

В.С. Грызлов

УДК 591.513

Унификация программ инженерного образования

Череповецкий государственный университет
В.С. Грызлов

Статья посвящена вопросам унификации программ инженерного образования. Представлены профессиональная функциональная карта и обобщенный анализ компетенций, включенных в ФГОС ВО ряда инженерных направлений. Разработана структура базовых компетентностей и на их основе предложена компетентностно-модульная унифицированная модель инженерного образования.

Ключевые слова: унификация, инженерное образование, функциональная карта, компетентность, кредитно-модульная структура, образовательная программа.
Key words: unification, engineering education, functional map, competency, credit-modular structure, education programme.

Модернизация российского высшего образования, включающая переход на новые ФГОС ВО, многоуровневую подготовку и компетентностный подход, определила стратегическую цель «**формирование фундаментально-нацеленного, практико-ориентированного, инновационного высшего образования**». Это промышленно-инновационная стратегия, то есть организация соединения стратегии развития образования и науки со стратегией развития различных секторов отраслевой экономики.

Указанные три аспекта стратегической цели можно представить как:

- **Фундаментально-нацеленное** – это объединение направлений в рамках отраслей наук и формирование единых базовых образовательных блоков фундаментальной подготовки студента в рамках лучших традиций российского образования.
- **Практико-ориентированное** – это создание отраслевых функциональных моделей профессиональной деятельности как формализованных требований к организации образовательного процесса с глубокой практической доминантой.
- **Инновационное** – это компетентностная модель будущего специ-

алиста, основанная на принципе продуктивного освоения компетенций в направлении формирования профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности.

Профессиональное инженерное образование имеет преимущественно техническую направленность, базируется на фундаментальных основах естественных наук, теории жизнедеятельности и межличностных отношений, владении методами проектного менеджмента и коммуникативной активности. Это создает предпосылки унификации базового инженерного образования, его когнитивности и фундаментальной нацеленности.

Универсальность многих функций инженерной деятельности способствует применению интегративного подхода к образовательному процессу подготовки бакалавров технических направлений, задача которого – **разработать унифицированную модель учебного процесса, определяющую единые требования к общеинженерному образованию вне зависимости от его направления и предложить совокупность необходимых мероприятий для проектирования интегрированных образовательных программ.**

В Череповецком государственном университете ведется научно-методическая работа по формированию концептуальных основ унификации программ инженерного образования. В качестве экспериментальной базы были выбраны четыре направления подготовки бакалавров: 08.03.01. Строительство [1]; 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника [2]; 15.03.01 Машиностроение [3]; 22.03.02 Металлургия [4].

В процессе работы решалось несколько задач: разработка универсальной функциональной карты инженера; систематика компетенций и разработка интегральной компетентностной карты

инженера; проектирование кредитно-модульной структуры образовательного процесса.

Разработка универсальной функциональной карты инженера проводилась на базе обобщения квалификационных требований отраслевых профессиональных стандартов, профессиограмм (системы признаков, описывающих тот или иной вид инженерной деятельности), рекомендаций международно-признанных систем сертификации профессиональных инженеров (например: стандарт инженера АТЭС). Результаты, полученного обобщения приведены в табл. 1.

Таблица 1. Основные универсальные функции специалистов в области техники и технологии (функциональная карта)

Универсальные функции	Содержание
1. Функция общекультурной и профессиональной этики	Связана с познавательной, гражданско-общественной, социально-трудовой, культурно-досуговой и бытовой деятельностью.
2. Функция нормативных общетехнических знаний	Представляющая научный фундамент для проведения исследовательского анализа и технического прогнозирования, системного проектирования и концептуального технологического регулирования производства.
3. Функция анализа и технического прогнозирования	Направлена на выяснение технических противоречий и потребностей производства.
4. Функция исследовательской инженерной деятельности	Состоит в поиске принципиальной схемы технологического процесса, способе «вписать» намеченную к разработке задачу в рамки законов естественных и технических наук.
5. Функция конструкторская	Совокупность известных технических методов и элементов, которая обладает новыми функциональными свойствами, качественно отличается от всех прочих.
6. Функция проектирования	Техническая идея приобретает свою окончательную форму в виде чертежей рабочего проекта, что само по себе завершает период инженерной подготовки производства.
7. Функция технологическая	Связана с соединением технических процессов с трудовыми, чтобы, в результате взаимодействия людей и техники, затраты времени и материалов были минимальны, а техническая система работала продуктивно.

