и своевременной замены техники, выработавшей ресурс (срок службы). В годовом плане эксплуатации и ремонта техники отражаются поквартальное распределение расхода ресурса согласно установленным годовым нормам, сроки проведения плановых технических обслуживаний, среднего, капитального и регламентированного ремонтов в планируемом году и ожидаемые потребности в плановых ремонтах на последующий год. В процессе эксплуатации техники в формуляре должны отражаться:

- 1) сведения о консервации, переконсервации и расконсервации;
- 2) сведения о поступлении, закреплении за ответственными лицами, а также о всех последующих изменениях;
- 3) учет часов работы (учет ведется ежемесячно с суммированием данных о наработке за каждый год; на комплексные объекты учет ведется отдельно для каждого комплектующего изделия);
- 4) учет отказов и повреждений;
- 5) учет технического обслуживания с занесением результатов измерения всех параметров и характеристик;
- 6) сведения о ремонте с указанием вида ремонта, места и времени его проведения и о доработках;
- 7) сведения об изменении категории, назначения и другие данные, предусмотренные разделами формуляра.

Система контроля качества продукции представляет собой совокупность взаимосвязанных объектов и субъектов контроля, используемых видов, методов и средств оценки качества изделий и профилактики брака на различных этапах жизненного цикла продукции и уровнях управления качеством. Эффективная система контроля позволяет в большинстве случаев осуществлять своевременное и целенаправленное воздействие на уровень качества выпускаемой продукции, предупреждать всевозможные недостатки и сбои в работе, обеспечивать их оперативное выявление и ликвидацию с наименьшими затратами ресурсов. Положительные результаты действенного контроля качества можно выделить и в большинстве случаев определить количественно на стадиях разработки, производства, обращения, эксплуатации (потребления) и восстановления (ремонта) продукции.

Инженер, занимающийся эксплуатацией различных ТО и ТС, должен владеть многими компетенциями: поисковой, конструктивно-преобразующей, информационной, коммуникативной и другими. Следует выделить необходимость владения предметно-когнитивной компетенцией. Без знания и понимания того, каким должно быть изделие и его характеристики невозможно организовать эксплуатацию технического изделия так, чтобы оно служило долго и эффективно. Кроме того, благодаря владению предметно-когнитивной компетенцией инженер может осуществить оценку качества изделия. Оценочно-прогностическая компетенция позволит не только оценить качество изделия на выходе из производства, но и спрогнозировать его дальнейшую эксплуатацию. С помощью аналитической компетенции инженер должен суметь проанализировать взаимосвязь между качеством изделия и технологической последовательностью его изготовления, а благодаря исследовательской компетенции на основании результатов проверки качества изделия суметь выделить «узкие» места в производстве для последующего их устранения. Коммуникативная компетенция необходима инженеру для изложения результатов оценки и планов дальнейшего усовершенствования процесса производства.

Организация и проведение технического контроля качества – одни из составных элементов системы управления качеством на стадиях производства и реализации продукции.

Ценностно-смысловые компетенции дают возможность действовать на основе выбранных смысловых и целевых установок и брать ответственность за принятое решение и его последствия, знать, как отстаивать собственную позицию в ситуации выбора. Эти компетенции очень важны для решения о ликвидации устаревшей техники. Последующая за эксплуатацией ликвидация должна быть заложена уже на стадии проектирования, то есть инженер должен проявить свои проективные и прогностические компетенции в самом начале создания данного технического объекта. Причем необходимо помнить и о такой стадии использования технических систем и технических объектов, как хранение. А это означает, что при проектировании необходимо помнить еще и о таре, и упаковке, если это необходимо. Тара и упаковка являются важным элементом при транспортировке и хранении готового изделия. Следовательно, прогностические, аналитические, оценочно-аналитические компетенции будут востребованы в полной мере и для этого вида инженерной деятельности.

### ***Организация инженерной деятельности***

Инженерная деятельность может быть разделена по виду деятельности и по отраслям и, как правило, сосредоточена в различных инженерных организациях, НИИ и заводах. Организация инженерной деятельности неразрывно связана с организацией производства, которой занимается не только администрация и управляющее звено, но и непосредственно инженеры.

Современная инженерная деятельность, как правило, осуществляется в рамках проектов, что требует интеграции и соединения различных приемов из различных смежных и не очень областей (пример: ракетостроение - космос, военные разработки). Поэтому организация инженерной деятельности - отдельная важная и слож-

ная задача. Как уже упоминалось выше, организация производства требует управленческих навыков. Управленческие навыки необходимы также и при организации инженерной деятельности в более крупном масштабе, например, при организации работы цеха, завода или сети производств, связанных родственной деятельностью. Для этого вида деятельности характерны и необходимы предметно-когнитивные, аналитические, оценочные, прогностические, коммуникативные, ценностно-смысловые компетенции и другие.

Организация производства представляет собой комплекс мероприятий, направленных на рациональное сочетание процессов труда с вещественными элементами производства в пространстве и во времени с целью повышения эффективности, то есть достижения поставленных задач в кратчайшие сроки, при наилучшем использовании производственных ресурсов. Одной из задач организации производства является рациональное использование техники и проведение своевременного высококачественного её ремонта. Организация производства включает подготовку производства новых и модернизацию выпускаемых видов изделий, совершенствование процессов их изготовления, текущее регулирование и контроль работы производственных звеньев. Она охватывает все стадии изготовления продукции и носит системный характер, подчиняя все частные задачи главной - максимальному удовлетворению потребностей общества.

Рациональная организация производства включает стандартизацию и унификацию элементов изделия, сокращая тем самым количество операций изготовления изделия, использование стандартных технологических процессов, одновременное выполнение нескольких этапов изготовления конечного изделия, комплексное использование сырья и материалов. Кроме этого, необходимым условием рациональной организации производства является непрерывное повышение квалификации кадров независимо от должностных обязанностей.

Временная структура организации производства определяется составом элементов производственного процесса и порядком их

взаимодействия во времени. Пространственная структура организации производства определяется количеством технологического оборудования, сосредоточенного на рабочей площадке (числом рабочих мест), и расположением его относительно направления движения предметов труда в окружающем пространстве. Также следует учитывать, что производственная система действует в определенной внешней среде. Внешняя среда производственной системы включает в себя поставщиков, покупателей, государственные и местные органы власти, налоговые органы и др. Между производственной системой и внешней средой существует и прямая, и обратная связь.

Если же рассматривать организацию инженерной деятельности как деятельность отдельного индивидуума – инженера, то надо отметить, что в этом случае слово «организация» будет иметь несколько другой смысл, чем для производства. На первый план выйдет представление о том, что организацией называется способ осуществления деятельности, иначе говоря, наличие определенного порядка, или определенную степень упорядоченности действий, организованность. Соответственно организованность позволит получить эффективную и наивысшую самоотдачу инженера.

Чтобы связать воедино многоуровневый и многокомпонентный конгломерат участников, необходима особая неординарная деятельность, которая обеспечивает единство и слаженное функционирование создаваемой технической системы. На верхних уровнях этой многоуровневой структуры инженерной деятельности находятся инженерные исследования и проектирование.

### ***Инженерные исследования и проектирование***

Это два особых вида инженерной деятельности, которые родились по мере усложнения и развития инженерной деятельности в целом. Без специфических инженерных исследований порой нельзя довести до конца разработку. Инженерные исследования следуют за созданием опытного образца, позволяют скорректировать или

полностью изменить использованные детали и узлы, а также приемы и методы конструирования данного технического объекта. Инженерные исследования требуют не только глубокого знания предмета в своей области, но и требуют аналитических компетенций, оценочных, прогностических компетенций, а также владения методами системного анализа. Владение системным анализом означает владение методами анализа и постановки задачи, методами творческого поиска решения задачи, методами визуализации возникшей проблемы, будь то графическое воспроизведение или математическое описание, или компьютерное моделирование.

Инженерные исследования являются важной частью инженерной деятельности. Как правило, они осуществляются в сравнительно короткие сроки и включают научное обоснование разработки, анализ возможности использования уже полученных научных данных для конкретных инженерных расчетов, характеристику эффективности разработки, анализ необходимости проведения недостающих научных исследований и т.д. Инженерные исследования направлены на конкретизацию имеющихся научных знаний применительно к определенной инженерной задаче.

Разумеется, для успешного проведения инженерных исследований необходимо владеть предметной и исследовательской компетенциями. Последняя невозможна без поисковой, информационной, аналитической, оценочно-прогностической и коммуникативной компетенций. Наверное, список необходимых для исследовательской работы компетенций можно продолжить и расширить, каждую из вышеназванных компетенций также можно разделить на составляющие.

Проектированием называется процесс создания проекта, прототипа, прообраза предполагаемого или возможного объекта, состояния, разработка проектной, конструкторской и другой технической документации, предназначенной для осуществления строительства, создания новых видов и образцов. В процессе проектирования выполняются технические и экономические расчёты, создаются сметы и калькуляции, строятся схемы и графики, пишутся по-

яснительные записки и описания. Проектом является комплект указанной документации и материалов, результат проектирования.

Проектирование можно разбить на отдельные стадии, например, техническое предложение, эскизный проект, технический проект или предпроектные работы и проектирование.

Техническое предложение содержит технические и технико-экономические обоснования целесообразности разработки документации изделия на основании анализа технического задания заказчика и различных вариантов возможных решений изделий, сравнительной оценки решений с учетом конструктивных и эксплуатационных особенностей разрабатываемого и существующих изделий и патентные исследования. Техническое предложение после согласования и утверждения в установленном порядке является основанием для разработки эскизного (технического) проекта.

Эскизный проект содержит принципиальные конструктивные решения, дающие общее представление об устройстве и принципе работы изделия, а также данные, определяющие назначение, основные параметры и габаритные размеры разрабатываемого изделия. Эскизный проект после согласования и утверждения в установленном порядке служит основанием для разработки технического проекта или рабочей конструкторской документации.

Технический проект содержит окончательные технические решения, дающие полное представление об устройстве разрабатываемого изделия, и исходные данные для разработки рабочей документации. Технический проект после согласования и утверждения в установленном порядке служит основанием для разработки рабочей конструкторской документации.

Проектирование является одним из основных механизмов современной культуры, который обеспечивает взаимосвязь производства и потребления, а также инженерной деятельности и фундаментальной науки.

Для проектной деятельности инженера исходным является социальный заказ, т.е. потребность в создании определенных объектов, вызванная либо «разрывами» в практике их изготовления, либо

конкуренцией, либо потребностями развивающейся социальной практики.

Продукт проектной деятельности выражается в особой знаковой форме: в виде текстов, чертежей, графиков, расчетов, моделей и т.д.

Проектирование представляет собой создание конкретных образов будущего, конкретных деталей разработанных программ. Образы будущего могут быть созданы и воображением с элементами фантазирования, и основываясь на научных исследованиях. Процесс проектирования можно описать следующим образом:

1. Рождение идеи постепенно из общих соображений и размышлений. Результатом становится принцип действия технического объекта.

2. Выработка общей схемы – разработка крупных узлов, которые надо соединить, чтобы получать желаемую функцию технического объекта, то есть разработка кинематического представления будущего ТО.

3. Разработка деталей схемы до чертежей путем разбиения общей задачи на необходимое количество мелких задач, что приведет к получению детальной разработки одного варианта технического решения.

Наличие той или иной стадии (этапа) проектирования, объём разрабатываемой при этом документации зависят от сложности создаваемого технического объекта или технической системы. Категория сложности проекта и количество стадий проектирования указываются заказчиком в Техническом задании на проектирование.

