

## ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ И СФЕРА ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

Д.М. ПИКУС

канд. технических наук, доцент, доцент кафедры «Экономика, организация строительства и управление недвижимостью»  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск, Республика Беларусь

*В контексте полномасштабной политики цифровизации всех отраслей экономики Республики Беларусь, в т.ч. строительной отрасли, необходимости создания строительной информационной модели здания и насыщения рынка программных продуктов (ПП) для этих целей, повышается уровень требования к качеству ПП и роли характеристик качества ПП на всех стадиях их определения - прогнозируемой, проектной, производственной и эксплуатационной. Произведен поиск, выбор и определена важность таких эксплуатационных показателей как научно-технический уровень и технико-экономический уровень ПП и необходимость проведения оценки этих уровней. Создание календарных планов строительства объектов в составе проекта организации строительства и проекта производства работ является важным этапом до начала строительства, определяющим весь ход возведения объекта. При насыщении рынка программными продуктами для этих целей целесообразно применить показатели научно-технического и технико-экономического уровней ПП и методику их оценки к программным продуктам позволяющим создавать календарные планы строительства объектов, что позволит отразить степень соответствия оцениваемых ПП поставленным задачам и объекту управления (степень удовлетворения потребностей производства характеристиками используемого ПП), и определить наиболее оптимальный.*

Ключевые слова: цифровизация, строительная отрасль, информационная модель здания, программный продукт, характеристики качества, научно-технический уровень, технико-экономический уровень, календарный план строительства, степень соответствия.

## OPERATING INDICATORS OF QUALITY OF SOFTWARE PRODUCTS AND SCOPE OF THEIR APPLICATION

D.M. PIKUS

PhD in Technical, associate professor, Associate professor of the Department «Economics, Construction Organization and Real Estate Management»

Belarusian National Technical University  
Minsk, Republic of Belarus

*In the context of a full-fledged policy of digitalization of all sectors of the economy of the Republic of Belarus, including the construction industry, the need to create a building information model of the building and saturate the market for software products (SP) for these purposes, the level of requirements for the quality of SP and the role of quality characteristics of SP at all stages of their determination - forecasted, projected, production and operational, are increasing. A search, selection and determination of the importance of such operational indicators as the scientific and technical level and the technical and economic level of SP and the need for an assessment of these levels were made. Creating scheduling plans for the construction of facilities as part of the construction organization project and the work execution project is an important step before construction begins, which determines the entire course of the construction of the facility. When the market is saturated with software products for these purposes, it is advisable to apply indicators of the scientific, technical and technical and economic levels of SP and the methodology for evaluating them to software products that allow you to create calendar plans for the construction of facilities, which will reflect the degree of conformity of the evaluated SP to the tasks and control object (degree meet the needs of production characteristics of the used SP), and determine the most optimal.*

Keywords: digitalization, construction industry, building information model, software product, quality characteristics, scientific and technical level, technical and economic level, construction schedule, degree of compliance.

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в Республике Беларусь проводится полномасштабная политика цифровизации всех отраслей экономики. В свою очередь “информационно-коммуникационным технологиям отводится роль необходимого инструмента развития высокотехнологичного сектора экономики, создающего условия для перехода к цифровой экономике, совершенствования институциональной и формирования благоприятной бизнес-среды” [1].

Реализуется “Государственная программа развития цифровой экономики и информационного общества на 2016-2020 годы”. 21 декабря 2017 г. вышел Декрет Президента Республики Беларусь № 8 “О развитии цифровой экономики”, который создает необходимые условия развития ИТ-отрасли и дает преимущества при создании цифровой экономики. Директивой Президента Республики Беларусь от 4 марта 2019 г. № 8 “О приоритетных направлениях развития строительной отрасли” в целях ее устойчивого развития устанавливается, что цифровую трансформацию строительной отрасли необходимо реализовывать посредством обеспечения перехода на электронное взаимодействие участников инвестиционно-строительного процесса, внедрения интегрированных информационных систем по управлению ресурсами предприятий, создания единой информационной среды и оказания максимального содействия внедрению и развитию технологии информационного моделирования в строительстве. В этой связи, в т.ч. проводятся научно-практические конференции, форумы и семинары, в которых основными являются такие темы, как “Инновационные технологии в строительной отрасли и их внедрение”, “BIM-технологии”, “Цифровое строительство (BIM)”.

Под BIM (Building Information Model) принято понимать процесс (подход) создания модели здания или сооружения для дальнейшего получения из нее информации на любой стадии жизненного цикла объекта.