Универсальные функции	Содержание
8. Функция регулирования производства	Непосредственно на месте организовать труд рабочего с трудом других и подчинить совместную деятельность работников решению конкретной технической задачи.
9. Функция эксплуатации и ремонта оборудования	Отладка и техническое обслуживание машин, автоматов, технологических линий, контроль за режимом их работы.
10. Функция инвестиционно-экономическая	Заключается в постоянном анализе и планировании экономических результатов, увеличении эффективности производства и укреплении ее позиций на рынке.

В ФГОС ВО по техническим направлениям профессиональные функции представлены в разделе – характеристика профессиональной деятельности. Анализ этих характеристик подтверждает их смысловую аналогию с функциональной картой (табл. 2).

В общем виде функциональная карта должна разрабатываться в профессиональных отраслевых стандартах, которые обязаны задавать систему показателей, позволяющих установить степень соответствия деятельности работников, существующим требованиям рынка труда и представлять собой набор типовых профессиональных функций, свойственных той деятельности, которую человек осуществляет в рамках конкретной профессии. Выполнению профессиональных функций должно способствовать приобретение и развитие компетенций, которые в целом формируют профессиональную компетентность данного работника.

Комплекс компетенций представляет собой набор родственных поведенческих индикаторов, которые объединяются в несколько блоков и, в зависимости от смыслового содержания, образуют определенную структуру укрупненных групп – базовых компетентностей. Анализ компетенций, закрепленных в ФГОС ВО, позволяет провести их унификацию и структурирование по группам базовых компетентностей, аналогичных

профессиональным функциям (табл. 3). Понятно, что часть компетенций имеет отраслевое наполнение, но в системной модели они фактически идентичны.

Представленная функциональная карта, по своей сути, является перечнем практико-ориентированных задач, которые инженерное сообщество и работодатели ставят перед высшей школой для подготовки инженеров.

Итог решения этих задач заключается в формировании профессионального мышления будущего инженера в виде освоения комплекса базовых компетентностей, а механизм решения обеспечивают образовательные программы и учебные модули, разрабатываемые вузовским сообществом.

Универсальность инженерного образования частично базируется на закономерной последовательности поуровневого усвоения знаний [5], что создает условия приобретения студентом потенциальных способностей как формы его начальной компетентности в направлении развития профессионального мышления. В процессе обучения, мышление студента трансформируется от общеобразовательного – базового «способность дать оценку выбора направления своего обучения» к профильно-отраслевому «способность решения прикладных задач специализированной профессиональной направленности» (табл. 4). При этом необходимо понимать, что освоение

Таблица 2. Характеристики профессиональной деятельности бакалавров в области техники и технологии согласно ФГОС ВО

№ п/п	ФГОС ВО по направлениям				Интегральные характеристики
	08.03.01. Строительство	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника*	15.03.01 Машиностроение*	22.03.02 Металлургия*	
1	общекультурная этика и общетехническая норма знаний	общекультурная этика и общетехническая норма знаний	общекультурная этика и общетехническая норма знаний	общекультурная этика и общетехническая норма знаний	интеллектуально-корпоративная
2	экспериментально-исследовательская	научно-исследовательская	научно-исследовательская	научно-исследовательская	научно-исследовательская; экспертно-аналитическая
3	изыскательская и проектно-конструкторская	проектно-конструкторская	проектно-конструкторская	проектно-технологическая и аналитическая	проектно-конструкторская
4	производственно-технологическая	производственно-технологическая	производственно-технологическая	производственно-технологическая	производственно-технологическая
5	производственно-управленческая	организационно-управленческая	организационно-управленческая	организационно-управленческая	организационно-управленческая
6	монтажно-наладочная и сервисно-эксплуатационная	сервисно-эксплуатационная			сервисно-эксплуатационная
7	предпринимательская				инвестиционно-экономическая

* в данных ФГОС ВО предпринимательский вид деятельности, к сожалению, отсутствует

студентом компетентностей – это циклический, интегративный, накопительный процесс, в котором, кроме содержания образования, важны также формы когнитивной технологии обучения и только по завершению образовательной программы, можно делать выводы о его успешности.

Основой для проектирования инженерных образовательных программ принята кредитно-модульная система обучения. Учебные модули представляют собой совокупность учебных дисциплин, практик, форм контроля, методического

обеспечения и т.п. В соответствии с базовыми компетентностями они подразделяются на базовые (общекультурные, общепрофессиональные) и вариативные (профессионально-ориентированные, профессионально-прикладные).

