УДК 378.4

ФОРМИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ ПОЭТАПНОГО ФОРМИРОВАНИЯ УМСТВЕННЫХ ДЕЙСТВИЙ

Хохлова М.В., Соболева Г.Н.

ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет», Брянск, e-mail: marvit13@yandex.ru, soboleva.g.n@mail.ru

В работе рассмотрены психолого-педагогические аспекты решения проблемы повышения качества профессиональной подготовки инженерных кадров на основе внедрения современных образовательных технологий. Предложены методические приемы и средства формирования профессиональных компетенций будущих инженеров на основе теории поэтапного (планомерного) формирования умственных действий П.Я. Гальперина, Н.Ф. Талызиной. Экспериментальная деятельность описана на примере обучения студентов направления подготовки 08.03.01 «Строительство» инженерного вуза по дисциплине «Геодезия». Выделены типовые профессиональные действия, являющиеся основой деятельности современного инженера при геодезических изысканиях, строительстве, эксплуатации зданий и сооружений, измерениях и их обработке, построении геодезических сетей и производстве съемок. Описаны учебные средства, основанные на третьем типе ориентировочной основы деятельности, способствующие формированию обобщенных профессиональных действий с заданными качествами и методика их реализации в учебном процессе высшей школы. Результаты опытно-экспериментальной работы подтверждены методом моделирования технологий обучения по критерию наименьших дидактических потерь. Предлагаемые материалы могут быть использованы в процессе профессиональной подготовки будущих бакалавров различных направлений инженерной деятельности по формированию компетенции: способность участвовать в проектировании и изыскании объектов профессиональной деятельности.

Ключевые слова: профессиональная подготовка будущих инженеров, теория поэтапного формирования умственных действий, моделирование, дидактические потери

FORMATION OF PROFESSIONAL COMPETENCES OF FUTURE ENGINEERS BASED ON THE THEORY OF GRADUAL FORMATION OF MENTAL ACTIONS

Khokhlova M.V., Soboleva G.N.

Bryansk State Engineering-Technological University, Bryansk, e-mail: marvit13@yandex.ru, soboleva.g.n@mail.ru

The paper deals with psychological and pedagogical aspects of solving the problem of improving the quality of professional training of engineers based on the introduction of modern educational technologies. Suggested teaching methods and means of formation of professional competences of future engineers on the basis of the theory of the gradual (systematic) formation of mental actions of P.I Halperin, N.F. Talyzina. The experimental activity is described by the example of teaching students the direction of preparation 08.03.01 «Construction» engineering University on the subject of «Geodesy». Typical professional actions are allocated, which are the basis of activity of the modern engineer at geodetic researches, construction, operation of buildings and constructions, measurements and their processing, construction of geodetic networks and production of shootings. There are described the educational means based on the third type of the indicative basis of activity promoting formation of the generalized professional actions with the set qualities and a technique of their realization in educational process of the higher school. Results of experimental work are confirmed by a method of modeling of technologies of training on criterion of the smallest didactic losses. The proposed materials can be used in the process of training future bachelors in various areas of engineering competence: the ability to participate in the design and survey of objects of professional activity.

Keywords: professional training of future engineers, theory of gradual formation of mental actions, modeling, didactic losses

Современные задачи общественного развития акцентируют внимание на качестве профессиональной подготовки будущих инженеров. Создание и эксплуатация объектов инженерной деятельности, должны соответствовать требованиям и уровню не только научно-технического прогресса, но и потребностям каждого человека, делая среду его жизнедеятельности комфортной и безопасной. Подготовка конкурентно способного инженера требует от педагогов высшей школы внедрения в образовательный процесс новых технологий, методических систем и приемов, проектируемых на основе психолого-педагогических теорий и способствующих эффективному формированию у обучаемых профессиональных компетенций [1–3]. Однако в центре образовательного процесса в инженерном вузе должен быть поставлен не просто будущий субъект инженерной деятельности, владеющий высоким уровнем профессиональных знаний и умения, а личность, обладающая опытом, способностями, индивидуальными

качествами, готовностью к преобразовательной деятельности.

Цель исследования: разработать технологические приемы и средства формирования профессиональных компетенций будущих инженеров на основе теории поэтапного формирования умственных действий на примере дисциплины «Геодезия».

Задачи исследования:

1. Исследовать методические аспекты реализации теории поэтапного формирования умственных действий П.Я. Гальперина. Н.Ф. Талызиной в контексте формирования профессиональных компетенций будущих инженеров-строителей.