Известно, что любая модель и любая информация является основой автоматизированной системы управления (АСУ), а сама АСУ реализуется посредством конкретных программных продуктов, использование которых происходит на всех стадиях жизненного цикла строительства. И в связи с вышесказанным, качество программных продуктов, под которым по [2] понимается совокупность характеристик программного продукта, относящаяся к его способности удовлетворять установленные и подразумеваемые потребности, должно быть на высоком уровне, а оценка качества должна проводиться систематически для исследования степени соответствия программного продукта заявленным возможностям.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Вопросы качества программных продуктов и систем; классификации методов определения показателей качества; моделей и методов оценки качества по ряду технических нормативных правовых актов (ТНПА) в области информационных технологий; связей качества программных продуктов с их жизненным циклом; метрик качества и требований к качеству, подробно рассматриваются в трудах Бахтизина В. В. и Глуховой Л. А. [3, 4] и многих других авторов.

Стандарты в области информационных технологий регламентируют шесть характеристик качества программных продуктов: функциональность (функциональные возможности), надежность, удобство использования (практичность), эффективность, сопровождаемость и мобильность.

Например, надежность это способность программного продукта поддерживать заданный уровень качества функционирования при его использовании в заданных условиях в течение заданного интервала времени. Подхарактеристиками надежности являются: стабильность, т.е. способность программного продукта избегать отказов вследствие ошибок в программах; устойчивость к ошибке, т.е. способность программного продукта поддерживать заданный уровень качества функционирования в случаях ошибок в программах; восстанавливаемость, т.е. способность программного продукта восстанавливать заданный уровень качества функционирования и данные, по

врежденные в случае отказа. Далее для оценки надежности необходимо установить метрики качества (числовые оценки параметров), которые соотносятся с подхарактеристиками, а следовательно, и с характеристиками программного продукта (ПП), т.е. количественный масштаб и метод, которые могут быть использованы для определения значения признака, принятого для конкретной программной продукции. После чего производится измерение. Для измерения выбранные метрики применяются к ПП. Результатом являются значения в масштабах метрик. Далее проводится ранжирование. На этапе ранжирования устанавливается уровень ранжирования для измеренного значения. Оценка является последним этапом процесса оценивания ПП, на котором обобщается множество установленных уровней. Результатом является заключение о качестве ПП (приемлемый или неприемлемый уровень качества).

Также существуют внутренние метрики надежности, которые используются во время разработки программного продукта для предсказания того, удовлетворяет ли ПП заявленным потребностям в надежности, и внешние метрики надежности, которые должны измерять свойства, связанные с поведением системы, содержащей ПП, во время тестирования, чтобы показать степень надежности ПП в системе в процессе эксплуатации.

Подобный процесс проводится для оценки и других перечисленных характеристик качества, и каждый раз он базируется на представлении о качестве пользователя, разработчика или руководителя, причем значения показателей качества могут быть прогнозируемыми, проектными, производственными и эксплуатационными, в зависимости от стадии определения. Охарактеризовать качество программных продуктов без этого невозможно, а необходимость разных представлений и стадийность определения показателей не требует доказательств, так как программный продукт должен быть способен удовлетворять установленные и подразумеваемые потребности и соответствовать заявленным возможностям.

Известно, что прогнозируемые показатели используются на стадиях выполнения научно-исследовательских работ и составления технического задания на разработку ПП, т.е. на тех стадиях, когда нет детального проекта ПП и самого ПП. Значения прогнозируемых показателей в основном определяются на основе интуиции и опыта

аналогичных разработок и носят субъективный характер. Значения проектных показателей определяются на основе анализа проектов ПП, а также путем испытания опытного образца ПП. Эти показатели носят более объективный характер. Степень их достоверности зависит от эффективности используемых инструментальных средств анализа и испытания. Производственные показатели практически не отличаются от проектных, в т.ч. если изготовление ПП сводится к простому копированию. Если копированию предшествуют операции сборки или генерации ПП, то производственные показатели качества таких ПП могут существенно отличаться от проектных.

Однако только значения эксплуатационных показателей определяются по результатам промышленной эксплуатации ПП и при соблюдении определенных правил сбора и обработки данных о качестве ПП в процессе эксплуатации эксплуатационные показатели дают наиболее объективную и достоверную оценку, при учете проведения оценки независимым квалифицированным специалистом-экспертом. Именно по этим показателям можно произвести действительную оценку научно-технического уровня ПП, или на стадии его эксплуатации определить сам показатель научно-технического уровня (НТУ), под которым понимается уровень экономических и научно-технических характеристик ПП, отражающих степень соответствия оцениваемой системы поставленным задачам функционирования или выявленным тенденциям научно-технического прогресса. Показатель НТУ является интегральной мерой оценки уровня экономического потенциала системы, системотехнического уровня, уровня охвата автоматизацией задач управления и уровня использования трудовых ресурсов и качества продукции [5, 6].