Коротко остановимся на общих положениях, характеризующих этапы (стадии) разработки документации. основополагающим документом для любого типа проектных работ может явиться соответствующая инструкция. Например, при рассмотрении различных строительных проектов используется СНиП 11-01-95 от 01-07-1995 «Инструкция о порядке разработки, согласования, утверждения и составе проектной документации». В этой и подобных инструкциях устанавливается порядок разработки, согласования, утверждения и со-



вующем производстве. Принцип соответствия позволяет в проектируемом объекте выделить, описать, разработать процессы функционирования и морфологические единицы и поставить их в соответствие друг к другу. Принцип завершенности соответствует оценке данного проекта, как удовлетворяющего основным требованиям, предъявленным к нему заказчиком, культурой, обществом, несмотря на возможность улучшения и оптимизации. Принцип конструктивной целостности формирует проектируемый объект с использованием соответствующей технологии и элементов, единиц и отношений, которые могут быть изготовлены в существующем производстве. Принцип оптимальности должен быть на переднем плане при работе проектировщика, чтобы обеспечить оптимальные решения.

Современный взгляд на работу инженера приведем в виде довольно длинной цитаты из статьи «В гонке технологий победит тот, кто лучше пишет программы и считает инженерные процессы» (журнал «Наука и жизнь», № 6, 2011):

«Процессы проектирования связаны с накоплением огромного количества информации, — объясняет Павел Храмченков, старший инженер Dassault Systemes. — Сначала, на основе исследований рынка, формулируется идея, потом делается её предварительная, черновая проработка, предварительный расчёт и анализ, потом начинается переход к проектированию. Предприятию важно не только создать цифровой макет изделия и провести его виртуальное тестирование, но и подготовиться к производству: от создания технологической карты изделия до логистики. Мы избежим многих проблем, если ещё на этапе разработки поймём, как должны ехать по конвейеру коробки, как расставить людей, чтобы на конвейере не было заторов, как грузовики будут вывозить готовую продукцию со склада, одним словом, если обеспечим людей, работающих над изделием, всей полнотой информации от и до. После того как изделие произведено, необходимы инструкции по его эксплуатации и обслуживанию и, наконец, схема его утилизации.

Раньше на создание нового автомобиля, даже при наличии программ компьютерного проектирования, уходило до пяти-шести

лет, — говорит Храмченков. — Платформы полного жизненного цикла сокращают этот срок до трёх-четырёх лет. Выигрыш очень серьёзный, потому что только от момента, когда «замораживается» дизайн кузова, до попадания машины на рынок проходит два-три года. В новейшем выпущенном автомобиле мы видим не сегодняшнюю дизайнерскую идею, а как минимум двухлетней давности. Задача всех инженерных продуктов и решений — сокращать этот разрыв. Ошибки неизбежны, но мы стремимся снизить риск необходимости возвращаться на несколько шагов назад ради их исправления. Система, которая позволяет увидеть любой инженерный процесс и любую деталь в самом широком производственном, коммерческом и пользовательском контексте, и есть управление жизненным циклом изделия».

Математическое моделирование изделия и эксперимента решает много экономических проблем, но ставит одну — и очень серьёзную — стратегическую. Оно требует программного обеспечения, в которое «зашит» мощнейший математический аппарат.

Еще одна цитата: «Андрей Аксенов, к.ф.-м.н., технический директор ООО «Тесис»: «Исторически пакеты для проектирования и для анализа разрабатывались разными организациями и сначала предназначались для разных групп пользователей: CAD'ы — для инженеров-конструкторов, а расчётные программы — для подразделений инженерного анализа. Сегодняшний рынок требует создания систем анализа, полностью интегрированных в среду CAD. Это бы позволило проводить расчёт изделия обычному инженеру-конструктору, который смог бы анализировать процессы в своей трёхмерной модели по ходу проектирования, никуда ее не выгружая.

Программы математического моделирования и расчёта — это важный стратегический ресурс, в том числе оборонный. Сегодня на рынке существует гигант, опережающий остальных: американская компания и одноимённый расчётный продукт Ansys. Среди отечественных разработчиков у него нет ни аналогов, ни конкурентов. Ещё живо поколение специалистов, умеющих решать задачи без помощи

расчётных программ. Но новое поколение инженеров и расчётчиков скорее всего будет полагаться только на компьютерный анализ, да и эксперимент нынче не всем по карману. Актуальность работы над отечественными системами инженерного анализа, по-видимому, будет только возрастать.

Инженерное программирование близко к науке в том смысле, что в нём всё ещё велика роль личности, индивидуального таланта. Эстафетная палочка прорывного мышления перешла к разработчикам программ.

Однако интуиция высококлассного профессионала-технаря никогда не останется невостребованной, потому что она всё равно работает быстрее и точнее, чем численное моделирование. И в области принятия стратегических рыночных решений — тоже».

Итак, очевидно, что не только проектирование, но и инженерная деятельность в целом – это творческая деятельность, которая вызывает к жизни нечто новое, чего ранее не существовало. Целью инженерной деятельности является стремление положить начало изменениям в окружающей человека искусственной среде.

## Глава 4. Формирование компетенций инженера

В современном мире главным конкурентным преимуществом высокоразвитой страны является ее человеческий потенциал. Развитие общественного интеллекта становится важнейшим фактором успешного и устойчивого развития, при этом образование играет роль ведущего механизма воспроизводства науки, технологий и культуры в целом. Инженерно-техническая школа является важным элементом инновационного потенциала общества, учитывающим изменение характера труда современного инженера. Выпускники учреждений ВПО технического профиля – инженеры – должны владеть и базовыми (ключевыми), и инженерно-техническими компетенциями, которые способствуют разработке современных наукоемких технологий и выполнению научнообоснованных технических проектов, формированию национальных инновационных систем.

Выработка научнообоснованных рекомендаций в системе высшей школы России обусловлена не только осознанием общенациональных интересов в сфере образования, но и общими тенденциями мирового развития, к числу которых следует отнести:

- глобализацию процессов и явлений, способствующих взаимопроникновению культур;
- становление образования как приоритетной ценности общества;
- возрастание информационных потоков, постоянное обновление знаний;
- необходимость непрерывного образования на протяжении всей жизни человека;
- сближение естественнонаучного и гуманитарного знания и естественнонаучной и гуманитарной культуры в целом;
- изменение характера познавательной деятельности, основанной на единстве процессов познания и методов научного познания, гибкости и многогранности мышления;
- возникновение системно-информационной и эволюционно-синергетической парадигм как нового стиля мышления;

- становление информации и информационных технологий как стратегического фактора, ресурса развития и основной производительной силы современного информационного общества;
- гуманизацию науки, переосмысление ее роли и места в развитии человечества; необходимость целостности научного знания.

На современном этапе мирового развития становится закономерной необходимостью перехода к компетентностно ориентированному образованию, который представляет собой одно из направлений модернизации образования. Компетентностный подход:

- дает ответы на запросы производственной сферы (Т.М. Ковалева);
- проявляется как обновление содержания образования в ответ на изменяющуюся социально-экономическую реальность (И.Д. Фрумин);
- представляет собой обобщенное условие способности человека эффективно действовать за пределами учебных сюжетов и учебных ситуаций (В.А. Болотов);
- представляется радикальным средством модернизации (Б.Д. Эльконин).

Компетентность:

- характеризуется возможностью переноса способности в условия, отличные от тех, в которых эта компетентность изначально возникла (В.В. Башев);
- определяется как «готовность специалиста включиться в определенную деятельность» (А.М. Аронов) или как атрибут подготовки к будущей профессиональной деятельности (П.Г. Щедровицкий).

Компетенция – комплексная характеристика способности и готовности выпускников демонстрировать и применять полученные в результате освоения основной общеобразовательной программы (ООП) знания, умения, навыки, а также личностные качества, позволяющие выполнить конкретную профессиональную деятельность на высоком уровне в стандартных и изменяющихся ситуациях профессиональной деятельности.

На основании анализа роли и места компетенций в обучении А.В. Хуторской выделяет следующие ее основные функции:

- отражать социальную востребованность на молодых граждан, подготовленных к участию в повседневной жизни;
- быть условием реализации личностных смыслов ученика в обучении, средством преодоления его отчуждения от образования;
- задавать реальные объекты окружающей действительности для целевого комплексного приложения знаний, умений и способов деятельности;
- задавать опыт предметной деятельности ученика, необходимый для формирования у него способности и практической подготовленности в отношении к реальным объектам действительности;
- быть частью содержания различных учебных предметов и образовательных областей в качестве метапредметных элементов содержания образования;
- соединять теоретические знания с их практическим использованием для решения конкретных задач;
- представлять собой интегральные характеристики качества подготовки учащихся и служить средством организации комплексного личностно и социально значимого образовательного контроля.

Компетентность определяется как обобщенная способность к решению жизненных и профессиональных задач в той или иной области, благодаря компетенциям и используется как обобщающее понятие по отношению к мотивационной готовности, специальным знаниям, личностному опыту и др.

Компетентность включает следующие личностные качества, подлежащие развитию:

1) когнитивные (познавательные) качества, представляющие умение чувствовать окружающий мир, задавать вопросы, отыскивать причины явлений, обозначать свое понимание или непонимание вопроса;

2) креативные (творческие) качества, воплощающие фантазию, гибкость ума, прогностичность, критичность, наличие своего мнения, способность генерировать новые идеи;

3) организационные, деятельностные (методологические) качества, позволяющие осознавать цели учебной деятельности и умение их пояснить; умение поставить цель и организовать ее достижение; проявить рефлексивное мышление, самоанализ и самооценку;

4) коммуникативные качества, обусловленные необходимостью взаимодействовать с другими людьми, с объектами окружающего мира и его информационными потоками; умение отыскивать, преобразовывать и передавать информацию; выполнять различные социальные роли в группе и коллективе, использовать современные телекоммуникационные технологии;

5) мировоззренческие качества, определяющие эмоционально-целостные установки студента, его способность к самопознанию и самодвижению, умения определять свое место и роль в окружающем мире, в семье, в коллективе, в природе, государстве, национальные и общечеловеческие устремления, патриотические и толерантные качества личности.

Ключевыми (надпрофессиональными) компетенциями называются личностные, межличностные, социальные компетенции. Разные авторы определяют их разными словами. Иногда ключевые компетенции называют базовыми.

Например, для школьников ключевые компетенции (универсальные учебные действия – УУД - по трактовке нового стандарта для основного среднего образования) определяются как следующий набор:

- способность учиться;
- знание и понимание предмета изучения;
- способность применять знания, умения и личностные качества для успешной деятельности;
- способность действовать самостоятельно;
- способность к коммуникативной деятельности (т.е. знание родного языка в первую очередь).

Для выпускника вуза предлагается несколько другой набор базовых компетенций:

- способность действовать самостоятельно и независимо;
- способность к коммуникативной деятельности с использованием как физических, так и социокультурных инструментов (включая владение родным и иностранными языками, а также умение использовать традиционные «академические» знания);
- способность управлять конфликтами и разрешать их;
- способность иметь ровные отношения с окружающими.

Ключевые компетенции представляют собой комплекс психологических качеств, способностей, знаний, умений и навыков, обеспечивающий эффективное выполнение определенной профессиональной функции (или нескольких функций). Они являются частью профессиональной компетентности и выпускника вуза, и опытного работника.

