

DOI: 10.20913/2618-7515-2024-1-11

УДК 378.147:303.732.4

Оригинальная научная статья

Применение методов системной инженерии в процессе преподавания начертательной геометрии

И. Г. Борисенко

*Сибирский федеральный университет
Красноярск, Российская Федерация
e-mail: i.g.borisenko@yandex.ru*

С. Г. Докшанин

*Сибирский федеральный университет
Красноярск, Российская Федерация
e-mail: sergey_dokshanim@mail.ru*

Аннотация. *Введение.* Процесс преподавания вузовских дисциплин на современном этапе можно рассматривать как единую систему, состоящую из множества отдельных элементов, где каждый элемент оказывает влияние на ее эксплуатацию. Проанализировать это влияние можно с помощью методов системной инженерии. *Постановка задачи.* В качестве системы рассматривается дисциплина «Начертательная геометрия». Определены цели и задачи системы, степень заинтересованности в создании этого проекта. *Методика и методология исследования.* Рассмотрены методы системного инжиниринга, с помощью которых решались вопросы жизненного цикла системы. *Результаты.* Для трех исследуемых групп, изучающих дисциплину «Начертательная геометрия», установлено различное распределение времени для тем изучаемого материала. Показано, что использование методов системного анализа в разработке учебных программ делает процесс обучения более совершенным. *Выводы.* Методы системной инженерии с успехом могут применяться как современный инструмент анализа результатов преподавания технических дисциплин и модернизации учебного процесса.

Ключевые слова: технология профессионального образования, системная инженерия, система, начертательная геометрия, стейкхолдер, жизненный цикл, комплексный чертеж

Для цитирования: *Борисенко И. Г., Докшанин С. Г.* Применение методов системной инженерии в процессе преподавания начертательной геометрии // Профессиональное образование в современном мире. 2024. Т. 14, № 1. С. 96–102. DOI: <https://doi.org/10.20913/2618-7515-2024-1-11>

DOI: 10.20913/2618-7515-2024-1-11

Full Article

Application of systems engineering methods in the process of teaching descriptive geometry

Borisenko, I. G.

*Siberian Federal University
Krasnoyarsk, Russian Federation
e-mail: i.g.borisenko@yandex.ru*

Dokshanim, S. G.

*Siberian Federal University
Krasnoyarsk, Russian Federation
e-mail: sergey_dokshanim@mail.ru*

Abstract. *Introduction.* The process of teaching university disciplines at the present stage can be considered as a single system composed of many individual elements, where each element influences the operation of this system. This

influence can be analyzed using systems engineering methods. *Purpose setting.* The discipline «Descriptive Geometry» is considered as a system. The goals and objectives of the system, the degree of interest in the creation of this project are determined. *Methodology and methods of the study.* The article considers the methods of system engineering, with the help of which issues of the system life cycle were resolved. *Results.* For the three tested groups studying the discipline «Descriptive Geometry», a different time distribution was established for the topics of the material being studied. It is shown that the use of systems analysis methods in the development of educational programs makes the learning process more perfect. *Conclusion.* Systems engineering methods can be successfully used as a modern tool for analyzing the results of teaching technical disciplines and modernizing the educational process.

Keywords: technology of vocational education, systems engineering, system, descriptive geometry, stakeholder, life cycle, complex drawing

Citation: Borisenko, I. G., Dokshanin, S. G. [Application of systems engineering methods in the process of teaching descriptive geometry]. *Professional education in the modern world*, 2024, vol. 14, no. 1, pp. 96–102. DOI: <https://doi.org/10.20913/2618-7515-2024-1-11>

Введение. На современном этапе развития общества необходимо рассматривать проблемы методами анализа, которые позволили бы понимать сложные проблемы как единое целое. Причем их изучение требует анализа многих ситуаций, каждая из которых характеризуется большим количеством переменных, способных обеспечить наиболее полное представление. Подобного рода практика реализации таких задач была названа системным подходом, или системным анализом, где используется совокупность методологических средств для подготовки и обоснования решений по сложным проблемам [1; 2]. В системном анализе любой объект рассматривается не как единое целое, а как комплекс взаимосвязанных составных элементов, их свойств и процессов.