Важным моментом модульной технологии является представление ее содержания в наглядном, удобном для понимания и использования виде. Структура модульной программы должна соотноситься со структурой профессиональной деятельности специалистов, раскрывать смысл профессиональных функций и


Таблица 3. Структурирование компетенций бакалавра техники и технологии для направлений: 08.03.01, 13.03.02, 15.03.01, 22.03.02 (компетентностная карта)

Базовые компетентности	Компетенции
1. Интеллектуально-корпоративные	<p>(ОК-1) Способность использовать основы философских знаний, для формирования мировоззренческой позиции.</p> <p>(ОК-2) Способность анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции.</p> <p>(ОК-3) Способность использовать основы экономических знаний в различных сферах деятельности.</p> <p>(ОК-4) Способность использовать основы правовых знаний в различных сферах жизнедеятельности.</p> <p>(ОК-5) Способность к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия.</p> <p>(ОК-6) Способность работать в коллективе, толерантно воспринимать социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия.</p> <p>(ОК-7) Способность к самоорганизации и самообразованию.</p> <p>(ОК-8) Способность использовать методы и средства физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.</p> <p>(ОК-9) Способность использовать приемы первой помощи, методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций.</p>
2. Научно-исследовательские	<p>(ОПК-1) Умение использовать основные законы естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.</p> <p>(ОПК-2) Осознание сущности и значения информации в развитии современного общества; способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий.</p> <p>(ОПК-3) Знание научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по профилю деятельности.</p>
3. Экспертно-аналитические	<p>(ОПК-4) Готовность выбирать средства измерений в соответствии с требуемой точностью и условиями эксплуатации; способность выбирать методы исследования, планировать и проводить необходимые эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы.</p> <p>(ОПК-5) Способность следовать метрологическим нормам и правилам, выполнять требования национальных и международных стандартов в области профессиональной деятельности; умением проводить патентные исследования.</p> <p>(ОПК-6) Способность составлять отчеты по выполненным работам, участвовать во внедрении результатов исследований и практических разработок.</p>

Базовые компетентности	Компетенции
4. Проектно-конструкторские	<p>(ПК-1) Способность принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические и экологические требования.</p> <p>(ПК-2) Готовность использовать стандартные программные средства при проектировании.</p> <p>(ПК-3) Способность оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам и проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений.</p>
5. Производственно-технологические	<p>(ПК-4) Способность разрабатывать технологическую и производственную документацию с использованием современных инструментальных средств; определять технологические параметры и режимы работы объектов профессиональной деятельности.</p> <p>(ПК-5) Готовность обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике; знание требований охраны труда, безопасности жизнедеятельности и защиты окружающей среды.</p> <p>(ПК-6) Способность к контролю соблюдения технологической дисциплины, к контролю параметров технологических режимов производства, к обслуживанию и эксплуатации технологического оборудования; умением применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности и вести подготовку документации по менеджменту качества.</p> <p>(ПК-7) Способность участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых объектов и образцов.</p>
6. Организационно-управленческие	<p>(ПК-8) Способность к решению задач в области организации и нормирования труда, использовать процессный подход, разрабатывать оперативные планы работы первичных производственных подразделений, вести анализ затрат и результатов производственных подразделений, составление технической документации, а также установленной отчетности по утвержденным формам.</p> <p>(ПК-9) Владение основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий.</p> <p>(ПК-10) Готовность к работе в коллективе, способность осуществлять руководство коллективом, использовать принципы производственного менеджмента и управления персоналом.</p> <p>(ПК-11) Умение составлять техническую документацию (графики работ, инструкции, сметы, планы, заявки на материалы и оборудование) и подготавливать отчетность по установленным формам.</p> <p>(ПК-12) Готовность выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов с использованием типовых методов контроля качества выпускаемой продукции.</p>

Базовые компетентности	Компетенции
7. Сервисно-эксплуатационные	<p>(ПК-13) Способность к участию в пуско-наладочных работах, обеспечивать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования; умением осваивать вводимое оборудование.</p> <p>(ПК-14) Умение проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического объекта, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования.</p> <p>(ПК-15) Владение методами монтажа, наладки, испытания и ввода в эксплуатацию оборудования, приборов, установок, узлов, систем.</p>
8. Инвестиционно-экономические	<p>(ПК-16) Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, разрабатывать меры по повышению технической и экономической эффективности работы предприятий.</p> <p>(ПК-17) Способность к разработке мероприятий повышения инвестиционной привлекательности объектов; умение проводить анализ и оценку результатов деятельности производственных подразделений.</p> <p>(ПК-18) Готовность использовать организационно-правовые основы управленческой и предпринимательской деятельности, планировать работу персонала и фондов оплаты труда.</p>

