

## Системный подход к формированию компетенций студентов в области бережливого производства

*С.А. Томилин, Е.С. Арсентьева, Ю.А. Евдошкина,*

*А.Г. Федотов, Р.А. Ольховская*

*Волгодонский инженерно-технический институт –  
филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ»*

**Аннотация:** Необходимость эффективной организации производства в современных экономических условиях вынуждает машиностроительные предприятия внедрять и обеспечивать функционирование различных производственных систем, основанных на принципах бережливого производства. Одним из обязательных условий качественной подготовки выпускников для таких предприятий является сформированность у них компетенций в области бережливого производства. В работе рассмотрен системный подход к формированию этих компетенций. В основу положены современные образовательные технологии, обеспечивающие активизацию учебно-познавательной деятельности обучающихся и эффективность образовательного процесса в целом.

**Ключевые слова:** бережливое производство, интерактивная технология обучения, системный подход к обучению, форма и метод обучения, компетенция, машиностроительное производство, технологический процесс, практико-ориентированное обучение, производственная система, эффективность обучения.

Ограниченность всех видов ресурсов в современных экономических условиях вызывает стремление к наиболее эффективному использованию имеющегося технологического оборудования и внутренних резервов, что приводит к появлению на предприятиях производственных систем, направленных на повышение эффективности их функционирования. Так, в одной из крупнейших корпораций в нашей стране – Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» – успешно работает система непрерывного совершенствования процессов для обеспечения конкурентного преимущества на мировом уровне – Производственная система «Росатома» (ПСР). Эта система нацелена на стратегические цели госкорпорации, а отраслевые ПСР-проекты направлены на рост производительности, снижение себестоимости и повышение качества продукции.

Знание и умение применять инструменты ПСР является обязательным условием для профессионального и карьерного роста сотрудников атомной отрасли. Так, например, на предприятиях машиностроительного дивизиона, в настоящее время, активно внедряются принципы бережливого производства [1]. Сегодня подготовка производства и проектирование технологических процессов осуществляются с их использованием.

Концепция бережливого производства нацелена на исключение всех видов потерь во всех сферах деятельности предприятия. Обычно выделяют следующие основные и наиболее распространенные типы потерь [2]: избыточные запасы, лишние движения, ненужные транспортировки или перемещения объектов, отклонения по качеству, стоимости и срокам выполнения программ, ожидания или задержки (простаивание людей или несвоевременная поставка материалов), производство сверх программы (изготовление избыточных изделий) или недопроизводство, неэффективная наладка, неэффективный контроль, излишние расходы, включая слишком большие накладные расходы.

Аналогичные производственные системы достаточно широко внедряются и функционируют и на других машиностроительных предприятиях.

Часто возникает ситуация, когда выпускники технических вузов с понятием и основными принципами бережливого производства, применяемыми на предприятиях, знакомятся только непосредственно на рабочем месте. При этом сегодня, в условиях внедрения профессиональных стандартов, одной из основных задач профессионального обучения становится формирование и совершенствование профессиональных умений и навыков, максимально приближенных к характеру практических (должностных) задач обучаемых. Это особенно важно, если образовательная программа ориентирована на практико-ориентированные (прикладные) виды

---

профессиональной деятельности как основные. Отсутствие знаний и опыта в рассматриваемой области нередко вызывает увеличение сроков адаптации молодых специалистов на производстве, а порой и снижает их привлекательность для работодателей.

Важно отметить, что знание принципов бережливого производства в той или иной степени отражается как в компетенциях, определенных Федеральным государственным образовательным стандартом подготовки выпускников по машиностроительным направлениям (например, «умением применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих ... машиностроительных технологий...», «...проводить анализ причин нарушений технологических процессов в машиностроении и разрабатывать мероприятия по их предупреждению», «умением выбирать ... способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения» и др.), так и могут быть определены компетенциями, сформулированными работодателями.

Учитывая изложенное выше, возникает необходимость в реализации системного подхода к обучению студентов машиностроительных направлений подготовки принципам бережливого производства, который позволил бы повысить эффективность подготовки студентов в этой области.