Для примера, аналогичным образом проверка научно-технического уровня действующих ТНПА в строительном комплексе осуществляется для установления соответствия их требованиям нормативных правовых актов Республики Беларусь, технических регламентов, потребностям экономики государства, уровню развития науки и техники с учетом изменений, происшедших в процессах разработки, производства, использования, хранения, перевозки, реализации, утилизации продукции, выполнения проектных работ, строительного производства [7]. А оценка научно-технического уровня и

конкурентоспособности инновационных проектов является оценочно-аналитической деятельностью, направленной на информационное обеспечение принимаемых решений по важнейшим проблемам научно-технического, производственно-технологического и социально-экономического развития государства, регионов или отдельных субъектов хозяйствования, и является составной частью механизма формирования и реализации научно-технической, образовательной, производственно-технологической и социально-экономической политики органов государственного управления и субъектов хозяйствования [8].

Таким образом, как сам показатель научно-технического уровня, так и оценка научно-технического уровня, являются востребованными в различных сферах деятельности, когда речь заходит о выборе стратегии развития систем, степени выполнения системами своего основного назначения в зависимости от видов и перспективности используемых ресурсов, планировании и управлении разработкой и внедрением различных систем. Общее назначение оценки научно-технического уровня заключается в определении соответствия технических и экономических показателей оцениваемой системы современным достижениям науки и техники и потребностям народного хозяйства.

По [9] показатель НТУ представляет собой интегральную оценку соответствия качества ПП поставленным задачам ее функционирования или выявленным тенденциям научно-технического прогресса и определяется следующими взаимосвязанными показателями: уровнем организации производства и труда предприятия – объекта автоматизации; системотехническим уровнем обработки данных; уровнем охвата автоматизацией задач управления и уровнем экономического потенциала системы.

По [5] к основным целям оценки НТУ ПП относят - получение прогнозируемых оценок развития ПП; планирование уровня системы; управление процессом разработки и внедрения; оценку эффективности функционирования; определение направления дальнейшего развития. А сам показатель оценки уровня ПП, выражается в баллах от 0 до плюс 10 и получается в результате определения показателя системотехнического уровня путем последовательную сумми-

рования балльных оценок факторов, взятых с соответствующими весами, умножения его на показатель, оценивающий экономический уровень, и суммирования с показателями уровня охвата автоматизацией задач управления, уровня использования трудовых ресурсов и уровня качества продукции.

Кроме того, в [5] также упоминается о технико-экономическом уровне (ТЭУ) АСУ, в нем в отличие от научно-технического уровня отражается не степень соответствия оцениваемой системы тенденциям научно-технического прогресса, а степень соответствия оцениваемой системы объекту управления. Показатель технико-экономического уровня АСУ является многоуровневой скалярной сверткой параметров, оценивающих степень удовлетворения потребностей производства характеристиками используемой АСУ.

НТУ позволяет выявлять трудности на пути достижения высокого НТУ, и устранять имеющиеся преграды, а также дает возможность видеть перспективы, которые можно использовать в новых разработках по мере развития науки и техники, снижения цен на оборудование, повышение его надежности. ТЭУ оценивает качество выполненных работ по созданию ПП, позволяет сравнивать принципиально разные разработки и обеспечивать повышение экономической эффективности производства.

## ВЫВОДЫ

В настоящее время, рассмотренные показатели НТУ и ТЭУ, и оценка этих показателей, приобретают особую актуальность, а имея их значения [10, 11, 12] можно в полной мере говорить об обеспечении строительной отрасли качественными программными продуктами, решающими основные поставленные задачи.

Сегодня для реализации календарных планов строительства объектов в составе проекта организации строительства и проекта производства работ используются программные продукты, позволяющие разрабатывать графики производства работ, графики работы трудовых ресурсов, поставки и потребления материальных ресурсов, работы основных машин и механизмов, и проводить оптимизацию календарных планов по различным критериям (время, расход ресурса,

стоимость). Вот некоторые из них: Microsoft Project [13, 14], Primavera [15, 16], Rillsoft Project [17, 18], Spider Project [19, 20], программное обеспечение НТЦ “Гектор” [21] и др.