2. Разработать и апробировать учебные средства и технологические приемы их реализации (на примере дисциплины «Геодезия»), позволяющие сформировать обобщенные понятия и действия, необходимые не только в курсе «Геодезия», но для изучения других дисциплин профессиональной направленности инженера-строителя.

3. Произвести оценку эффективности учебных средств и технологических приемов их реализации по формированию профессиональных компетенций будущих инженеров на основе теории поэтапного формирования умственных действий на примере дисциплины «Геодезия».

Материалы и методы исследования

В ходе исследования применялись следующие методы: анализ психолого-педагогической литературы по проблеме исследования, наблюдение, моделирование, анализ продуктов деятельности.

П.Я. Гальпериным выявлена система психологических условий формирования, обеспечивающих приобретение обучаемыми опыта действий с заданными качествами:

1. Обеспечение полноценной ориентировки и использования осваиваемого действия;

2. Формирование адекватной мотивации освоения действия и его осуществления;

3. Воспитание желаемых свойств действия;

4. Перенос действия в идеальный (умственный) план [4, с.18].

Рассмотрим приемы формирования профессиональных компетенций будущих бакалавров, основанные на теории поэтапного формирования умственных действий П.Я. Гальперина, Н.Ф. Талызиной на примере дисциплины «Геодезия», реализуемые нами в процессе обучения будущих бакалавров направления подготовки 08.03.01 «Строительство». Следует отметить, что дисциплина «Геодезия» имеет важное значение для подготовки бакалавров различных направлений инженерной деятельности, которые в будущем должны самостоятельно составлять и работать с топографическими планами и картами, решать задачи по выносу проекта на местность и разбивке осей сооружений с использованием современных геодезических приборов, использовать методы геодезических измерений для решения различных инженерных задач. Задачами дисциплины «Геодезия» в профессиональной подготовке будущих инженеров-строителей являются: приобретение теоретических и практических знаний, необходимых при изысканиях, проектировании, строительстве и эксплуатации зданий и сооружений; ознакомление и работа с современными геодезическими приборами и технологиями, которые используются при производстве измерений и их обработке, построении геодезических сетей и производстве съемок; изучение состава и организации геодезических работ при изысканиях на этапах проектирования. Результаты обучения бакалавров по направлению «Строительство» являются основой для формирования следующей компетенции: способность участвовать в проектировании и изыскании объектов профессиональной деятельности [5].

В зависимости от степени сложности и объема геодезических работ на специалиста-строителя возлагается: общее руководство и контроль за организацией и ходом выполнения геодезических работ в случаях, когда непосредственное выполнение работ и руководство ими осуществляются геодезистами; непосредственная проверка качества геодезических работ; непосредственное выполнение геодезических работ.

Процесс формирования профессиональных компетенций будущих бакалавров основывался на учебных картах, позволяющих сформировать обобщенные понятия и действия, необходимые не только в курсе «Геодезия», но и необходимые для изучения других дисциплин профессиональной направленности инженера-строителя: «Технология и организация строительного производства», «Инженерно-геодезическое обеспечение строительно-монтажных работ», «Реконструкция зданий и сооружений» и др. Содержание ориентировочной основы действий в таких картах задается последовательностью необходимых и достаточных признаков изучаемого понятия. Например, учебная карта по формированию понятия «чертеж земной поверхности», основанная на приеме «подведение под понятие», имела следующий вид:

Признаки понятия «топографический план»: чертеж земной поверхности; уменьшенное и подобное изображение земной поверхности; изображение горизонтальной проекции небольшого участка местности; нанесена координатная сетка; чертеж с изображением контуров и рельефа.

Признаки понятия «топографическая карта»: чертеж земной поверхности; уменьшенное и искаженное из-за кривизны Земли изображение земной поверхности; изображение значительной территории земной поверхности; нанесены минутная рамка и картографическая сетка (сеть меридианов и параллелей); чертеж с изображением контуров и рельефа.

Применяя «правило распознавания понятий» студенты называли и определяли признаки предложенных им графических объектов и записывали результаты наличия каждого признака с помощью знаков «+» – есть, «–» – нет, «?». Полученные результаты оценивали по логическому правилу [6]. Используя учебные карты на формирование понятий, обучаемые осознанно усваивали их существенные признаки и переставали обращаться к ним.