Под ключевыми компетенциями понимается способность студентов самостоятельно действовать в ситуации неопределённости при решении актуальных для них проблем. Среди них чаще всего упоминаются следующие компетенции:

- *Ценностно-смысловая компетенция.* Способность студента видеть и понимать окружающий мир, ориентироваться в нем, осознавать свою роль и предназначение, умение выбирать цели, принимать решения. От этой компетенции зависит программа его жизнедеятельности в целом.
- *Социально-трудовая компетенция.* Студент учится исполнять роль гражданина, наблюдателя, избирателя, потребителя, покупателя, производителя. Студент овладевает необходимыми для жизни в современном обществе навыками социальной активности и функциональной и профессиональной грамотности.
- *Компетенция личностного самосовершенствования* направлена на то, чтобы студент осваивал способы физического, духовного и интеллектуального саморазвития, эмоциональную саморегуляцию и самоподдержку. К этой компетенции относятся правила личной гигиены, забота о собственном здоровье, половая грамотность, внутренняя экологическая культура, комплекс качеств, связанных с основами безопасной жизнедеятельности.

- *Учебно-познавательная компетенция.* Студент овладевает креативными навыками продуктивной деятельности: добыванием знаний из реальности, владение приемами действий в нестандартных ситуациях, эвристическими методами решения проблем. Он учится отличать факты от домыслов, владеть измерительными навыками, использовать другие методы познания.
- *Информационные компетенции.* У студента формируются умения самостоятельно искать, анализировать и отбирать необходимую информацию, организовывать, преобразовывать, сохранять и передавать ее в информационном пространстве.
- *Коммуникативная компетенция* включает знание необходимых языков, способов взаимодействия с окружающими людьми и событиями, навыки работы в группе, владение различными социальными ролями в коллективе.

Компетенции профессионала можно рассмотреть двумя способами. Один из них позволяет описать «поведение» или профессиональные действия работника. Эти действия определяются «общекультурными» (ключевыми) и профессиональными компетенциями. Другой способ представляет собой описание компетенций и является более общим. Например, предметно-когнитивная (учебно-познавательная) компетенция может иметь несколько уровней и по своему дальнейшему проявлению может быть отнесена и к общекультурной, и к общепрофессиональной компетенциям. Соответственно, необходимо более тщательное и подробное описание сущности данной компетенции.

Общекультурные компетенции – это компетенции, обеспечивающие развитие, жизненный успех, социальную адаптацию личности, способствующие решению профессиональных задач, задач социального участия и личного роста вне зависимости от конкретного направления профессиональной деятельности.

Профессиональные компетенции – компетенции, обеспечивающие успех и карьерный рост в конкретной сфере профессиональной деятельности. Профессиональные компетенции, в свою очередь, делятся на общепрофессиональные, научно-

исследовательские, проектно-конструкторские, производственно-технологические компетенции и т.п. ФГОС ВПО третьего поколения для бакалавров как раз и содержат «общекультурные», «общепрофессиональные» и профессиональные компетенции. ФГОС ВПО третьего поколения для специалистов и магистров рассматривают не только профессиональные компетенции, совпадающие с теми, что определены для бакалавров, но и специальные профессиональные компетенции, соответствующие данному направлению будущей деятельности выпускника. Именно описание действий выпускника вуза и составляет определение той или иной компетенции ФГОС ВПО третьего поколения.

Термин «общекультурная» компетенция некоторыми авторами включен в список ключевых компетенций как отдельная компетенция. Эта компетенция определяет круг вопросов, в которых студент должен быть хорошо осведомлен, обладать познаниями и опытом деятельности. Таковыми являются: особенности национальной и общечеловеческой культуры, культурологические основы семейных, социальных, общественных явлений и традиций, роль науки и религии в жизни человека, их влияние на мир, компетенции в бытовой и досуговой сфере.

Общекультурными, ключевыми компетенциями владеют все люди, имеющие общее среднее образование. Что же касается профессиональных компетенций, то они определяются особо в каждом конкретном случае в зависимости от рода деятельности в целом и от занимаемой должности (должностных обязанностей).

В качестве примера рассмотрим компетенции выпускника из ФГОС ВПО третьего поколения по направлению подготовки 190100 «Наземные транспортно-технологические комплексы (бакалавр) (Приказ Министерства образования и науки от 9 ноября 2009 г. N 546).

Одним из методов рассмотрения компетенций выпускника является системный подход к анализу предметной области, определяющей компетентность в данной области. Такая система оценки

компетентности выпускника имеет 4-уровневую структуру сформированности компетентности (табл. 2):

Таблица 2

Структура сформированности компетенций

Наименование уровня компетенций	Сущность сформированности компетенций
1-й уровень - уровень частных (элементарных) компетенций	Частные компетенции не подлежат дроблению на более мелкие
2-й уровень - уровень промежуточных компетенций	Оцениваются виды профессиональной деятельности бакалавров: общепрофессиональная, проектно-конструкторская, организационно-управленческая, производственно-технологическая, научно-исследовательская. При построении системы оценки этого уровня сформированности компетентности выпускника рассматриваются также общекультурные компетенции, которые разделены на общенаучные, социально-личностные и инструментальные компетенции
3-й уровень - уровень обобщающих компетенций	Оцениваются профессиональные компетенции (ПК) и общекультурные компетенции (ОК), составляющие основу компетентностной модели
4-й уровень - уровень интегральной компетентности	Рассчитывается интегральный показатель сформированности компетентности

Для определения соответствия подготовки данного выпускника требованиям ФГОС ВПО необходимо оценить сформированность

его компетенций, то есть компетентности выпускника. Оценка компетентности является накопительной и формируется в процессе освоения учебных дисциплин. Для оценки сформированности той или иной компетенции и, в целом, компетентности выпускника могут использоваться результаты устных опросов (собеседование, коллоквиум, зачет, экзамен), письменных работ (тесты, контрольные работы, эссе, рефераты, курсовые работы, научно-учебные отчеты по практике, отчеты по научно-исследовательской работе студентов), а также анкетирование, компьютерное тестирование, опросы экспертов (преподавателей) и т. д. Примеры оценочных вариантов приведены ниже.

Иллюстрацией для системного рассмотрения компетентности выпускника служит рис. 3.

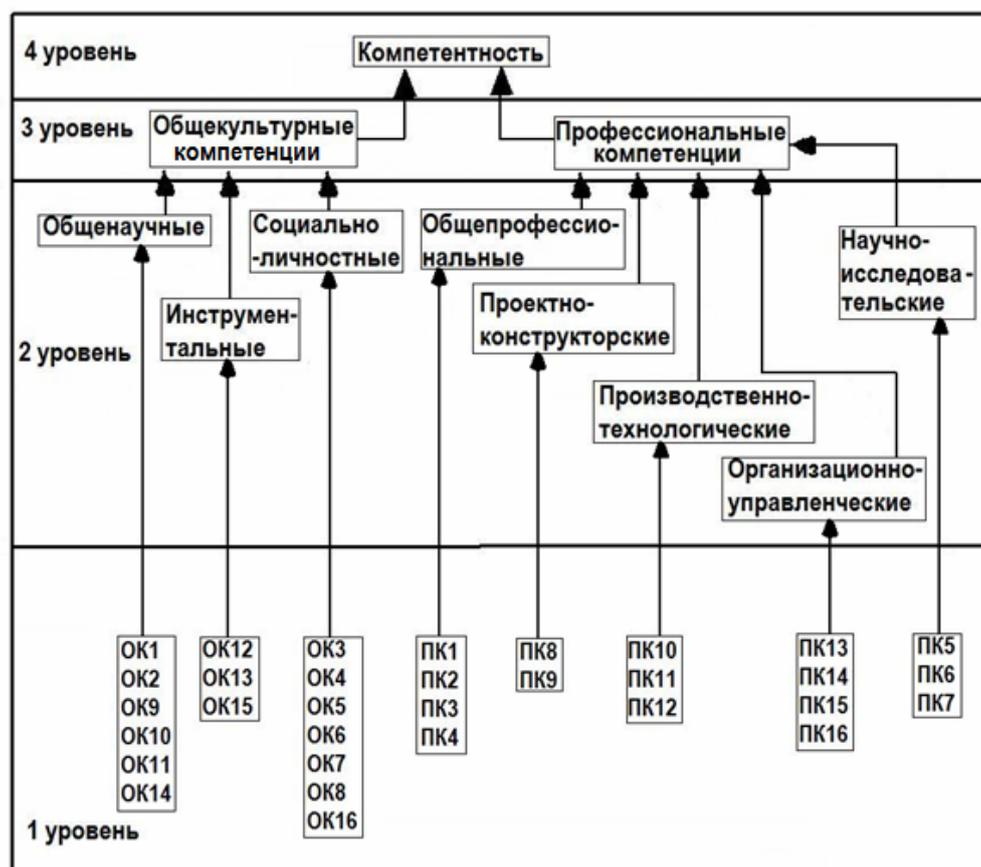


Рис. 3. Система компетенций ФГОС ВПО третьего поколения по направлению подготовки 190100 «Наземные транспортно-технологические комплексы» (бакалавр)

Рассмотрим более подробно некоторые общекультурные компетенции этого ФГОС ВПО. В соответствии с ФГОС выпускник вуза:

- владеет культурой мышления, способен к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (**ОК-1**);
- умеет логически верно, аргументированно и ясно строить устную и письменную речь (**ОК-2**);
- готов к кооперации с коллегами, работе в коллективе (**ОК-3**);
- стремится к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства (**ОК-6**);
- использует основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применяет методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (**ОК-10**);
- способен понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны (**ОК-11**);
- владеет основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, имеет навыки работы с компьютером как средством управления информацией (**ОК-12**);
- способен работать с информацией в глобальных компьютерных сетях (**ОК-13**).

Любая вышеназванная компетенция может быть разложена на составные части, каждую из которых также можно назвать компетенцией, но в этом случае она уже выражает определенное качество или действие. Например, компетенция, обозначенная как «ОК-1», состоит из нескольких ключевых надпрофессиональных компетенций, а именно:

- *мировоззренческой* (определяет представления об окружающей действительности, определяет стремление к творческой инновационной деятельности по переустройству мира, определяет способности к адекватной оценке существующего состояния общест-



(взаимодействие в этом случае с вышестоящими сотрудниками), ни в коллективе (взаимодействие с коллегами на одном уровне корпоративной иерархии, равно как и с ниже- и вышестоящими в этой иерархии).

К вышеперечисленным качественным определениям некоторых компетенций для овладения «ОК-1», «ОК-2», «ОК-3» необходимо добавить *предметно-когнитивную* компетенцию. Эта компетенция определяет умение выполнять профессиональные функции на основании глубокого знания предмета и непрерывного повышения уровня знаний в профессиональной области. Несмотря на то, что эти качества – знание своего профессионального предмета и стремления к повышению своего уровня – скорее относят к профессиональным компетенциям, без предметно-когнитивной компетенции невозможно овладение ни «ОК-1», «ОК-2», «ОК-3», ни компетенцией «ОК-6», которая включает все названные компетенции.

Добавим к рассмотренному списку *поисковую* компетенцию (определяет умение выбрать реальный объект, имеющий социальную проблему и найти пути ее решения с использованием методов научного и инженерного поиска и творчества). Необходимо также упомянуть и *исследовательскую* компетенцию (определяет умение самостоятельно получать знания, необходимые для выполнения профессиональных функций, умение мыслить шире общепризнанных категорий, умение составить и выполнить исследование проблем, возникших по мере изучения решаемой задачи, обеспечивает приобретение новых знаний в течение всей жизни).

Отметим, что без *предметно-когнитивной* компетенции в области естественных наук, без всех вышеперечисленных компетенций, без овладения поисковой, исследовательской компетенциями нельзя считать, что выпускник владеет компетенцией «ОК-10».