Таблица 4. Схема трансформации способностей студентов технических направлений в процессе обучения

Бакалавриат				Магистратура
1-й курс. Уровень представления	2-й курс. Уровень узнавания	3-й курс. Уровень воспроизведения	4-й курс. Уровень знаний и навыков	1-2-й курсы. Уровень углубленных специализированных знаний и умений
				
Формирование профессионального мышления				
1. Способность дать оценку выбора направления своего обучения	2. Способность обобщения научных принципов в структурную модель изучаемой предметной области	3. Способность решения экспериментально-теоретических задач отраслевой направленности	4. Способность выбора и определения концептуальных отраслевых решений	5. Способность решения прикладных задач специализированной отраслевой направленности
Основы фундаментального образования		Основы отраслевого базового образования		Основы профильно-отраслевого образования

закреплять их понимание через приобретение профессиональных компетенций. Поэтому названия модулей и последовательность их освоения должны создавать у студента четкое понимание будущей работы. Таким образом, достигается ориентация знаниевой части образовательной программы на обобщенную функционально-компетентностную модель инженера [6].

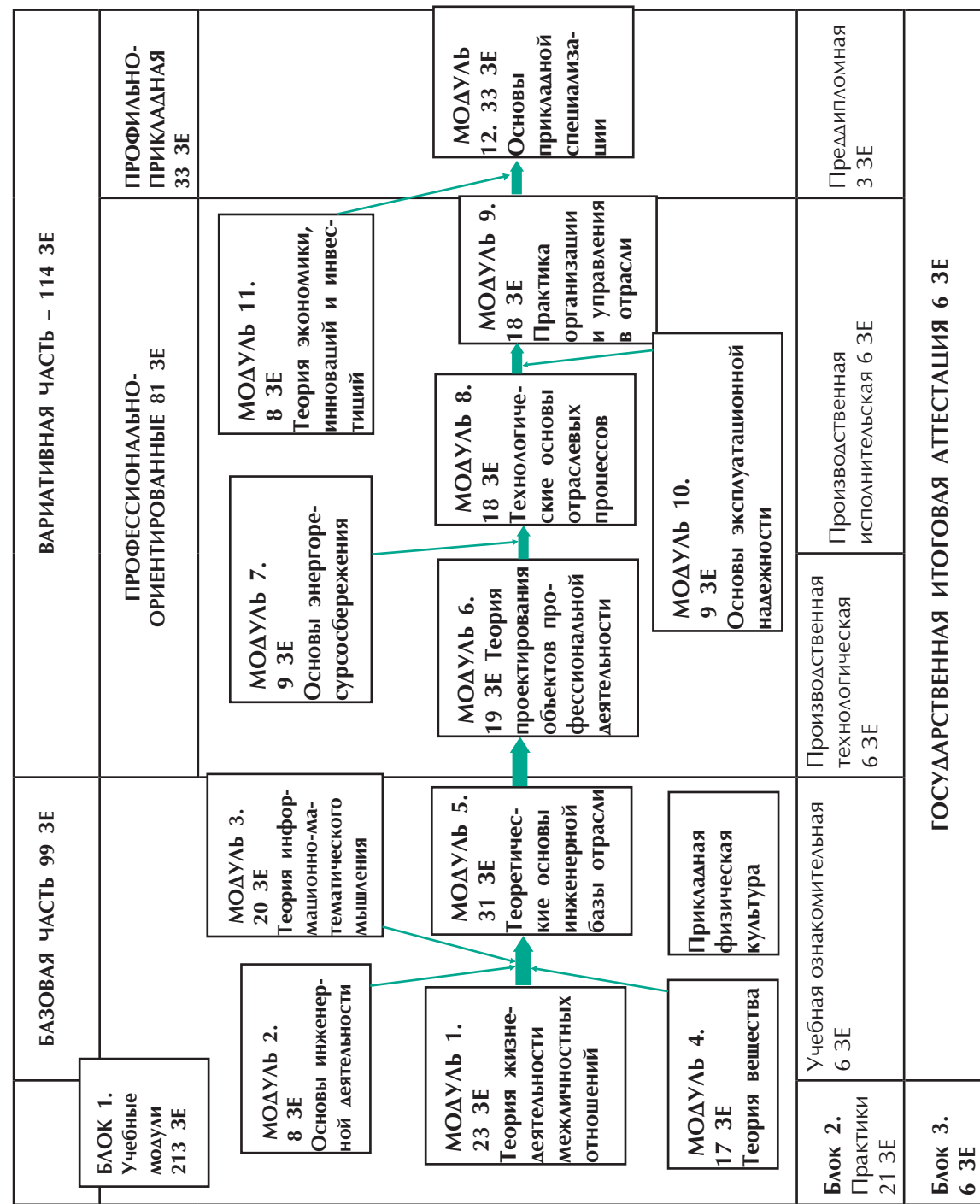
В соответствии с этим, предложен перечень учебных модулей по базовой и вариативной частям образовательных программ, с закреплением их за разделами подготовки (табл. 5).