Данные программные продукты, являясь представителями автоматизированных систем управления, развивают семейство программ управления проектами, которое в свою очередь входит в состав строительной информационной модели здания и дополняет ее моделью возведения объекта с привязкой к календарному времени. Имея на инвестиционной стадии жизненного цикла объекта на этапе его строительства такую полноценную модель, можно детально отслеживать ход строительства и управлять расходом всех ресурсов (оптимизировать по различным критериям при необходимости), а в случае появления каких-либо изменений в сроках выполнения работ или расхода ресурсов можно мгновенно оценить влияние этого и дать своевременные рекомендации для выполнения проекта в срок.

В виду важности рассмотренных показателей НТУ и ТЭУ, целесообразно применить данные показатели и методику их оценки по [5] к названным программным продуктам для отражения степени соответствия оцениваемых ПП поставленным задачам и объекту управления (степени удовлетворения потребностей производства характеристиками используемого ПП), и определения наиболее оптимального.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Официальный интернет-портал Президента Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://president.gov.by/ru/economy\\_ru](http://president.gov.by/ru/economy_ru). – Дата доступа: 22.10.2019.
2. СТБ ИСО/МЭК 9126-2003. Информационные технологии. Оценка программной продукции. Характеристики качества и руководства по их применению. – Введ. 2003-11-01. – Минск: Госстандарт, 2003.
3. Бахтизин, В. В. Метрология, стандартизация и сертификация в информационных технологиях: учеб. пособие. В 2 ч. Ч. 2 / В. В. Бахтизин, Л. А. Глухова. – Минск: БГУИР, 2016. – С. 141 – 343.
4. Учебное пособие по дисциплине “Стандартизация и сертификация программного обеспечения” для студентов специальности 1-

40 01 01 «Программное обеспечение информационных технологий» / Л. А. Глухова ; Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. – Минск : БГУИР, 2007. – 161 с.

5. Справочник проектировщика АСУ ТП / Г. Л. Смилянский [и др.] под ред. Г. Л. Смилянского. – М.: Машиностроение, 1983. – 527 с.

6. РД 50-492-84. Методика оценки научно-технического уровня АСУ. Типовые положения. – М. : Издательство стандартов, 1985.

7. ТКП 45-1.01-185-2009 (02250). Проверка научно-технического уровня действующих ТНПА в строительном комплексе. Правила проведения. – Введ. 2010-07-01. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2010.

8. СТБ 1078-97. Оценка научно-технического уровня и конкурентоспособности инновационных проектов. Основные положения. – Введ. 1998-04-01. – Минск: Госстандарт, 2011.

9. Позняков, В. В. Теория систем и информационное обеспечение АСУ в строительстве: учеб. пособие / В. В. Позняков. – М.: МИСИ, 1986. – 102 с.

10. Оценка научно-технического развития уровня автоматизированных систем управления, как мера эффективности создаваемых систем / Д. М. Пикус [и др.] // Актуальные проблемы экономики строительства: материалы 8-й Республиканской научно-практической конференции, Минск, 29 ноября - 3 декабря 2010 года / Белорусский национальный технический университет, Строительный факультет ; редкол.: Голубова О. С., Корбан Л. К., Винокурова Н. Е. – Минск : БНТУ, 2011. – С. 137-141.

11. Кисель, Е. И. Анализ автоматизированных систем управления в строительстве / Е. И. Кисель, Р. А. Минеев, Д. М. Пикус // Вестник Брестского государственного технического университета. Серия Строительство и архитектура. – 2013. – № 1. – С. 109 – 111.

12. Оценка эффективности функционирования автоматизированной системы управления – программного комплекса для определения затрат в строительстве/Н. М. Голубев [и др.]/Строительная наука и техника. – 2011. – № 1. – С. 39 – 42.

13. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Microsoft\\_Project](https://ru.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Project). – Дата доступа : 25.10.2019.

14. Официальная страница Microsoft Project [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://products.office.com/ru-ru/project/project-and-portfolio-management-software>. – Дата доступа : 25.10.2019.
15. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Primavera>. – Дата доступа: 25.10.2019.
16. Официальная страница Управление портфелем корпоративных проектов Oracle Primavera P6 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.oracle.com/applications/primavera/products/project-portfolio-management/>. – Дата доступа: 25.10.2019.
17. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://en.wikipedia.org/wiki/Rillsoft\\_Project](https://en.wikipedia.org/wiki/Rillsoft_Project). – Дата доступа: 25.10.2019.
18. Официальный сайт Rillsoft Project [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.rillsoft.com>. – Дата доступа: 25.10.2019.
19. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://en.wikipedia.org/wiki/Spider\\_Project](https://en.wikipedia.org/wiki/Spider_Project). – Дата доступа: 25.10.2019.
20. Официальный сайт Spider Project [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.spiderproject.com/ru/index.php/spabout>. – Дата доступа: 25.10.2019.
21. Официальный сайт научно-технического центра “Гектор” [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gektorstroi.ru/products/description/>. – Дата доступа: 25.10.2019.