Постановка задачи. Прежде чем перейти к системному анализу, необходимо дать определение системы. Здесь нужно отметить, что такого общепризнанного понятия системы не существует. Некий обзор по этой теме есть в работах Б.И. Герасимова [3], В.Н. Попова [4] и др. (см., напр.: [5–8]). С.Н. Боярский на основе обобщения ряда известных формулировок, соответствующих понятию «система», дает следующее определение: «Система – это множество элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, которое образует определенную целостность, единство при достижении цели» [9, с.7].

В схеме системного анализа «система» представлена, прежде всего, как «воплощение системы» (system realization – букв. «реализация», воплощение в реальности). Следуя этой схеме, необходимо понимать, что понятие «система» в первую очередь связано с другим важным понятием – «стейкхолдер», который использует систему в своих интересах. Согласно определению системной инженерии стейкхолдеры – это люди (один или несколько человек с распределенными в них полномочиями – организации), которые влияют на проект по созданию, эксплуатации

и выводу из эксплуатации системы, а также люди, интересы которых могут быть затронуты системой [10–12].

Для дисциплины «Начертательная геометрия» как системы в качестве ее функции определено следующее: научить дуализму мышления при восприятии геометрических объектов: на плоском чертеже видеть пространственное изображение и наоборот, причем это должно происходить одновременно. В конечном итоге подобного рода мышление должно происходить на уровне метанойи как при чтении книг, когда при помощи текста мы ощущаем, переживаем, видим действия, образы и т.д., а не сами слова – их строение, подлежащее, сказуемое и т.п. То же самое должно происходить при чтении чертежа – письма, выполненного в графическом виде [13]. От того, насколько хорошо владеет этим языком студент, будет зависеть его будущее обучение. Таким образом, в качестве стейкхолдера предмета «Начертательная геометрия» является предмет «Инженерная графика», а выше должны идти технические науки, производство, экономика и т.д.

Методика и методология исследования. Рассматривать дисциплину «Начертательная геометрия» как систему попытаемся при помощи «модели гамбургера», предложенной Гелингом [14; 15]. В таком представлении возможно передать комбинации всех элементов системы, их взаимосвязи и модульность строения системы. В верхней части рассматривается функция целевой системы (функция), которая полностью зависит от стейкхолдера (культурно-обусловленная позиция), находящегося на той или иной позиции в холархии (иерархии системы). Нижняя половина «гамбургера» (конструкция) передает информацию о внутреннем устройстве системы: какие элементы входят в систему и какие функции они выполняют. Между функцией и конструкцией располагается их связь (архитектура), которая может задавать модульность системы, при этом сама связь

тоже может представлять отдельный «гамбургер» со своей многоуровневой системой [15; 16].

Конструкция начертательной геометрии рассматривается как функция решения метрических и позиционных задач. Причем конструкция этих задач определяется как функция подсистем, расположенных уровнем ниже: точка, прямая, плоскость и т.д. Функция метрических задач – показать в графическом виде численные значения величин геометрических объектов (натуральную величину длины отрезка, углы и т.п.). Функция системы позиционных задач – определение взаимного положения геометрических объектов. Между системами существуют обратные связи, или интерфейсы, которые выполняют ряд операций: сравнивают выборку выхода с моделью выхода и выделяют различия, оценивают содержимое и смысл различия, вырабатывают решение, сочлененное с различием, формируют процесс ввода решения (вмешательство в процесс системы) и воздействуют на процесс с целью сближения выхода и модели выхода [3; 5].