Известно, что информация и современные информационно-телекоммуникационные технологии являются одним из наиболее важных факторов в формировании общества XXI века. IT-технологии влияют на все аспекты человеческой деятельности, что находит свое отражение и в компьютеризации профессиональной

деятельности инженера. Об инженерных компьютерных пакетах речь уже шла выше (см. главу «Особенности инженерного труда»). Отметим, что во всех ФГОС ВПО третьего поколения для подготовки инженеров информационные технологии присутствуют и в разделе «Общекультурные компетенции», и в разделе «Профессиональные компетенции», что подчеркивает глубокое проникновение ИТ-технологий в повседневную жизнь, то есть подчеркивает необходимость овладения информационными компетенциями.

*Информационная компетенция* определяет осознаваемую способность искать, перерабатывать и применять значимую информацию так, чтобы видеть сущностные и ситуационные альтернативы, понимать их такими как они есть и делать по необходимости личностный ответственный выбор в пользу той или другой. Владение способами информационно-технологического обеспечения процесса решения проблем в различных жизненных ситуациях, а также в индивидуальной и групповой проектной деятельности определяет уже профессиональные качества инженера. Информационно-компьютерная компетентность представляет собой целостный психологический конструкт, который можно считать совокупностью профессионально важных качеств и психологических свойств личности. В рассмотренном примере таковыми являются общекультурные компетенции «ОК-11», «ОК-12», «ОК-13», а также общепрофессиональные компетенции ПК-4, ПК-5, ПК-6 и другие.

Рассмотрим также некоторые профессиональные компетенции указанного выше ФГОС ВПО.

Общепрофессиональные компетенции определяют, что выпускник вуза:

- способен использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач (**ПК-1**);
- владеет культурой профессиональной безопасности, способен идентифицировать опасности и оценивать риски в сфере своей профессиональной деятельности (**ПК-2**);

- готов применять профессиональные знания для минимизации негативных экологических последствий, обеспечения безопасности и улучшения условий труда в сфере своей профессиональной деятельности (**ПК-3**);
- имеет навыки работы с компьютером как средством управления, готов работать с программными средствами общего назначения (**ПК-4**).

В научно-исследовательской деятельности выпускник вуза:

- способен в составе коллектива исполнителей участвовать в выполнении теоретических и экспериментальных научных исследований по поиску и проверке новых идей совершенствования наземных транспортно-технологических машин, их технологического оборудования и создания комплексов на их базе (**ПК-5**);
- способен осуществлять информационный поиск по отдельным агрегатам и системам объектов исследования (**ПК-6**);
- способен в составе коллектива исполнителей участвовать в техническом обеспечении исследований и реализации их результатов (**ПК-7**).

В проектно-конструкторской деятельности выпускник вуза:

- способен в составе коллектива исполнителей участвовать в разработке проектов технических условий, стандартов и технических описаний наземных транспортно-технологических машин (**ПК-9**).

В производственно-технологической деятельности выпускник вуза:

- способен в составе коллектива исполнителей участвовать в разработке технологической документации для производства, модернизации, эксплуатации и технического обслуживания наземных транспортно-технологических машин и их технологического оборудования (**ПК-10**);
- способен участвовать в осуществлении поверки основных средств измерений при производстве и эксплуатации наземных транспортно-технологических машин (**ПК-12**).

Общепрофессиональные компетенции определяют инвариантный состав полномочий и задач специалистов всех видов про-

фессий. Согласно инвариантной структуре деятельности в эту группу должны войти компетенции, некоторые из которых являются также составной частью общекультурных компетенций. Итак, назовем эти компетенции:

- *предметно-когнитивная (учебно-познавательная)*, связанная с перечнем предметных профессионально-ориентированных вопросов, ситуаций и задач теоретического и прикладного характера, к решению которых должен быть подготовлен студент после изучения предмета (ПК-1, ПК-2, ПК-3);
- *информационная, связанная с получением (приобретением), хранением, преобразованием и использованием различной информации* (ПК-4, ПК-6);
- *ценностно-ориентационная*, раскрывающая целевой и мотивационный аспекты деятельности специалиста, его способность усвоить и принять ценности, нравственно-этические нормы и правила, сложившиеся в обществе и профессиональной среде (ПК-5, ПК-7, ПК-9, ПК-10);
- *коммуникативная*, определяющая круг межличностного взаимодействия, типовые проблемы коммуникации и способы их разрешения в сфере профессиональной деятельности, социуме, различных социальных институтах (ПК-5, ПК-7, ПК-9, ПК-12);
- *техничко-технологические*, раскрывающие содержание операционно-инструментальной стороны деятельности, т.е. общие принципы, способы и средства проектирования и расчета техники, технологии производственного (или иного) процесса (ПК-5, ПК-7, ПК-9, ПК-10, ПК-12);
- *эстетическая*, связанная с совершенствованием и процесса профессиональной деятельности, то есть достижения мастерства в профессии, и продукта труда, то есть улучшение дизайна и достижение структурно-функционального совершенства промышленных или иных изделий и продуктов ПК-9, ПК-10, ПК-12).

Профессиональные компетенции касаются конкретной профессиональной деятельности и определяют круг полномочий специалиста (бакалавра, магистра), реализуемый посредством реше-



альной и групповой воспитательной работы, создание благоприятного микроклимата, предотвращение и разрешение межличностных конфликтов в коллективе (ПК-2, ПК-3, ПК-7, ПК-9).

Следует отметить необходимость овладения так называемыми предметно-цикловыми компетенциями, которые проявляют себя при решении совокупности междисциплинарных задач теоретического и прикладного характера, обеспечивающих интеграцию знаний и изученных методологий. Эти компетенции должны обеспечить интеграционные процессы при изучении разных дисциплин вуза с реальным практическим их использованием, что можно достигнуть через организацию учебно-производственной практики, приближенной к реальному производству.

Столь разветвленная классификация компетенций необходима для того, чтобы систематизировать различные виды задач и вопросов, которые в своей деятельности предстоит решать специалисту. Распределение задач по видам компетенций поможет преподавателям проводить отбор профессионально значимых задач в учебно-программную документацию по предметам и дисциплинам, а студентам - соотносить эти задачи с процессом профессиональной подготовки в вузе и с будущей деятельностью в качестве специалиста (бакалавра, магистра).

Понятие «компетентность выпускника вуза» можно понимать двояким образом:

- с одной стороны, это и характеристика персонифицированного результата образования, то есть подготовленности выпускника к осуществлению социальной и профессиональной деятельности, профессионально-личностному самосовершенствованию, и мера соответствия его знаний, умений, навыков, опыта, личностных качеств и психологических свойств компетенциям специалиста (бакалавра, магистра);
- с другой стороны, это может представлять обобщенный показатель успешности учебно-воспитательной деятельности вуза.

Для эффективного развития у студентов познавательных потребностей необходимо, чтобы они осознавали, какие компетенции

(знания, умения и навыки) и в каком объеме им понадобятся для выполнения профессиональных (и иных социальных) функций. Разумеется, студентам необходимо представлять также, какие личностные качества и способности необходимо развивать, чтобы стать настоящим специалистом в выбранной области деятельности. Представление об «идеальном специалисте», сравнение его модели с характеристиками собственной личности (на основе рефлексии) приводит к осознанию существующих противоречий между желаемым и реальным уровнем своего развития. Именно это осознание должно стать ведущим механизмом самосовершенствования. Преподаватель должен помочь студентам в построении идеальной модели специалиста, в диагностике и оценке ими уровня своего профессионально-личностного развития, в планировании индивидуальных стратегий самосовершенствования. Этот процесс должен приводить к формированию и развитию компетенций, обозначенных «ОК-1», «ОК-6».

В образовательном процессе компетенции приобретаются учащимся, если создаются следующие условия:

- Деятельностный характер обучения, т.е. включение учащихся в реализацию какой-либо деятельности – исследование, проектирование, руководство.
- Ориентация учебного процесса на развитие самостоятельности и ответственности учащегося за результаты своей деятельности.
- Создание условий для приобретения опыта постановки и достижения цели.
- Четкость и понятность всем сторонам учебного процесса правил аттестации.
- Организация продуктивной групповой работы.
- Демонстрация педагогом своего собственного компетентного поведения.

Смещение акцента с односторонней активности преподавателя на самостоятельное учение, ответственность и активность учащихся способствует формированию компетенций. Происходит изменение характера взаимоотношений между преподавателем и сту-

дентом: преподаватель выполняет функции координатора и партнера, «тьютера», «наставника». Преподаватель должен:

- Стараться увлечь учащихся проблемой и процессом ее глубокого исследования, стимулировать творческое мышление при помощи умело поставленных вопросов.
- Проявлять терпимость к ошибкам студентов, допускаемым ими в попытках найти собственное решение.
- Предоставлять возможность для обмена мнениями в ходе аудиторных обсуждений. Поощрять критическое отношение и предложения по улучшению работы.
- При сохранении мотивации разрешать отдельным учащимся продолжать работать над проблемой на добровольных началах, пока другие учащиеся изыскивают пути подхода к новой проблеме.

Большинство студентов осознает необходимость самореализации и самостоятельности. Это стремление формирует компетенцию «ОК-6». В связи с этим, при организации образовательного процесса основной упор должен делаться на самостоятельную работу учащихся.

В аудиторные часы (лекция, практическое занятие, коллоквиум) самостоятельная работа студентов представляет собой интерактивные методы взаимодействия преподавателя и студента.

Во внеаудиторное время желательно, чтобы студент, выполняя домашние задания самостоятельно и осознанно, осуществлял организацию своего обучения с определением всех его параметров.

При организации самостоятельной работы студентов задача преподавателя сводится, в конечном счете, к тому, чтобы поощрять и поддерживать развитие взрослого человека (от полной зависимости от Учителя к возрастающему самоуправлению). Исходя из этого, важным является предоставление обучающемуся определенной свободы выбора целей, содержания, форм, методов, источников, средств, сроков, времени, места обучения, оценивания результатов обучения. Время, которое учащиеся должны потратить на исследования, фантазии, размышления и структурирование полученного

опыта, является важнейшей частью любой эффективной образовательной программы.

Самостоятельная работа может быть эффективной при соблюдении некоторых принципов, выведенных и подходящих не только для изучения какого-либо предмета индивидуально, но для организации групповых занятий, в процессе которых можно устроить обсуждение с одновременным самоконтролем знаний изучаемого материала. Источниками самообразования могут служить:

- специальная научно-популярная и методическая литература;
- предметные методические журналы;
- открытые уроки;
- лекции;
- семинары;
- видеоматериалы;
- интернет;
- конференции;
- обучающие программы;
- общение с представителями профессии.

Личностный рост может быть рассмотрен как проявление различных уровней самоорганизации личностных структур сознания (мотивирования, критичности, рефлексии, и др.).

При правильной организации труда можно добиться более глубокого и осознанного усвоения учебной дисциплины. Принципы правильной научной организации труда были предложены и выведены еще в начале 20 века американским инженером Ф.У. Тейлором, а затем чуть позже Тейлора еще одним американским инженером, Г. Эмерсоном.

Четвертый и пятый пункты организации труда по Г. Эмерсону предполагают налаживание тщательного учета времени, анализ времени по результатам его учета, планирование и прогнозирование затрат времени, составление расписания.

К наиболее эффективному использованию затрат времени надо подойти очень внимательно. Прежде всего, надо провести хронометрирование времени с обязательной записью его затрат:

- обязательные (аудиторные занятия в вузе, работа, выполнение домашних заданий и т.п.);
- свободные (прогулки, развлечения и т.п.);
- бытовые (сон, еда и т.п.);
- непроизводительные (транспорт, очереди и т.п.).

Записи временных затрат необходимо тщательно проанализировать, а затем составить режим «дня», «недели», «месяца» и т.п. Любой из этих режимов должен включать организацию среды соответственно твердо принятому разделению суток и «автоматизацию» жизни по разделам непроизводительных затрат.