## REFERENCES

1. 1The official Internet portal of the President of the Republic of Belarus [Electronic resource]. – Access mode: [http://president.gov.by/ru/economy\\_ru](http://president.gov.by/ru/economy_ru). – Access date: 10/22/2019.
2. STB ISO/IEC 9126 – 2003. Information Technology. Evaluation of software products. Quality characteristics and guidelines for their use. – Enter. 2003 – 11-01. – Minsk: Gosstandart, 2003.

3. Bakhtizin, V. V. Metrology, standardization and certification in information technology: textbook. allowance. In 2 hours, Part 2/V. V. Bakhtizin, L. A. Glukhova. – Minsk: BSUIR, 2016 . – P. 141 – 343.

4. Textbook for the discipline "Standardization and certification of software" for students majoring 1 – 40 01 01 "Software Information Technology"/L. A. Glukhova ; Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics. – Minsk: BSUIR, 2007. – 161 p.

5. The reference book of the designer of automatic process control systems/G. L. Smilyansky [et al.]; under the editorship of G. L. Smilyansky. – M.: Mechanical Engineering, 1983. – 527 p.

6. RD 50-492-84. Methodology for assessing the scientific and technical level of ACS. Standard provisions. – M.: Publishing house of standards, 1985.

7. TAP 45 – 1.01 – 185 – 2009 (02250). Checking the scientific and technical level of operating consumer technical regulations in the construction complex. Rules for conducting. – Enter. 2010-07-01. – Minsk: Ministry of Architecture and Construction of the Republic of Belarus, 2010.

8. STB 1078 – 97. Assessment of the scientific and technical level and competitiveness of innovative projects. The main provisions. – Enter. 1998-04-01. – Minsk: State Standard, 2011.

9. Poznyakov, V. V. Theory of systems and information support of ACS in construction: textbook allowance/V. V. Poznyakov. – M.: MCEI, 1986. – 102 p.

10. Assessment of scientific and technical development of the level of automated control systems, as a measure of the effectiveness of the created systems/D. M. Pikus [et al.]//Actual problems of the construction economy: materials of the 8th Republican Scientific and Practical Conference, Minsk, 29 November

11. December 3, 2010/Belarusian National Technical University, Faculty of Civil Engineering; Editorial: Golubova O. S., Korban L. K., Vinokurova N. E. – Minsk : BNTU, 2011 . – P. 137 – 141.

12. Kisel, E. I. Analysis of automated control systems in construction/E. I. Kisel, R. A. Mineev, D. M. Pikus//Bulletin of the Brest State Technical University. Series Construction and architecture. – 2013. – No. 1. – P. 109 – 111.

13. Evaluation of the effectiveness of the functioning of an automated control system – a software package for determining costs in construction/N. M. Golubev [et al.]//Construction Science and Technology. – 2011. - No. 1. – P. 39 – 42.

14. Wikipedia. Free Encyclopedia [Electronic resource]. – Access mode: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Microsoft\\_Project](https://ru.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Project). – Date of access: 10.25.2019.

15. Official page of Microsoft Project [Electronic resource]. – Access mode: <https://products.office.com/ru-ru/project/project-and-portfolio-management-software>. – Date of access: 10.25.2019.

16. Wikipedia. Free Encyclopedia [Electronic resource]. – Access mode: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Primavera>. – Date of access: 10.25.2019.

17. Official page Oracle Primavera P6 Corporate Project Portfolio Management [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.oracle.com/applications/primavera/products/project-portfolio-management/>. – Date of access: 10.25.2019.

18. Wikipedia. Free Encyclopedia [Electronic resource]. – Access mode: [https://en.wikipedia.org/wiki/Rillsoft\\_Project](https://en.wikipedia.org/wiki/Rillsoft_Project). – Date of access: 10.25.2019.

19. Official site of the Rillsoft Project [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.rillsoft.com>. – Date of access: 10.25.2019.

20. Wikipedia. Free Encyclopedia [Electronic resource]. – Access mode: [https://en.wikipedia.org/wiki/Spider\\_Project](https://en.wikipedia.org/wiki/Spider_Project). – Date of access: 10.25.2019.

21. Official site of the Spider Project [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.spiderproject.com/en/index.php/spabout>. – Date of access: 10.25.2019.

22. Official site of the scientific and technical center “Hector” [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.gektorstroi.ru/products/description/>. – Date of access: 10.25.2019.