В содержании задач геодезической деятельности инженера-строителя нами были выделены обобщенные действия и приемы, усвоение которых с заданными качествами позволило бы будущему строителю эффективно выполнять свои профессиональные функции. В соответствии с системой данных дей-

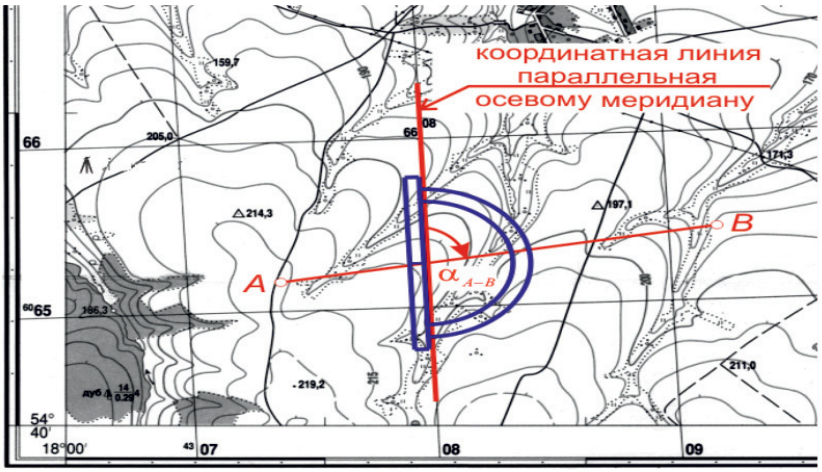
ствий были разработаны и внедрены в учебный процесс по курсу «Геодезия» учебные карты, например, для раздела «Работа с топографической картой» это карты: «Определение горизонтальных расстояний с помощью масштабов»; «Определение координат точек на карте»; «Определение ориентирных углов направлений на карте»; «Решение прямой и обратной геодезических задач»; «Решение задач по карте с горизонталями» и др.

В условиях группового обучения карты по формированию понятий необходимо заполнять совместно с преподавателем одним из студентов на доске, а остальными – в тетрадях или использовать деятельность обучающихся в диадах и только затем переходить к индивидуальной работе.

– Мотивационный этап предполагал формирование преподавателем мотивов решения учебной задачи, актуализацию профессиональных интересов обучаемых, например, на основе проблемной ситуации.

– На материализованном этапе обучаемые для усвоения пооперационного состава процесса решения поставленной предметной задачи выполняли действие с учетом всех входящих в него операций. При этом студенты проговаривали вслух каждый пункт указания карты и затем его выполняли.

– На этапе «внешней речи» деятельность студентов по выполнению заданий носила пооперационный состав: так, обучаемые должны были не прочитать признак (необходимое действие), а назвать его вслух по памяти и записать. При этом очень важным являл-



Действие «Измерить геодезическим транспортиром дирекционный угол (α_{AB})»

В соответствии с теорией поэтапного формирования умственных действий П.Я. Гальперина, Н.Ф. Талызиной обучающие карты должны быть построены на третьем типе ориентировочной основы действия, то есть содержать необходимую и достаточную информацию для их безошибочного выполнения обучаемыми [7]. Например, в учебной карте на формирование действия «Решение задач на тему: “Определение ориентирных углов направлений на карте”» были приведены не только ориентировочные знания, порядок действий при решении задач, но и рисунки к каждому действию. Так в пункте 9 представлен рисунок поясняющий прием измерения геодезическим транспортиром дирекционного угла ($\alpha_{изм}$) (рисунок).

Учебные карты ориентировочных основ действий могут иметь различные уровни обобщения. Так, на начальном этапе обучения нами использовались карты, имеющие более подробное и развернутое содержание описания действия и необходимые для его успешного совершения ориентировочные знания. Постепенно студенты переходили к картам, содержащим более обобщенный план действий, а затем обучающиеся самостоятельно осуществляли перенос приобретенных знаний и умений для решения поставленной преподавателем учебной задачи.

Процесс интериоризации усваиваемых действий осуществлялся на основе выделенных в теории умственных действий П.Я. Гальперина, Н.Ф. Талызиной этапов:

ся процесс рефлексивного анализа студентом своих действий. Учебными картами на данном этапе студенты пользовались только в случае, если забывали какой-то из пунктов предписания.

– Этап внутриречевого действия осуществлялся при чтении студентами задания и сразу безошибочном ответе или выполнении операции. Об успешности усвоения обучаемыми действия можно судить по их безошибочности при выполнении практических задач, в которых требовалось использование сформированных понятий или действий.