Таблица 3

Принципы научной организации труда

По Ф.У. Тейлору	По Г. Эмерсону
Четкая формулировка цели труда (учебы, изучения данной дисциплины)	Использование здравого смысла при оценке любых проектов
Разложение работы на отдельные элементы (чтение, конспектирование, выполнение домашних заданий, подготовка к контрольным работам и разным тестированиям, подготовка курсовой работы, курсового проекта или реферата)	Компетентная консультация
Рациональное расположение элементов (во времени, в пространстве, в отношениях)	Соблюдение дисциплины
Изучение наиболее эффективных приемов работы	Нормирование всех процессов с учетом их рационального распределения во времени и пространстве
	Оптимизация деятельности

Планирование времени для того или иного вида самостоятельной работы необходимо делать с учетом биологических особенностей индивидуума.

Студент приходит в вуз с определенным социальным и бытовым опытом, опытом обучения. Задачей педагога является помощь учащимся в выявлении личного опыта, его анализе и совершенствовании. Эту задачу можно решить, применяя такие формы занятий, как дискуссия, решение конкретных профессиональных задач с учетом уровня знаний студента на момент данного занятия, деловые и ролевые игры. Все эти формы занятий позволяют формировать и развивать как общекультурные компетенции («ОК-1», «ОК-2», «ОК-3», «ОК-6», «ОК-10», «ОК-11», «ОК-12», «ОК-13»), так и профессиональные («ПК-1», «ПК-1», «ПК-3», «ПК-4», «ПК-1», «ПК-6», «ПК-1», «ПК-9», «ПК-10», «ПК-12»). Кроме того, иллюстрирование теоретических знаний примерами из жизненного опыта учащихся способствует их восприятию студентами как лично значимых, положительно воздействуя, таким образом, на развитие целеполагания, ценностных ориентаций и мотивационной сферы личности.

Главным стимулом обучения студентов является решение ими важной жизненной проблемы, достижение конкретной цели – получение высшего профессионального образования. Источниками формирования у них полноценной познавательной мотивации и целеполагания являются осознанные профессиональные потребности. Готовность к обучению определяется пониманием того, что содержание образования, его результаты предполагают возможность применения в профессиональной деятельности. Содержание образования должно быть ориентировано на морально-психологическую, теоретическую и практическую подготовку студентов к выполнению вполне конкретных социальных ролей, должно способствовать профессионально-личностному развитию учащихся. Выпускник вуза должен быть профессионально и психологически готов к выполнению определенной профессиональной деятельности, должен приобрести необходимые компетенции, чтобы суметь проявить компетентность в своей профессиональной области.

Во время обучения в вузе студенты применяют осваиваемые знания и умения в реальной профессиональной деятельности – на производственной практике. Одним из довольно эффективных методов обучения является дальнейшее обсуждение достоинств и недостатков существующей профессиональной практики, разбор теоретических основ изучаемого явления, рекомендации по устранению тех или иных недостатков практики.

В учебном процессе следует ориентировать студентов на совместную с педагогами деятельность в качестве полноправных партнеров. Сотворчество субъектов образования способствует созданию подлинно демократической атмосферы на занятиях, раскрепощению учащихся, проявлению креативности, побуждает их к самовыражению, реализации собственного творческого потенциала. Эвристические и исследовательские методы обучения, с акцентом на групповые формы работы (проектные) являются особенно эффективными. Такое обучение становится не только эффективным средством познания, но и средством ценностного осмысления личностью своего отношения к миру, к профессии, к самому себе.

Объектом педагогической деятельности являются те условия, которые необходимо создать преподавателю и остальным участникам образовательного процесса для развития активности, самостоятельности, инициативы, интересов студента, для формирования его компетенций и организации, способствующей этому процессу образовательной среды. Рассмотрим некоторые методы и подходы, используемые в преподавании.

Отметим, что переход к компетентностному подходу предполагает изменение отношения преподавателя и студента. Студент превращается из обучаемого, то есть от того, на кого воздействуют, передавая известные образцы знаний, умений, навыков, в обучающегося, то есть в того, кто самостоятельно создает образ мира посредством активной, творческой деятельности. Соответственно, даже такая традиционная форма обучения как лекция тоже должна меняться.

Традиционная лекция представляет собой систематическое, последовательное, монологическое изложение учебного материала, как правило, теоретического характера. Лекция освещает фундаментальные понятия науки, несет современное представление об изучаемой проблеме. Новый подход к чтению лекций предполагает, что давая опорные знания, во время лекции необходимо формировать у студента стремление к самостоятельной оценке и суждению по теоретическим и прикладным вопросам изучаемой области знания. Это возможно, если лектор акцентирует внимание на нерешенных вопросах и на том, как найти дополнительную информацию, то есть когда лекция не дается как набор фактов, формул и цифр, а учит думать, рассуждать, проводить анализ и синтез поставленной проблемы.

Семинары или практические занятия также могут способствовать рождению самостоятельной личности. Рассмотрим некоторые специфические возможности такого занятия, если применяются разные типы учебного диалога (либо между преподавателем и студентом, либо между студентами): диалог-беседа, диалог-диспут, диалог-дискуссия. При этом происходит обучение постановке вопросов, работе в парах, группах и обучение ведению дискуссии (устному высказыванию, рассуждению), а также формирование рефлексии.

Результатом занятий с использованием диалога являются: формирование ценностно-смысловой компетенции студентов и преподавателей, наблюдается проявление личностных компетенций участников диалога, проявление интеллектуального потенциала и, соответственно, происходит формирование социально-коммуникативной компетенции.

Во время диалога обязательным условием является ценностно-смысловое равенство всех участников, включая преподавателя, право каждого участника на ошибку, отсутствие критических замечаний в адрес любого участника. Предоставление свободы в рамках принятых правил дает ощущение внутренней свободы. В результате

диалог можно рассматривать как главный принцип взаимодействия, сотрудничества, сотворчества.

Организованный диалог как учебное занятие можно представить с использованием следующих вариантов:

1. *Статическая пара.* Участвуют двое учащихся либо оба со слабой подготовкой, либо один с хорошей подготовкой, а другой со слабой, либо два сильных учащихся. Во время диалога каждый из них по очереди исполняет роль учителя.

2. *Динамическая пара.* Диалог ведут четверо попарно, имея по одной четверти задания для обсуждения. Эту одну четверть задания каждый участник должен подготовить заранее. Приходится повторять этот диалог три раза, получая каждый раз новые сведения и подстраиваясь к индивидуальным особенностям каждый раз нового собеседника.

3. *Вариационная пара.* В этом случае каждый из четверых участников заранее готовит полностью свое задание, выполняет его, проверяет с преподавателем, а затем обсуждает свое задание трижды и по одному разу задание каждого из своих собеседников.

Такое коллективное взаимообучение позволяет совершенствовать навыки логического мышления, мобилизует и актуализирует предшествующие знания и опыт. При этом формируется адекватная самооценка личности, своих возможностей и способностей, достоинств и ограничений. Обсуждение одной информации с несколькими сменными партнерами увеличивает число ассоциативных связей, а следовательно, обеспечивает более прочное усвоение материала.

Диспут – это спор, состязание, защита своей точки зрения или идеи. Во время диспута можно отработать постановку проблемы, решить ее и подвести итоги. Разумеется, любой диспут необходимо готовить, сообщая студентам тему заранее. Например, при изучении физики проявилась проблема: наличие силы трения в любом движущемся механизме. Организуем диспут для обсуждения роли силы трения для правильного функционирования современного легкового автомобиля и тех возможностей, которые могут либо создать нужное трение, либо предотвратить его возникновение.

Дискуссия представляет собой способ организации совместной деятельности, помогающий выработать общее решение проблемы. Дискуссия является одним из активных методов обучения. Конкретные формы и приемы дискуссии обусловлены задачами групповой деятельности и учитывают методы анализа конкретных ситуаций.

Одним из важнейших методов развития и формирования компетенций студента является лабораторный практикум. Выполнение лабораторных работ не только способствует развитию практических навыков и умений, но и стимулирует развитие теоретического и логического мышления, одновременно развивая навыки математических вычислений. Выполнение лабораторной работы можно разделить на несколько этапов.

**Этап 1.** Ознакомление с описанием лабораторной работы требует когнитивной, информационно-организующей, ориентировочно-регулятивной, поисковой и аналитической компетенции.

Этот этап включает ознакомление с теоретическим описанием изучаемого явления, с экспериментальным заданием. Для проверки подготовки к выполнению данной работы необходимо ответить на контрольные вопросы.

В результате учащийся должен усвоить, в чем состоит явление, которое он будет изучать, какие физические законы при этом выполняются, как работает лабораторная установка, какие физические величины будут измеряться непосредственно в опыте (прямые измерения), а какие величины будут рассчитываться (косвенные измерения).

**Этап 2.** Составление конспекта лабораторной работы требует информационно-регулятивной компетенции и аналитической компетенции.

Результатом составления конспекта должен стать анализ текста описания лабораторной работы, выделение в нем главных позиций, анализ собственного понимания поставленной задачи. Если необходимо, следует уточнить возникшие вопросы с помощью другой учебной литературы.

**Этап 3.** Выполнение эксперимента дает учащимся возможность развить исследовательскую и даже эвристическую компетенцию.

Результатом экспериментальной части лабораторной работы станет формирование навыков практической работы с оборудованием, навыков перехода от словесного описания задания к соответствующим действиям.

**Этап 4.** Обработка результатов эксперимента заставляет приобрести конструктивную, информационно-регулятивную и поисковую компетенции.

Учащийся приобретает умение проводить математические расчеты, а также анализировать логичность полученных результатов, их соответствие теории. Важной чертой этого этапа является также приобретение учащимся умения чертить графики и их анализировать, получать из этого анализа необходимую информацию.

**Этап 5.** Отчет о выполнении лабораторных работ. Учащийся приобретает информационно-организующую, предметно-когнитивную и аналитическую компетенции.

Во время подготовки отчета учащийся обязательно должен повторить необходимые теоретические вопросы, что позволит ему углубить и расширить знания в рассматриваемой области. Повторение способствует лучшему усвоению теоретического материала, его запоминанию.

Выполнение лабораторных работ является очень важным инструментом творческого воспитания личности и развития деловых качеств. Особенно следует подчеркнуть роль лабораторных работ в развитии навыков работы в команде, ведь другие виды учебной деятельности практически являются индивидуальными, за исключением курсового проекта (если предполагается коллективная работа).

Курсовые работы – индивидуальная демонстрация сформированных к началу ее выполнения компетенций. Как правило, курсовая работа выполняется по заданной преподавателем теме, но для ее качественного выполнения необходима самостоятельная работа.

Например, необходимо изучить разные источники, касающиеся предложенной темы, провести соответствующий анализ, обработку полученного материала, оформить в соответствии с правилами вуза.

Курсовой проект – возможность проявления тех компетенций, которые связаны с коллективной работой. Проект представляет собой работу, направленную на решение конкретной проблемы, на достижение оптимальным способом заранее запланированного результата. Проект должен обязательно иметь ясную, реально достижимую цель. Отличительной особенностью проекта является необходимость предварительного планирования. Весь путь от исходной проблемы до реализации цели проекта необходимо разбить на отдельные этапы со своими промежуточными задачами для каждого из них; определить способы решения этих задач и найти ресурсы для этого; разработать подробный график работы с указанием сроков реализации каждого этапа проекта. Работа над проектом связана с поиском и отбором необходимой информации, может быть, с проведением экспериментов и исследований, обязательно связана с обобщением и анализом полученных данных в сравнении с уже известными данными по теме проекта. В результате необходимо сформулировать выводы и способ решения задачи, поставленной перед началом работы над проектом. Должен быть оформлен отчет по проекту, и подготовлена его презентация. Презентация проекта не только рассказывает о ходе работы и показывает ее результаты, но и демонстрирует приобретенные авторами компетенции, предполагает рефлексивную оценку авторами проекта своей собственной работы в ходе его выполнения. Важнейший элемент проектной работы – приобретение навыков работы в команде и формирование коммуникативной и социально-трудовой компетенций.