С точки зрения преподавания начертательная геометрия как система представлена следующим образом. Здесь стейкхолдеры – преподаватель и студенты. В данном случае имеем модель «черного ящика». Требования стейкхолдеров:

1) преподавателя – в результате прослушивания курса все студенты должны знать предмет, уметь решать задачи;

2) студента – чтобы в результате прослушивания курса лекций и решения задач они могли бы самостоятельно решать задачи и понимать теоретический курс, то есть сдать экзамен.

Отметим, что самостоятельное решение предусматривает как минимум работу с учебной литературой. Поэтому преподавателю необходимо научить студента пользоваться учебной литературой. Преподаватель, находясь в позиции «черного ящика», вынужден излагать материал строго в соответствии с рабочей программой и придерживаться ранее определенного жизненного цикла системы, который предписывается министерской программой.

Модель «белого ящика»: преподаватель и студент находятся в рефлексивной позиции – кто я, зачем я и для чего я? Теперь стейкхолдер находится вне системы и рассматривает ее как единое целое, находящееся в окружении других систем. Теперь требования стейкхолдеров следующие:

1) преподавателя – в результате прослушивания курса все студенты должны знать предмет, уметь решать задачи. Научить студентов учиться, чтобы в результате прослушивания курса они могли пользоваться экзокортексом и в конечном итоге самостоятельно освоить любой материал. Кроме того, преподаватель должен строить часть

жизненного цикла учебного процесса таким образом, чтобы учитывались жизненные циклы других предметов. В противном случае студент может оказаться в таких условиях, когда выполнение учебного процесса для него становится невозможным (большинство самостоятельных работ сдвигаются в конец семестра). Преподаватель должен показывать связь предмета с другими (хотя бы с инженерной графикой);

2) студента – чтобы в результате прослушивания курса лекций и решения задач они могли бы самостоятельно решать задачи и понимать теоретический курс, то есть сдать экзамен. Видеть применение данного предмета при изучении других дисциплин.

Как видим, требования преподавателя и студентов как заинтересованных сторон гораздо шире вследствие рефлексивной позиции стейкхолдеров. Таким образом, модель «белого ящика» позволяет формировать компетенции студентов, предписываемых программой курса.

Любой системный анализ невозможен без рассмотрения жизненного цикла системы [16; 17]. Для того чтобы составить министерскую программу, необходимо знать различные требования, представленные к данной дисциплине. Требования экономики – сократить затраты на обучение и одновременно выпустить специалистов-профессионалов. Удовлетворяя первому требованию, архитектор (министерство) сокращает количество часов на изучение начертательной геометрии. Чтобы удовлетворить второму требованию, оставляет программу на высоком уровне. В этом случае архитекторам необходимо сходить в практику рабочего проектирования и узнать, будет ли работать данная система. Вместо этого архитектор решает, что если система в вузе не будет работать, то никаких изменений вноситься не будет, а программа просто закроется. Что остается делать с рабочей программой преподавателю? При ее составлении делается конструкция на уровне министерской, но в ходе учебного процесса опускается на уровень средней школы, постоянно напоминая элементы из школьной программы, рискуя оказаться в цейтноте. Преподавателю необходимо напоминать свойства евклидова пространства, элементы геометрии, тригонометрии и т.п.

Для функционирования системы необходимо, чтобы архитекторы опускались на уровень рабочего проектирования и спрашивали: «Будет ли система работать?» Выясняют, что при данной архитектуре система не работает, что убедительно показано в работах ученых, занимающихся современными проблемами образования в России [18–20] и высшего образования в частности [21–24]. В связи с сокращением аудиторных часов преподавание на должном уровне (из-за плохих

знаний средней школы) невозможно, а увеличение часов самостоятельной работы ничего не дает, так как студенты не умеют пользоваться экзокортексом [25; 26]. Для того чтобы научиться делать последнее, необходимо выделять дополнительные часы, то есть вернуться к консультациям. Причем проблема консультаций не должна рассматриваться с точки зрения меркантильных интересов преподавателя (как только оплата), но это проблема аудиторий, проблема согласования с расписанием вуза и самих студентов. Отношение студентов к консультациям коренным образом отличается от добровольных и обязательных. Особенно это важно на первом курсе, когда система обучения средней и высшей школы резко отличается.