Принципы бережливого производства планомерно должны излагаться как в технических дисциплинах, направленных на формирование у студентов рационального подхода при проектировании технологических процессов, станочных и контрольно-измерительных приспособлений, инструментов, так и в дисциплинах, обеспечивающих решение задач экономики, организации и планирования машиностроительного производства. Как правило, в той или иной мере эти принципы косвенно излагаются в соответствующих курсах, но у студента не складывается впечатления об их знании и умением

---

пользоваться ими как инструментами. В итоге сталкиваясь с задачей их применения на практике, молодой специалист с ней не справляется. Очень важно предусмотреть в одной из первых технологических или экономических дисциплин формулирование этих принципов, обоснование значимости их применения и междисциплинарные связи при их изучении. Крайне необходимо при рассмотрении принципов бережливого производства основываться на реальных примерах и задействовать при их освоении современные педагогические технологии. Хорошие результаты дает обучение на основе опыта, метод проектов, деловые игры и другие интерактивные формы и методы обучения. Некоторые из них представлены в работах [3–7] и при определенной адаптации могут использоваться для решения рассматриваемой задачи.

Кроме того, чрезвычайно полезно формулировать задания для решения задач междисциплинарной подготовки в рамках научно-исследовательской работы студентов [8] и выполнении выпускных квалификационных работ [9], направленные на неизбежное использование принципов бережливого производства.

Рассмотрим на примере дисциплины «Технология изготовления изделий тяжелого и атомного машиностроения» подход к изучению и получению навыков применимости принципов бережливого производства при проектировании технологических процессов изготовления деталей. В процессе обучения задействованы обучение на основе опыта и метод производственных задач.

Проектирование технологических процессов изготовления деталей машин имеет своей целью установить наиболее рациональный и экономичный способ изготовления. При этом обработка на технологическом оборудовании должна обеспечить выполнение требований, предъявляемых к точности размеров, формы и расположения поверхностей, шероховатости

---

обрабатываемых поверхностей и т.д. Таким образом, спроектированный технологический процесс механической обработки деталей должен при его осуществлении обеспечить выполнение требований, обуславливающих нормальную работу собранного изделия, при минимальных затратах.

Занятия при этом целесообразно проводить, демонстрируя конкретные примеры и производственные ситуации. Организация познавательной деятельности обучаемых, построенная на анализе конкретных ситуаций, является одной из наиболее эффективных форм занятий.

Производственная задача представляет собой ситуацию, которая содержит проблему или ряд проблем, требующих решения. Не всякая ситуация на производстве может рассматриваться, как производственная задача. Ситуация как производственная задача – это совокупность фактов и данных, характеризующих то или иное явление, в нашем случае, распространенные типы потерь. Ситуация, рассматриваемая в качестве производственной задачи, должна, кроме материала для анализа, непременно содержать и проблему, требующую решения.

Занятие с применением производственных задач условно можно разделить на три основных этапа: введение в задачу; изучение ситуации задачи и подготовка решения; дискуссию и оценка качества проделанной работы.

На первом этапе – вводной части занятия – преподаватель делает краткое вступление (не более 10 минут), в котором ставит основные цели занятия и дает методические советы. Целью занятия может быть определен, например, анализ конструкции детали, ее размеров и химического состава материала. Следует обратить внимание обучаемых на принципы, лежащие в основе метода, особенно, на главный из них – мобилизацию коллективного опыта для подготовки и принятия решения.

После вступительной беседы и ответов преподавателя на заданные вопросы обучаемые изучают ситуацию. Это – второй этап занятия. В зависимости от

---

содержания и объема материала время для ознакомления с ним различно. По нашему опыту, на этот процесс необходимо выделять 20-30 минут. Если материалы требуют обстоятельного изучения, текст задачи можно раздавать обучаемым заранее. Вариантом задания может являться, например, анализ методов получения заготовки детали, возможных маршрутных технологических процессов, инструментов и оснастки для обработки отдельных поверхностей и т.д. с последующим выбором наиболее целесообразного варианта.

Например, для случая выбора оптимального метода получения заготовки студентам необходимо изучить чертеж детали, провести анализ на технологичность, рассмотреть возможные методы получения заготовки для изготовления данной детали, выбрать вид заготовки с учетом факторов, определяющих эксплуатационные характеристики детали, типа производства, требований экономии металла, возможностей производства и др. На все обрабатываемые поверхности назначаются, а на некоторые рассчитываются аналитическим способом, припуски на обработку, выполняется чертеж заготовки, подсчитывается ее масса и рассчитывается стоимость заготовки.