Проектная деятельность дает возможность реализовать познавательный мотив, так как предоставляет участникам проекта максимальную свободу выбора реализации выбранной темы. Работая над проектом можно приобрести новые знания и опыт в интересующей сфере и сразу применить их на практике.

Например, имея в качестве темы проекта изучение системы отвода выхлопных газов легкового автомобиля с целью ее улучшения, осваиваются системный анализ технического объекта, функционально-физический анализ, эвристические методы изучения ТО, а также творческие методы изобретения нового для уже известного ТО. Кроме того, происходит знакомство с историей вопроса, предлагается прогноз на будущее, составляется жизненный цикл изучаемой системы. Разумеется, отчет по проекту и его презентация также являются самостоятельным продуктом работы студентов, что позволяет им использовать информационные технологии.

Проектная работа может быть использована и при изучении фундаментальных дисциплин. Например, при изучении раздела физики «Колебания и волны» студенты получают в качестве темы проекта «Определение наличия колебаний, их типа и влияния на функционирование двигателя автомобиля» или «Изучение стоячих волн на примере работы системы отвода выхлопных газов легкового автомобиля».

Следует отметить, что в ходе реализации проекта необходимо научиться выявлять и разрешать технические и физические противоречия. Кроме того, поскольку работа над проектом, как правило, осуществляется коллективом, необходимо научиться разрешать и коммуникативные противоречия. Причем требуется не только выявить противоречие, но рассмотреть его с различных позиций, что должно побудить стремление к сравнениям, обобщениям, выводам и сопоставлению фактов, постановке конкретных вопросов.

Одним из коллективных методов обучения является метод развивающейся кооперации, созданный Т.Ф. Акбашевым (разновидность проектного метода в соединении с деловой игрой). Для него характерна постановка задач, которые трудно выполнить в индивидуальном порядке и для которых нужна кооперация, объединение учащихся с распределением внутренних ролей в группе.

Основными приемами данного метода обучения являются:

- индивидуальное, затем парное, групповое, коллективное выдвижение целей;

- коллективное планирование учебной работы;
- коллективная реализация плана;
- конструирование моделей учебного материала;
- конструирование плана собственной деятельности;
- самостоятельный подбор информации, учебного материала;
- игровые формы организации процесса обучения.

Одним из очень важных и нужных результатов коллективной работы становится развитие критического мышления, которое начинается с пробуждения имеющихся знаний, интереса к получению новой информации, осмыслению этой информации и последующей рефлексии, что означает рождение нового знания. Таким образом, происходит формирование основ рефлексии, самооценки и взаимной оценки, а также определение наиболее рациональных способов совершенствования своих знаний и умений.

Еще одним видом развития и формирования компетенций являются деловые (ролевые) обучающие игры – демонстрация совместной активности преподавателей и студентов. Методика проведения деловых игр включает следующие этапы:

- Составление плана игры.
- Написание сценария, включая (руководство для ведущего, правила и рекомендации для игры), инструкции для игроков.
- Подбор информации; средств обучения.
- Разработка способов оценки результатов игры.

Игра является методом эффективного обучения, поскольку снимает противоречия между абстрактным характером учебного предмета и реальным характером профессиональной деятельности. Деловая игра является имитацией рабочего процесса, моделированием и упрощенным воспроизведением реальной производственной ситуации. Участникам игры предлагается решить задачи из ежедневной профессиональной деятельности. Применение деловых игр позволяет отработать профессиональные компетенции участников и дает возможность оценить:

- уровень владения этими компетенциями;
- особенности мыслительных процессов;

- уровень коммуникативных компетенций;
- личностные качества участников.

Профессиональные компетенции предполагают наличие стратегического, тактического, аналитического мышления, умение прогнозировать ситуацию, умение принимать решение.

Действующими лицами деловой игры являются участники, организуемые в команды, и выполняющие индивидуальные или командные роли. При этом и модель, и действующие лица находятся в игровой среде, представляющей профессиональную, социальную или общественную деятельность специалистов в имитируемой игре.

Работа в команде, как правило, ориентирована на достижение общей цели, что требует от участников открытости в общении, восприятия конструктивной критики, уважения к другим участникам, готовность оказать им помощь. Работа с командой означает способность организовывать деятельность членов команды на достижение определенной цели, то есть проявление лидерских качеств. Как ясно из этого перечисления, результатом коллективной работы является формирование коммуникативной, социально-трудовой, организационно-регулятивной компетенций.

Вся игровая деятельность происходит на фоне и в соответствии с дидактической моделью игры, включающей как игровую модель деятельности, так и систему оценивания, и все то, что служит обеспечением достижения учебных целей игры. Например, игра «Ярмарка изобретений» имеет целью (с точки зрения Теории Решения Изобретательских Задач - ТРИЗ) научиться строить желаемый конечный результат, то есть научиться осознавать и формулировать (строить вербальную модель) желаемого. В ТРИЗ таким результатом является Идеальное Конечное Решение без оценки реальных возможностей. Умение разделять во времени этапы генерирования идей и их оценки – одна из задач при обучении ТРИЗ.

В общем виде целями использования метода деловых игр являются:

- формирование познавательных и профессиональных мотивов и интересов;

- воспитание системного мышления специалиста, включающее целостное понимание не только природы и общества, но и себя, своего места в мире;
- передача целостного представления о профессиональной деятельности и её крупных фрагментах с учётом эмоционально-личностного восприятия;
- обучение коллективной мыслительной и практической работе, формирование умений и навыков социального взаимодействия и общения, навыков индивидуального и совместного принятия решений;
- воспитание ответственного отношения к делу, уважения к социальным ценностям и установкам коллектива и общества в целом;
- обучение методам моделирования, в том числе математического, инженерного и социального проектирования.

Деловые игры, несмотря на практическую значимость, приемлемы лишь в качестве дополнительного метода обучения в органической связи с теоретическими занятиями. Они, в основном, не предполагают выработку единственного верного решения. Их ценность состоит в стимулировании большого количества идей и способов их реализации, в неоднозначности принимаемых решений, характер которых определяется конкретной учебной ситуацией.

В настоящее время разрабатывается много компьютерных деловых игр, которые могут быть как коллективными, так и индивидуальными. В последнем случае такая компьютерная деловая игра может быть частью дистанционного обучения, то есть будет представлять собой самостоятельную работу обучающегося.

Следует подчеркнуть, что в связи с актуализацией задачи обеспечения качества высшего профессионального образования сама функция оценивания учебной деятельности студентов приобретает новый смысл. Прежде всего, изменяется понимание миссии, которую выполняет процедура оценивания. Сегодня функция оценивания не сводится только к выявлению недостатков освоения учебных программ, а рассматривается, главным образом, как средство критического анализа образовательного процесса, предпола-

гающего определение направлений его улучшения. Следовательно, любая оценка должна рассматриваться не только как фиксация итогов, а как точка, за которой следует новый этап развития и повышения качества образования.

В связи с этим процесс оценивания можно интерпретировать как создание и использование конструктивной обратной связи в системе «преподавание – освоение образовательной программы – оценка – улучшение – преподавание». Ясно, что оценивание уровня сформированности компетенций представляет собой сложную многокритериальную задачу определения соответствия результатов обучения требованиям Федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования и предприятий-работодателей. При этом необходимо учитывать тесную взаимосвязь двух сторон учебного процесса – путей и способов формирования компетенций и методов оценки степени их сформированности.

Формы контроля должны быть продолжением методик обучения, позволяя студенту более четко осознавать его достижения и недостатки, корректировать собственную активность, а преподавателю – направлять деятельность обучающегося в необходимое русло. Компетентностно-ориентированный образовательный процесс подразумевает ответственное отношение студента к процессу и результатам собственного обучения.

Процесс формирования компетенций выпускников технических вузов реализуется в ходе теоретического и практического обучения, учебной, научной и исследовательской деятельности студентов, включая их самостоятельную работу, а различные виды аттестации (текущая, промежуточная и итоговая) предназначены для подтверждения сформированных компетенций. На каждом этапе обучения необходимо использовать идентификаторы компетенций и соответствующие им квалитетические шкалы. Идентификаторами компетенций должны служить не только приобретенные знания, умения и навыки, но и личностные характеристики студентов и выпускников – коммуникабельность, способность к самостоятельному приобрете-

нию и продуцированию недостающих знаний, готовность к работе в команде и принятию решений в профессиональной деятельности.

Итак, формирование компетенций должно контролироваться. Прежние виды контроля – письменные контрольные работы, ответы на тесты, домашние задания, коллоквиумы, экзамены – остаются важными и основными формами контроля. Кроме того, формой контроля сформированных компетенций может быть результат выполнения проектного задания или участия в деловой игре, а также участие в диспутах и дискуссиях в учебном процессе. Проверая сформированность той или иной компетенции можно и нужно применять способ определения возможного поведения выпускника или его действия для проявления рассматриваемой компетенции. Пример приведен в табл. 4.

Таблица 4

Пример определения сформированности компетенции

Компетенции	Конкретные действия учащегося, лежащие в основе компетенций	Расшифровка действий учащегося при аттестации приобретенной компетенции
1	2	3
Работа с профессионально-ориентированной информацией	Правильно употребляет и проводит понятийный и логический анализ содержания	Формирует понятийный аппарат, необходимый для ответа
		Показывает правильное понимание профессиональной лексики
		Владеет системой профессиональных понятий
Работа с профессионально-ориентированной информацией	Выявляет причинно-следственные связи, внутрипредметные и межпредметные связи	Понимает связь теории с практикой
		Видит проблему в системе других наук и других проблем
		Определяет круг научных знаний (дисциплин), необходимых для решения профессиональных проблем

Продолжение табл. 4

1	2	3
Работа с профессионально-ориентированной информацией	Анализирует и представляет профессионально-ориентированную информацию	Структурирует профессиональную информацию
		Умеет провести ретроспективный анализ проблемы
		Четко и логично излагает научную теорию
Организация профессиональных коммуникаций	Строит свою речь в соответствии с языковыми и этическими нормами	Владеет навыками профессионального общения
		Актуализирует и защищает свои взгляды
		Вступает в диалог, применяя профессиональную терминологию
	Использует приемы саморегуляции поведения в процессе межличностного общения	Управляет своим психологическим состоянием
		Точно и выразительно произносит монолог
		Правильно выбирает стратегию взаимодействия в общении

Главным требованием к средству оценки является валидность, то есть способность данного средства оценки измерять именно ту компетенцию, которую оно призвано измерять. К дополнительным универсальным требованиям относятся точность и надежность.

Тесты, контрольные работы, экзамены и все перечисленные выше формы контроля требуют составления заданий. Методологическим ключом к построению банка заданий является связь между компетенциями и успешным решением задач профессиональной деятельности, социальным участием и личным ростом. Задание – элемент творческого мышления, соответственно решение задания позволяет проявить сформированные в процессе учебы компетенции. Соответственно контрольные и учебные задания должны моделировать в учебной ситуации деятельность по решению данной

профессиональной задачи (полностью или в отдельных аспектах). Подходящими здесь будут имитационные задания, воспроизводство алгоритмов решения задачи, анализ кейсов, деловые и ролевые игры, проектные задания, выполнение задач на практике и т.д.