Результаты исследования и их обсуждение

Оценка эффективности обучения студентов геодезии на основе теории поэтапного формирования умственных действий П.Я. Гальперина, Н.Ф. Талызиной осуществлялась нами на основе метода моделирования [8, с. 87; 9], по следующему алгоритму:

1. Сбор информации о доучебном состоянии. Базовыми являлись данные о доучебном состоянии, обозначенные через S_1, S_2, S_3,…S_m. Это: уметь мыслить и излагать свою речь логически; умение проводить сбор, знать основные понятия, связанные

с измерениями на поверхности Земли и др. Для выявления данных о доучебном состоянии предметных знаний и умений студентов необходимо провести нулевую контрольную работу (состоящую из теоретической и практической частей), задания в которой должны быть составлены таким образом, чтобы позволили количественно и качественно определить выбранные показатели R_1, R_2, R_3, R_4, R_5.

Учебная карта «Определение ориентирных углов направлений на карте»

Действия	Ориентировочные знания
1. Проанализировать условие задачи, выявить исходные данные и то, что необходимо найти	Понятия: «ориентировать линию» – найти её направление относительно другого направления, принимаемого за исходное; «ориентирный угол» – горизонтальный угол между исходным направлением и ориентируемой линией
2. Определить исходные направления на карте для определения ориентирных углов: истинный меридиан, осевой меридиан	Понятия: «градусная рамка карты», «ось абсцисс», «вертикальная линия километровой сетки карты»
3. Снять значения углов сближения γ и склонения δ меридианов (для изображенного участка местности на карте, значения этих углов приведены в юго-западном углу листа карты)	Понятия: «угол сближения γ» – угол между направлением истинного меридиана (С) и осевого (х) меридианов зоны; «угол склонения δ» – угол между направлениями истинного (С) и магнитного ($С_м$) меридианов
4. Изобразить ориентируемую линию	Понятия: «точка», «линия»
5. Провести через начальную точку ориентируемой линии истинный меридиан	Линия, соединяющая одноименные значения на северной и южной кромках минутной рамки карты
6. Измерить геодезическим транспортиром истинный азимут ($А_{изм}$)	Понятия: «геодезический транспортир», «истинный азимут»-горизонтальный угол, отчитываемый по ходу часовой стрелки от северного направления истинного меридиана до ориентируемой линии
7. Вычислить по значениям γ и δ дирекционный угол и магнитный азимут. Записать зависимости углов ориентирования	Понятия: «магнитный азимут» – горизонтальный угол, отчитываемый по ходу часовой стрелки от северного направления магнитного меридиана до ориентируемой линии; «дирекционный угол» – горизонтальный угол, отчитываемый по ходу часовой стрелки от северного направления линии, параллельной осевому меридиану, (то есть оси Ох), до ориентируемой линии. Азимут магнитный $А_{м\ расч} = А_{изм} - \delta$; Дирекционный угол $\alpha_{расч} = А_{изм} - \gamma$
8. Провести через начальную точку ориентируемой линии линию параллельную оси абсцисс, то есть вертикальной линии километровой сетки	Понятия: «километровая сетка» – сеть линий на карте, параллельных осевому меридиану зоны (оси Ох), и изображению экватора на плоскости проекции (оси Оу); «зона», «экватор»
9. Измерить геодезическим транспортиром дирекцион-ный угол ($\alpha_{изм}$) и вычислить значения истинного(А) и магнитного азимутов ($А_м$)	Формулы: Азимут истинный $А_{расч} = \alpha_{изм} + \gamma$; Азимут магнитный $А_{м\ расч} = \alpha_{изм} - \delta + \gamma = \alpha_{изм-П}$
10. Сравнить значения измеренных и расчетных ориентирных углов	Арифметические действия, требования по точности вычислений и измерений
11. Вычислить по измеренному дирекционному углу значение румба	Понятие: «румб r», – острый угол, отсчитываемый от ближайшего (северного или южного)направления меридиана, исходящего из заданной дочки до ориентируемой линии. Соотношения румбов и дирекционных углов Четверти и их наименования / Значения дирекционных углов / Связь румбов (табличных углов) с дирекционными углами I – св / 0°–90° / $r_1, = a_1$ II – юв / 90°–180° / $r_2 = 180° - a_2$ III – юз / 180°–270° / $r_3 = a_3 - 180°$ IV – сз / 270°–360° / $r, = 360° - a_4$
12. Записать углы ориентирования вычисленные и измеренные	Требования к записи угловых величин

2. Процесс обучения по экспериментальной методике $F_r(r = 1, 2,...n)$. В соответствии с данным алгоритмом возможные методики обучения студентов геодезии обозначены через F_1, F_2, … F_r, а соответствующие им результаты – через R_1, R_1, …R_k. В соответствии с целями нашего исследования моделирование осуществлялось на основе выбора традиционной методики и методики обучения геодезии студентов, основанной на теории поэтапного формирования умственных действий. Для характеристики результатов обучения нами использовались следующие показатели: формирование у студентов научных представлений о фигуре Земли, методах создания и использования опорных геодезических сетей, методах использования топографо-картографических материалов и измерений на поверхности Земли; умения выполнять различные виды съемок (теодолитную, тахеометрическую, нивелирование), осуществлять камеральные и графические работы по результатам полевых измерений, квалифицированно ставить перед соответствующими службами конкретные задачи геодезического обеспечения изысканий, проектирования, строительства и эксплуатации зданий и сооружений.