Познакомившись с содержанием задачи, студенты готовят вариант решения. Работая над материалом, обучаемые для подготовки решения могут использовать чертежи деталей, нормативно-техническую и служебную документацию, специально подготовленную преподавателем литературу или данные. В период решения поставленной задачи очень важен обмен мнениями. Предлагается разбить группу на подгруппы по 3–4 человека. В такой подгруппе удобнее вести предварительное обсуждение и анализ выводов, сделанных по изученному материалу самостоятельно каждым студентом. Такая форма работы (в малых группах) способствует выработке критической оценки собственных выводов, обмену мнениями, знаниями и практическим опытом.

После изучения ситуации и предварительных поисков решения приступают к следующему, наиболее важному этапу занятия – дискуссии

---

[10]. От правильного организованного этого этапа во многом зависит успех и целесообразность применения производственных задач. Задача преподавателя вести дискуссию, но не быть ее непосредственным участником. Основное преимущество метода производственных задач заключается в том, что он при помощи правильно организованной дискуссии позволяет выявить различные точки зрения и тем самым обеспечить объективный анализ предлагаемой ситуации.

Очень важно, чтобы организованный процесс принятия решения проходил с позиций системного подхода. При системном подходе к решению производственной задачи обучаемые должны: определить место анализируемой системы, как элемента в более крупной системе; провести анализ общих целей и условий развития крупной системы; определить основные проблемы анализируемой ситуации; определить цель и пути решения главной проблемы; сформулировать задачу; наметить пути и методы поисков. Студенты, к сожалению, не всегда бывают достаточно хорошо подготовлены к системному подходу в решении производственной задачи. В таком случае, задача преподавателя состоит в том, чтобы помочь организовать работу с информацией, познакомить с процедурами определения главных проблем, требованиями к решению системы, формулированию целей, выработке решения и его оценке.

На следующем этапе дискуссии обучаемые с помощью преподавателя обсуждают принятые решения, оценивают их с учетом представленных принципов бережливого производства: наиболее экономически выгодный способ получения заготовки, экономия материала, минимальные затраты на перемещение между технологическими точками, возможности устранения потерь. Обучаемые выбирают один-два варианта решений, реально осуществимых в данной конкретной обстановке и отвечающих всем поставленным требованиям, и оценивают возможные последствия реализации решения.

---

На третьем заключительном этапе занятия преподаватель оценивает качество проделанной работы. Вниманию студентов предлагается решение данной или аналогичной производственной задачи на конкретном предприятии и проводится обсуждение этого решения, формулируются коллективные выводы. Как показывает наш опыт, обучаемые уже после второго занятия по решению производственных задач овладевают системным подходом к принятию решения. Освоив этот подход, некоторые студенты пытаются сразу же решить проблему, не останавливаясь на отдельных этапах. Задача преподавателя заставить студентов дать подробное описание процесса принятия решения и четко фиксировать результаты обсуждения по каждой процедуре, иначе процесс решения задачи не будет иметь обучающего эффекта.

Наибольший эффект применения метода производственных задач в учебном процессе достигается все же при его сочетании с другими методами. Например, преподавателем подготавливаются задачи, требующие специального вступительного занятия. В этом случае приглашают представителя базового предприятия, по материалам которого разработана задача. Он знакомит студентов с ситуацией, сложившейся на предприятии, и отвечает на их вопросы. При этом он не раскрывает собственных выводов и принятого на предприятии решения. Не менее эффективным элементом при проведении занятий по решению производственных задач является экскурсия. А иногда целесообразно и все занятие провести на соответствующем предприятии. В этом случае учебный процесс выходит за рамки аудитории, происходит более тесное взаимодействие со специалистами производства. В этом случае, студенты получают возможность «в живую» увидеть, как на практике используются принципы бережливого производства.

Как показывает практика, в ходе проведения занятий, с использованием рассмотренных образовательных технологий, у студентов значительно повышается интерес к изучаемому материалу, активизируется учебно-

---

познавательная деятельность и обеспечивается эффективность образовательного процесса. В целом же такой системный подход к целенаправленному обучению позволяет сформировать у студентов компетенции в области бережливого производства.

### Литература

1. Гоок А.Э., Арсентьева Е.С. Оптимизация элементов технологического процесса изготовления змеевиков ПГВ на основе концепции бережливого производства // Инженерный вестник Дона. 2017. №2 URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2017/4135](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2017/4135).