Задания могут быть разной направленности. Для оценки уровня сложности задания можно воспользоваться принципом неопределенности или принципом креативности. Оба принципа схожим образом классифицируют задания. Например: стандартный тест множественного выбора (выбор правильного ответа из закрытого перечня вопросов) одновременно будет и заданием на воспроизводство (правильного ответа), и заданием с высоким уровнем определенности (определены и условия, и правильный результат). Стандартный кейс (достаточно полное описание ситуации с необходимостью выдвижения решения той или иной проблемной ситуации) будет в обоих случаях отнесен к продвинутым заданиям (определены условия, но не результат, главное в кейсах – умение использовать полученные знания для решения практической задачи).

Для создания кейсов требуется:

- постановка цели, выбор идеи, систематизация информации, формулирование задачи;
- разработка структуры и содержания кейса;
- разработка модели оцениваемых компетенций;
- разработка инструкций по использованию кейсов;
- разработка критерия оценивания компетенций;
- формирование шкалы оценивания;
- рекомендации по интерпретации результатов оценивания.

В процессе оценки сформированности компетенций кейсы применяются для:

- отбора наиболее подготовленных студентов;
- выбора направлений при профориентации;
- выбора направлений практики и стажировки;
- создания атмосферы конкуренции, сотрудничества, лидерства.

Разные типы заданий приведены в табл. 5.

## Разные типы заданий

Задания на общий объем полученных знаний, память и их последующее использование	Задания профессионального характера	Задания в условиях неопределенности (компетентностно-ориентированные)
Знание фактов	Интенсивность или завершенность действия (полностью или частично решена поставленная задача)	Задания с лишними данными (данных больше, чем необходимо для решения)
Знание связей	Масштабность воздействия (количество объектов, на которые оказывается воздействие при решении профессиональной задачи, задействованные ресурсы, масштабы проблемы и последствий принятого решения)	Задания с противоречивыми данными
Прагматическое использование (в профессиональной деятельности)	Количество времени, затраченного на решение задачи	Задания, в которых данных недостаточно для решения
Владение методами исследований в конкретной области	Уникальность принятого решения или действия (насколько оно было творческим или стандартным, типичным)	Многовариантные задания (имеют несколько вариантов решения)
Творческий уровень (самостоятельное получение нового знания, новых связей)		Комплексные задания (состоят из нескольких частей различной сложности)

Кроме того, учитывая необходимость социализации современного инженера, необходимо формировать у него компетенции, свя-

занные с оценкой ситуации, личности, поступка с точки зрения общих правовых и этических норм и с точки зрения специальных разделов права и норм профессиональной этики, которые характерны для определенного вида профессиональной деятельности.

Соответственно в заданиях должно быть включены:

- знание норм, характеризующих данную профессиональную деятельность, в том числе с точки зрения общечеловеческих ценностей;
- способность оценить ситуацию, поступок с точки зрения социальных норм, сформировать и аргументировать собственное отношение;
- способность сделать вывод, принять решение, действовать в соответствии с личностно принятыми нормами.

Используя такого рода задания, студенты смогут, с одной стороны, провести самодиагностику уровня сформированности компетенций, с другой, – использовать их для формирования выделенных компетенций и корректировки уровня их сформированности.

Методы и формы оценки могут варьироваться, в зависимости от конкретных целей, на той или иной стадии обучения. Для максимального приближения системы оценивания и контроля уровня сформированности компетенций помимо индивидуального оценивания могут использоваться и групповые оценочные процедуры и возможности взаимооценки каждого в группе.

Творческое задание (например, написание статьи по теме) будет относиться в обеих системах к сложным заданиям, точно так же, как и некоторые проектные задания или деловые игры открытого типа.

Компетентностно-ориентированные задания требуют использования знаний в условиях неопределенности, за пределами учебной ситуации, организуют деятельность студента, не требуют воспроизведения им информации или отдельных действий.

Ответ на задание «не знаю» демонстрирует способность студента к рефлексии и позволяет работать в режиме, который не провоцирует на угадывание ответа. В некорректных или неопределен-

ных заданиях проверяется умение учащегося анализировать условия задачи.

Еще одним методом оценки компетенций студентов является применение в процессе учебы метода модульно-рейтинговой системы оценки. Модульно-рейтинговая система предполагает разделение учебного материала на логически завершенные части (модули), после изучения которого предусматривается аттестация в форме контрольной работы, теста, коллоквиума и т.д. Работы оцениваются в баллах, сумма которых дает рейтинг каждого учащегося. Модульно-рейтинговая система подходит для оценки компетенции в силу того, что в баллах оцениваются не только знания и навыки учащихся, но и творческие их возможности: активность, неординарность решений поставленных проблем, умение организовать группу для решения проблемы и т.д. Максимальное количество баллов – 100.

Каждый модуль включает обязательные виды работ – лабораторные, практические, семинарские занятия, домашние индивидуальные работы, а также дополнительные работы по выбору (участие в олимпиаде, написание реферата, выступление на конференции, участие в научно-исследовательских работах студенческих или как участник в составе команды преподавателей какой-либо кафедры, решение задач повышенной сложности, выполнение комплексных усложненных лабораторных работ).

В последнее время все большую популярность завоевывает метод составления портфолио студента. Для отбора документов в портфолио учащимся предлагается, например:

- выбрать три лучшие работы из написанных при изучении конкретного курса;
- выбрать работу из начала, середины и конца курса;
- выбрать работы, лучше всего демонстрирующие определенные навыки;
- из перечисленных типов работ выбрать по одной (например: анализ текста; эссе; научная статья; рецензия на работу однокурсника и т.п.).

Все эти материалы, собранные в портфолио студента, свидетельствуют об его уровне образования и духовной эволюции. Портфолио позволяет выяснить не только то, что знает обучающийся, но и как он пришел к этим знаниям, подталкивает к диалогу между преподавателем и учащимся. При этом важно, что учащийся сам решает, что именно будет входить в его портфолио, то есть вырабатывает навыки оценки собственных достижений. В результате можно составить четкое представление о студенте и о компетенциях, сформированных в течение учебного процесса. Более того, можно проследить, как происходил процесс формирования компетенций.

Полезно составить матрицу согласования компетенций, функций и задач профессиональной деятельности. Такая матрица показывает, в решении каких профессиональных задач наиболее отчетливо проявляется та или иная компетенция. И наоборот – какие компетенции важны для решения тех или иных профессиональных задач. Важно подчеркнуть, что каждая компетенция может проявляться в решении множества задач, и наоборот – каждая задача может требовать проявления множества компетенций. При помощи матрицы согласования компетенций, функций и задач профессиональной деятельности можно получить важнейшую связь – компетенции и средства их оценки.

Компетенциям сейчас отводится важная роль в политике и практике управления персоналом. В некоторых организациях набор компетенций используется в конкретных целях, в других - понятие компетенции находится в центре всей работы с персоналом. На рис. 4 представлен макет построения компетенций с указанием методов формирования той или иной характеристики компетенции.

Для успешной работы любой организации (и государственной, и частной) необходимо создать модель компетенций, основная идея которой заключается в ясном представлении о состоянии и развитии качеств и поведенческих характеристик сотрудников, необходимых для эффективной реализации стратегии компании. Стандартизированный набор компетенций, в сущности, представляет собой набор из точных и четких профилей идеальных сотрудников и, соот-

ответственно, коллектива. Точно определяя поведенческий портрет сотрудника (профиль успеха, отображающий необходимые качества, характеристики и степень выраженности каждой из характеристик), организация системно подходит к управлению мотивацией, повышению уровня управленческой культуры и эффективности отдачи персонала.



Рис. 4. Макет построения компетенций

Внедрение модели компетенций — это запуск механизма преобразования «неэффективных» сотрудников в «эффективных».

Модель компетенций специалиста, необходимого на данном конкретном участке работы, дает возможность создать такой набор критериев, который непосредственно связывает широкий спектр конкретных видов деятельности с управлением персоналом.

Набор общих критериев управления персоналом имеет два важных преимущества:

- возможность разработки общего языка для описания эффективности работы целой организации. А общий язык помогает установлению понимания между сотрудниками различных отделов и разных уровней организации. Например - единого для всех понимания: что такое хорошее руководство и что означает эффективная работа в команде;
- возможность достижения высокого уровня согласованности при оценке работника, при отборе кандидатов на поощрение. Все

эксперты будут одинаково понимать ценные качества работника и знать, что необходимо оценить, а что можно проигнорировать.

Определяя миссию своей компании, стратегию развития, основные цели и задачи, руководство неизбежно встает перед определением стержневой (ключевой, основной) компетенции организации, которая отражает ресурсы и возможности бизнеса, обеспечивающие его конкурентоспособность. Стержневая компетенция организации определяет требования к профессиональным навыкам и социальным характеристикам сотрудников, призванных реализовать основную компетенцию компании для выполнения миссии организации.

Существуют профессиональные компетенции, а также компетенции, владение которыми необходимо каждому работающему человеку, живущему в стремительно развивающемся информационном обществе. Примерами тому являются:

- управленческие компетенции;
- организационные навыки;
- коммуникативные навыки;
- умение проводить презентацию;
- умения, необходимые для управления проектами;
- умение работать в команде;
- надежность;
- ответственность;
- умение продвигать дело и влиять на людей;
- интернациональность.

Чем меньше у работника необходимых для работодателя базовых компетенций, тем сложнее компании соответствовать изменяющимся требованиям современного профессионального мира. В табл. 6 приводятся шаги, необходимые для внедрения базовых компетенций и инструментарий для их оценки.

Метод «деловая игра» стал одним из часто используемых для оценки компетенций сотрудников и для формирования необходимых для компании компетенций. Проблемно-ориентированная деловая игра проводится обычно не более 3-х дней. Она позволяет сгенери-

ровать решение множества проблем и наметить пути развития организации, запустить механизм реализации стратегических целей.

Таблица 6

Базовые компетенции: внедрение и оценка

Методика внедрения модели базовых компетенций	Инструментарий оценки и развития базовых компетенций
Определение и конкретизация стандартов поведения	Создание и работа ассесмент-центра (assessment centre)
Оценка рабочего места (профиля позиции)	План развития с учетом оценки сотрудников
Информирование всех сотрудников организации о необходимых компетенциях	Тренинг для сотрудников
Обсуждение в группах, согласование	Сессии, семинары, конференции
Аттестация, оценка персонала	Аттестация персонала - обобщение, создание программы индивидуальных и корпоративных компетенций для сотрудников компании

Применение деловых игр позволяет выявить и проследить особенности психологии участников. Поэтому деловые игры часто используются в процессе отбора кадров. С их помощью можно определить:

- уровень деловой активности кандидата на ту или иную должность;
- наличие тактического и (или) стратегического мышления;
- скорость адаптации в новых условиях (включая экстремальные);
- способность анализировать собственные возможности и выстраивать соответствующую линию поведения;

- способность прогнозировать развитие процессов;
- способность анализировать возможности и мотивы других людей и влиять на их поведение;
- стиль руководства, ориентацию при принятии решений на игру «на себя» или «в интересах команды» и мн. др.

Деловые игры позволяют получить более-менее ясное представление о том, как человек будет себя вести в команде, что весьма важно для руководителя. Кто из членов команды станет естественным лидером, кто — генератором идей, а кто будет предлагать эффективные пути их воплощения.