Общая структура проекта образовательной программы и последовательность освоения учебных модулей приведены на рис. 1.

Таблица 5. Унифицированный перечень учебных модулей

Базовая часть		Вариативная часть		
Общекультурные	Общепрофессиональные	Профессионально-ориентированные	Профессионально-прикладные	
Модуль 1. Теория жизнедеятельности и межличностных отношений	Модуль 3. Теория информационно-математического мышления	Модуль 6. Теория проектирования объектов профессиональной деятельности	Модуль 12. Основы прикладной специализации (курсы по выбору) Выпускная квалификационная работа	
		Модуль 7. Основы энерго-ресурсо-сбережения		
Модуль 4. Теория вещества	Модуль 8. Технологические основы отраслевых процессов			
Модуль 2. Основы инженерной деятельности	Модуль 5. Теоретические основы инженерной базы отрасли	Модуль 9. Практика организации и управления в отрасли		
		Модуль 10. Основы эксплуатационной надежности		
		Модуль 11. Теория экономики, инноваций и инвестиций		
1–4 семестры		5–8 семестры		

Рис. 1. Проект кредитно-модульной структуры ОП бакалавриата технического направления



Отличительной особенностью предлагаемой кредитно-модульной структуры образовательного процесса подготовки бакалавров технического направления является практическая идентичность базовой части как первого этапа формирования основ высшего технического образования и адекватность структуры модулей вариативной части в направлении формирования основ отраслевого образования. В целом, это создает условия унификации образовательных программ как в части набора общеобразовательных дисциплин, так и в части дидактических приемов при освоении дисциплин профессиональной направленности. Студент, выбирая техническое направление образования, имеет реальную возможность социально-профессиональной мобильности, исходя из своих интересов и потребностей регионального рынка.