2. Джордж М. Бережливое производство + шесть сигм в сфере услуг: Как скорость бережливого производства и качество шести сигм помогают совершенствованию бизнеса / Майкл Л. Джордж; [пер. с англ.] – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2011. – 496 с.

3. Томилин С.А., Евдошкина Ю.А., Ольховская Р.А. Практика применения интерактивных методов обучения при проведении занятий по компьютерной графике // Инженерный вестник Дона. 2014. №3 URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2014/2492](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2014/2492).

4. Tomilin S.A., Evdoshkina Ju.A., Pirozhkov R.V. Using of interactive educational forms in the process of laboratory studies on fundamental engineering disciplines // In the World of Scientific Discoveries, Series A. 2014. Vol. 2, № 1. pp. 122 – 129.

5. Pinchuk E.V., Evdoshkina Ju.A., Tomilin S.A. Realization technology of innovative educational methods used in the process of theoretical mechanics study // In the World of Scientific Discoveries, Series A. 2014. Vol. 2, № 1. pp. 96 – 100.

6. Мозговая Н.С., Томилин С.А. О применении интерактивных форм обучения в процессе преподавания технических дисциплин // Современные технологии в системе образования: сб. ст. междунар. науч.-практ. конф., май 2012 г. Пенза, 2012. С.81–84.

---



7. Ольховская Р.А., Томилин С.А. О реализации некоторых деятельностно-ориентированных приемов обучения // Современные технологии в системе образования: сб. ст. междунар. науч.-практ. конф., май 2012 г. Пенза, 2012. С.90–93.

8. Томилин С.А., Ольховская Р.А., Федотов А.Г., Василенко Н.П. Технология реализации междисциплинарной подготовки бакалавров в процессе научно-исследовательской работы студентов // Инженерный вестник Дона. 2016. №1 URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2016/3507](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2016/3507).

9. Колоколов Е.И., Томилин С.А., Федотов А.Г. Реализация интерактивной формы обучения при подготовке выпускных квалификационных работ // Инженерный вестник Дона. 2015. № 2-2 URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2p2y2015/3028](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2p2y2015/3028).

10. Сажина О.П., Глазкова О.В., Шабарин А.А., Матюшкина Ю.И. Использование учебной дискуссии на лабораторно-практических занятиях при реализации компетентностного подхода // Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. 2017. Т. 60. № 7. С. 97-101.

### References

1. Gook A.E., Arsent'eva E.S. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2017, №2 URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2017/4135](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2017/4135).

2. Dzhordzh M. Berezhlivoe proizvodstvo + shest' sigm v sfere uslug: Kak skorost' berezhlivogo proizvodstva i kachestvo shesti sigm pomogayut sovershenstvovaniyu biznesa [Lean six sigma for service. How to use lean speed and six sigma quality to improve services and transactions]. Moscow, 2011. 496 p.

3. Tomilin S.A., Evdoshkina Yu.A., Ol'khovskaya R.A. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2014, №3 URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2014/2492](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2014/2492).

4. Tomilin S.A., Evdoshkina Yu.A., Pirozhkov R.V. V mire nauchnykh otkrytiy. 2014. Series A. T. 2. № 1, pp. 122-129.



5. Pinchuk E.V., Evdoshkina Yu.A., Tomilin S.A. V mire nauchnykh otkrytiy. 2014. Series A. T. 2. № 1, pp. 96-100.
6. Mozgovaya N.S., Tomilin S.A. Sovremennye tekhnologii v sisteme obrazovaniya. Penza, 2012, pp. 81–84.
7. Ol'khovskaya R.A., Tomilin S.A. Sovremennye tekhnologii v sisteme obrazovaniya. Penza, 2012, pp. 90–93.
8. Tomilin S.A., Ol'hovskaja R.A., Fedotov A.G., Vasilenko N.P. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2016. №1 URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2016/3507](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2016/3507).
9. Kolokolov E.I., Tomilin S.A., Fedotov A.G. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2015, №2-2. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2p2y2015/3028](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2p2y2015/3028).
10. Sazhina O.P., Glazkova O.V., Shabarin A.A., Matyushkina Yu.I. Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Seriya: Khimiya i khimicheskaya tekhnologiya, 2017, № 7. pp. 97-101.