За последние годы значение базовых компетенций значительно возросло. Сегодня социальная компетентность является одной из составляющих, определяющей профессионализм специалиста. Знания, особенно профессиональные, устаревают с поразительной быстротой и становятся неактуальными, поэтому даже глубокое знание профессии является лишь одним из «столпов» компетентности, профессионализма специалиста. Поддержание профессиональных знаний в актуальном состоянии представляет другой «столп» компетентности - готовность к «пожизненному» обучению.

Чтобы достичь эффективного использования компетенций, нужно:

- избегать неясности в определении компетенций;
- структурировать компетенции так, чтобы использовать их было легче;
- понимать роль и знать технику применения компетенций в работе;
- составлять компетенции в соответствии со стандартами качества.

Эти тенденции изменяют требования к компетентности современных специалистов. Одним из важных выводов, как уже было сказано, является вывод о необходимости обязательно совершенствовать приобретенный при обучении профессионализм в течение всей жизни. Развитие соответствующей типологии компетенций важно для того, чтобы выровнять процесс обучения с потребностями тру-

дового рынка и обеспечить мобильность трудовых ресурсов (вертикальную, как развитие карьеры, горизонтальную, как ротацию между производственными секторами и пространственную, то есть территориальную, как возможность изменить место жительства и компанию).

Еще одной важной характеристикой как для любой компании, так и для выпускника вуза, который ищет работу, является, так называемый Профиль должности. Описание должностей должно быть выполнено в той степени подробности и содержать такую информацию, чтобы созданный профиль являлся эталоном должности и содержал все требования, соблюдение которых будет обеспечивать выполнение сотрудником своих обязанностей с требуемым качеством и в необходимые сроки. Наличие подробного Профиля должности позволяет получить исчерпывающую информацию о самой должности.

Профиль должности должен включать в себя следующую информацию:

1. Место должности в общей организационной структуре предприятия.
2. Функциональные обязанности должности.
3. Профиль профессиональных компетенций.
4. Личностный профиль.
5. Формальные требования к сотруднику, выполняющему обязанности должности.

Этот перечень следует воспринимать как минимум. Однако без профиля профессиональных компетенций в системе профилирования должностей и оценки персонала возможно возникновение значительных ошибок как при выборе кандидатов, так и при оценке уже работающего персонала.

До появления Профиля должности как метода оценки должность чаще всего описывали с помощью профессиограммы (см. главу «Психология труда»). Однако ни тот ни другой метод не дает возможности описать должность полноценно, поскольку их задача – создать профиль профессии.

В текущих условиях должность и профессия – понятия уже давно не идентичные. Практически каждая должность включает в себя несколько профессиональных специализированных областей. А посему попытка описать должность с профессиографической точки зрения не приведет к должному результату, если должность является сплавом знаний, умений и навыков нескольких профессиональных специализаций.

В идеале каждый Профиль должности должен содержать и систему методов оценки, направленных на определение уровня выраженности профессиональных компетенций кандидатов. Это могут быть интервью по компетенциям, тесты профессиональных знаний, специальные профессиональные кейсы. В этом случае появляется стандарт оценки кандидатов, позволяющий не только оценить отдельно взятого кандидата, но и провести сравнительный анализ результатов нескольких соискателей на должность.

В Профиль должности должен быть включен личностный профиль сотрудника, обеспечивающий требуемое качество выполнения им рабочих задач в рамках занимаемой должности.

Имеет смысл включать в такой Профиль описание только тех личностных свойств и качеств, которые оказывают существенное влияние на выполнение сотрудником задач должности, в том числе описать и когнитивный профиль, включающий в себя познавательные процессы, такие как: внимание, память, мышление. Важно не только обозначить эти процессы, но и определить уровень их выраженности, требующийся для конкретной должности.

Подробное описание Профиля должности, модель необходимых для данной должности компетенций, а также требования к личностным характеристикам, полученные в процессе поиска работы, помогут выпускнику сориентироваться на рынке труда. Соответственно, имея описание компетенций, приобретенных тем или иным соискателем данного места работы в процессе обучения или на предыдущем месте работы, помогут понять, подходит ли данный соискатель для работы в данной компании. Работодатели оказывают пристальное внимание компетенциям, относящимся к интеллек-

туальной деятельности, например, к анализу проблем и принятию решений, к действиям по достижению конкретных результатов, а также к тем компетенциям, которые определяют взаимодействие с другими людьми.

Профессионализм является интегральным качеством субъекта труда, которое характеризуется продуктивным выполнением профессиональных задач и обусловлено творческой самостоятельностью и высоким уровнем профессиональной самоактуализации. Именно это качество является наиболее желанным на современном рынке труда.

## Контрольные вопросы

### Глава 1.

1. Предмет психологии труда.
2. Определение профессии.
3. Подразделы трудового процесса.
4. Определение действия.
5. Классификация действий.
6. Средства труда, предметы труда.
7. Рабочее место.
8. Режим труда и отдыха.
9. Методы психологии труда.
10. Профпригодность.
11. Аттестация работника.
12. Конфликтология.

### Глава 2.

1. Возникновение инженерной психологии.
2. Предмет инженерной психологии.
3. Основные задачи инженерной психологии.
4. Теоретико-методологические концепции инженерной психологии.
5. Методы, применяемые в инженерной психологии.
6. Моделирование, связь с эргономикой.
7. Эффективность профессиональной деятельности с точки зрения инженерной психологии.
8. Работник как часть системы «человек-машина».
9. Работник как «оператор».
10. Ошибки работника.
11. Инженерно-психологическое проектирование.
12. Особенности работы с компьютером.
13. Организационная психология.
14. Экологическая психология.



7. Структура компетенций на примере общекультурной компетенции ОК-1.

8. Подразделы профессиональных компетенций выпускника вуза. Примеры.

9. Состав профессиональных компетенций.

10. Самостоятельная работа студента: формы, методы, источники информации.

11. Принципы научной организации труда.

12. Формирование мотивации к обучению.

13. Методы формирования компетенций в учебном процессе.

14. Дискуссия.

15. Диалог.

16. Сотрудничество с преподавателем.

17. Диспут.

18. Лабораторный практикум.

19. Курсовые работы.

20. Курсовой проект.

21. Метод развивающейся кооперации.

22. Деловая игра.

23. Метод кейсов.

24. Портфолио.

25. Контроль качества образования.

26. Пример определения сформированности компетенции.

27. Виды заданий.

28. Компетенции как главное определение профпригодности работника.

29. Базовые компетенции с точки зрения работодателя.

30. Инструментарий работодателя для оценки и развития базовых компетенций работников.

31. Деловые игры как форма определения и развития компетенций работника.

32. Профиль должности с точки зрения необходимых компетенций.

## Литература

### а) основная

1. Психология труда: учебник / под ред. А.В. Карпова. - М.: Юрайт, 2011.
2. Основы инженерной психологии: учебник для студентов вузов / под ред. Б.А. Душкова. - Екатеринбург: Академический Проект, 2002.
3. Стрелков, Ю.К. Инженерная и профессиональная психология / Ю.К. Стрелков. - М.: Академия, 2005.
4. Кравченко, А.И. Психология и педагогика: учебник / А.И. Кравченко. - М.: ИНФРА-М, 2008.
5. Креативная педагогика. Методология, теория, практика / под ред. В.В. Попова и Ю.Г. Круглова. - М.: БИНОМ, 2011.

### б) дополнительная

1. Зимняя, И.А. Педагогическая психология: учебник / И.А. Зимняя. - М.: ЛОГОС, 2004.
2. Емельянов, С.М. Практикум по конфликтологии / С.М. Емельянов. - СПб: Питер, 2000.
3. Зинченко, В.П. Эргономика. Человекоориентированное проектирование техники, программного обеспечения и среды: учебник для вузов / В.П. Зинченко. - М.: 1998 (соавт. В.М. Мунипов).
4. Зинченко, В.П., Мунипов, В.М. Эргономика. Ориентированное на человека проектирование / В.П. Зинченко, В.М. Мунипов. - М.: Тривола, 1995. - 480 с.
5. Леонова, А.Б., Чернышева, О.Н. Психология труда и организационная психология: современное состояние и перспективы: хрестоматия / А.Б. Леонова, О.Н. Чернышева. - М.: Родикс, 1995. - 448 с.
6. Основы инженерной психологии: учебник / под ред. Б.Ф. Ломова. - М.: Высшая школа, 1986. - 448 с.
7. Стрелков, Ю.К. Психологическое содержание операторского труда / Ю.К. Стрелков. - М.: Российское психологическое общество, 1999. - 196 с.

8. Грачев, Н.Н. Психология инженерного труда / Н.Н. Грачев. - М.: Высшая школа, 1998.
9. Климов, Е.А. Введение в психологию труда / Е.А. Климов. - М.: Просвещение, 1988.
10. Пряжников, Н.С. Профессиональное и личностное самоопределение / Н.С. Пряжников. - Москва-Воронеж, 1996.
11. Шадриков, В.Д. Психология деятельности и способности человека / В.Д. Шадриков. - М.: Логос, 1996.
12. Государственные образовательные стандарты высшего профессионального образования: перспективы развития: монография / колл. авт. под ред. Я.И. Кузьмина, Д.В. Пузанкова, И.Б. Федорова, В.Д. Шадрикова. - М.: Логос, 2004.
13. Пископпель А. А. и Щедровицкий Л. П. Инженерная психология и эргономика (1958-1991): Справочник-Обзор. - М., 1996.
14. Н.Д.Завалова, Б.Ф.Ломов, В.А.Пономаренко. Образ в системе психической регуляции деятельности. - М., «НАУКА», 1986.
15. Марченко И.С. Формирование компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВПО. Международный журнал экспериментального образования, № 6, 2011.
16. А.А. Малышева, И.В. Невраева. Компетенции молодых выпускников вузов, обеспечивающие конкурентоспособность на рынке труда. Режим доступа: <http://www.youwe.tom.ru/nauka-i-stati/stati-prosto-o-slozhnom/kompetencija-molodyh-vypustnikov-vuzov/>
17. Сколько стоит профессионализм: Базовые компетенции эффективного менеджера. Режим доступа: <http://www.kadrovik-plus.ru/catalog/likbez/element.php?ID=1333>
18. С.В. Вихарева, Н.В. Воженникова, О.Г. Смирнова. Студенты и работодатели о двухуровневой системе подготовки и качестве университетского образования. ИНЖЕНЕРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ, № 6, 2010. Режим доступа: [http://aeer.cctpu.edu.ru/winn/magazine/m6/art\\_2.pdf](http://aeer.cctpu.edu.ru/winn/magazine/m6/art_2.pdf)
19. Компетенции и с чем их едят. Материалы Образовательного бюро «Солинг» (г. Москва; <http://soling.su>), Март 5th, 2011. Режим доступа: <http://futurefactor.ru/kompetencii-i-s-chem-ikh-edyat/>

## Оглавление

Введение .....	3
Глава 1. Психология труда .....	6
Глава 2. Инженерная психология.....	19
Глава 3. Особенности инженерного труда .....	41
Глава 4. Формирование компетенций инженера .....	67
Контрольные вопросы .....	114
Литература .....	117

Учебное издание

Татьяна Михайловна ТКАЧЕВА

ФОРМИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ  
КОМПЕТЕНЦИЙ ИНЖЕНЕРА:  
ПСИХОЛОГО-ДИДАКТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ

Учебное пособие

Редактор Ю.К. Фетисова

Компьютерный набор и верстка Ткачева Т.М.

Тем. план 2011 г., п.1

Подписано в печать	2011 г.	Формат 60x84/16
Печать офсетная	Усл. печ.л. 7,0	Уч.-изд.л. 5,7
Тираж 300 экз.	Заказ	Цена 100 р.
Ротапринт МАДИ.	125319, Москва, Ленинградский проспект, 64	