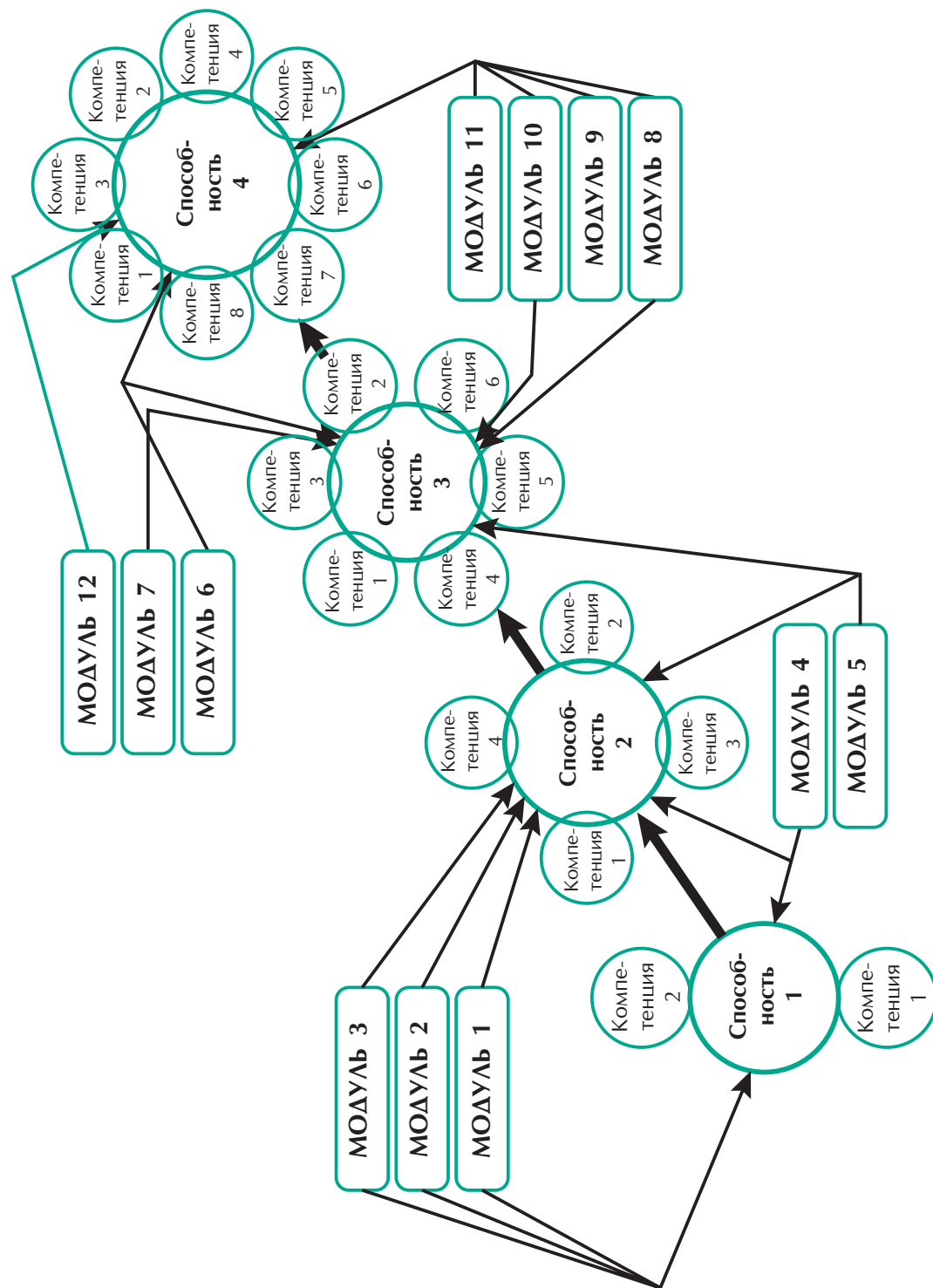
При рассмотрении схемы формирования способностей студента в рамках кредитно-модульной структуры ОП как

механизма последовательного накопительного освоения компетентностей, наглядно проявляются причинно-следственные связи трех составляющих технического образования: способностей, базовых компетентностей, учебных модулей (рис.2), которые в целом формируют универсальную компетентностно-модульную модель инженерного образования.

Заключение.

Проведенные исследования, наглядно подтверждают возможность унификации программ инженерного образования. Основой унификации являются: разработка универсальной функционально-компетентностной карты; проектирование интегрированной, кредитно-модульной структуры образовательных программ; понимание, что компетентностная модель будущего специалиста определяет научно-знаниевую структуру учебной технологии, а освоение компетентностей является, накопительным, интегративным процессом.

Рис. 2. Схема причинно-следственной связи в компетентно-модульной модели инженерного образования



ЛИТЕРАТУРА

1. Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 08.03.01 Строительство (уровень бакалавриата) [Электронный ресурс]: приказ Минобрнауки России от 12.03.2015 № 201; зарегистрировано в Минюсте России 07.04.2015 № 36767. – URL: <http://fgosvo.ru/uploadfiles/fgosvob/080301.pdf>, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 21.03.2016).
2. Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (уровень бакалавриата) [Электронный ресурс]: приказ Минобрнауки России от 03.09.2015 № 955; зарегистрировано в Минюсте России 25.09.2015 № 39014. – URL: <http://fgosvo.ru/uploadfiles/fgosvob/130302.pdf>, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 21.03.2016).
3. Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение (уровень бакалавриата) [Электронный ресурс]: приказ Минобрнауки России от 03.09.2015 № 957; зарегистрировано в Минюсте России 25.09.2015 № 39005. – URL: <http://fgosvo.ru/uploadfiles/fgosvob/150301.pdf>, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 21.03.2016).
4. Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 22.03.02 Metallургия (уровень бакалавриата) [Электронный ресурс]: приказ Минобрнауки России от 04.12.2015 № 1427; зарегистрировано в Минюсте России 31.12.2015 № 40510. – URL: <http://fgosvo.ru/uploadfiles/fgosvob/220302.pdf>, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 21.03.2016).
5. Карпенко, М.П. Качество высшего образования / М.П. Карпенко. – М.: Изд-во СГУ, 2012. – 291 с.
6. Грызлов, В.С. Компетентно-модульный подход в высшем техническом образовании: моногр. / В.С. Грызлов. – Череповец: ЧГУ, 2015. – 208 с.