3. Обработка информации о результатах обучения F_r.

4. Вычисление средних дидактических потерь $\alpha_{\varphi F_r}$.

5. Выбор оптимальной технологии в соответствии с критериями модели.

Алгоритм выбора оптимальной технологии обучения требует введения следующих характеристик: вероятность доучебного состояния – $P(S_i)$; вероятность результата R_r при применении методики обучения студентов геодезии F_r к доучебному состоянию – $S_i\, P_{S_i F_r}(R_k)$.

Эти вероятности определяются как отношение числа ответов, соответствующих выбранным показателям, к общему числу возможных ответов.

В соответствии с данным алгоритмом, если обучаемый находится, например, в доучебном состоянии S_i, то, применив технологию обучения F_r, возможно получить некоторый результат R_k с вероятностью $P_{S_i F_r}(R_k)$. С этим результатом обучения можно связать некоторое число $\varphi(R_k)$, характеризующее потери, соответствующие данной технологии обучения. Функцию потерь можно определить как разность между единицей – максимальной вероятностью и фактически достигнутым результатом $P_{S_i F_r}(R_k)$, то есть [8]:

$$\varphi(R_k) = 1 - P_{S_i F_r}(R_k). \qquad (1)$$

Оптимальной считается та из них, которой соответствует минимальное значение дидактических потерь, то есть число, стремящееся к единице. В нашей экспериментальной деятельности число дидактических потерь $\alpha_{\varphi F_r}$ составило 0,987, (для традиционной репродуктивной технологии обучения – $\alpha_{\varphi F_r} = 0{,}789$).

Выводы

Исследование методических аспектов теории поэтапного формирования умственных действий П.Я. Гальперина, Н.Ф. Талызиной в контексте формирования профессиональных компетенций обучаемых, позволило разработать и апробировать учебные средства и технологические приемы их реализации по формированию обобщенный понятий и действий, необходимых студентам не только в курсе «Геодезия», но для изучения других дисциплин профессиональной направленности будущего инженера-строителя. Результаты эффективности опытно-экспериментальной работы подтверждены методом моделирования по критерию наименьших дидактических потерь.

Список литературы

1. Андронова Т.Д. Проблема формирования ориентировочной основы профессиональной деятельности студентов // Деятельностная теория учения: современное состояние и перспективы: материалы международной научной конференции (Москва, 06–08 февраля 2014 г.). – Москва, 2014. – С. 24–26.

2. Ждан А.Н. Теория и практика в психологическом наследии П.Я. Гальперина // Национальный психологический журнал. – 2017. – С. 33–39.

3. Хохлова М.В., Плескачева О.Ю. Теория поэтапного формирования предметных понятий и действий как методическая основа формирования технологической компетентности будущих инженеров // Психология образования в поликультурном пространстве. – 2014. – № 26 (2). – С. 110–117.

4. Гальперин П.Я. Введение в психологию. Учебное пособие для вузов. – М.: «Книжный дом «Университет», 2000. – 336 с.

5. Приказ Министерства образования и науки РФ от 31 мая 2017 г. № 481 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 08.03.01 Строительство» [Электронный ресурс]. – URL: http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71605256/#ixzz58cBKT4z03 (дата обращения: 03.06.2018).

6. Талызина Н.Ф. Деятельностная теория обучения как основа подготовки специалистов // Вестник Московского университета. Серия 20: педагогическое образование. – 2009. – № 3. – С. 17–30.

7. Педагогическая психология: учеб. для студ. сред. учеб. заведений / Н.Ф. Талызина. – 8-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2011. – 288 с.

8. Мархель И.И. Овакимян Ю.О. Комплексный подход к использованию технических средств обучения. – М.: Высшая школа, 1987. – 175 с.

9. Русова Н.Ю. Категории модели и моделирования в педагогике // Нижегородское образование. – 2013. – № 2. – С. 19–24.