Итак, мы показали, что система может работать тогда, когда системные архитекторы спускаются на уровень рабочего проектирования и работают в системе «белого ящика». На деле преподаватель имеет «as designed» («как спроектировано»), причем вопрос «go – no-go» («идти – не идти») не возникает.

Результаты. В данной работе рассматривается возможность изменения части жизненного цикла программы дисциплины «Начертательная геометрия» с целью улучшения усвоения материала студентами. Для исследования были выбраны студенты одного факультета, имеющие практически одинаковую школьную подготовку.

Для первого потока рассматривался вариант распределения времени модели черного ящика при изучении тем начертательной геометрии в зависимости от информации, получаемой студентами. Больше всего информации студенты должны получить на теме «Комплексный чертеж точки», где рассматриваются решения позиционных и метрических задач.

В данном случае мы имеем следующее: недостаточно усвоив понятие комплексного чертежа, студенты переходят к изучению прямой, что ведет к непониманию данной темы. Дальше некоторые понятия прямой переходят к темам, изучающим плоскость. Таким образом, по каждой теме у студентов накапливается груз неувоенных понятий предыдущих лекций. В итоге студенты имели на экзамене приблизительно 60% оценок «удовлетворительно», 30% – «хорошо» и 10% – «отлично».

Для студентов первого потока вариант распределения времени предполагает равномерное распределение самостоятельной работы. Однако неумение работать самостоятельно, правильно использовать экзокортекс, а также непонимание теоретического материала приводят к тому, что большинство студентов испытывают затруднение при решении задач. Для них недостаточно общего решения, они не в состоянии здесь уви-

деть решение своей конкретной задачи. Поэтому они не пытаются самостоятельно разобраться в алгоритмах решения задач с использованием конспектов лекций и учебной литературы, а пытаются выполнить задачи по шаблону при помощи методических руководств.

Второй поток студентов не имел строгих ограничений по времени при изучении теоретического материала. Дадим описание жизненного цикла этого варианта проекта обучения через терминологию системного анализа. Основное отличие от первого потока состояло в том, что здесь каждую тему заканчивает «gate» («ворота»). Это наступает, когда преподаватель убеждается, что система соответствует «baseline» («конфигурационный базис»), собираясь в одно целое в сознании студента – «cognitive framework» («что в голове») – и позволяет начать изучение новой темы. Иными словами, «gate» является стадией принятия решения двигаться или нет дальше – «go – no go». Если для первого потока обучающихся стояло разграничение во времени и до «gate» преподаватель имел конфигурационный базис вида «as designed» («как спроектировано»), а после него этот «baseline» становился «as build» («как сделано») без возможности принятия решения «go – no go», то для студентов второго потока «gate» наступает тогда, когда преподаватель считает, что тема была изучена в полной мере.

Итак, по второму варианту значительное время было уделено теме «Комплексный чертеж точки». Время определялось по состоянию студентов близкому к метанойи, то есть когда студенты видели точку в пространстве и на чертеже. Здесь необходимо говорить о дуализме мышления: имея точку в пространстве, представлять ее на чертеже и наоборот. Решение «go – no go» принимается после практических занятий. На этих занятиях преподаватель должен выяснить «cognitive framework» каждого студента. Здесь мы имеем модель «белого ящика».

Отметим, что время на изучение последующих тем сокращается в силу того, что скорость восприятия студентами значительно увеличивается, отсюда – сокращение времени на изучение каждой последующей темы, потому что дальнейшее рассмотрение происходит уже на другом уровне знаний. Например, уже после темы «Комплексный чертеж точки» они в состоянии на чертеже видеть пространственные тела. В данном случае уровень удовлетворительных оценок понизился до 20%, а хороших и отличных увеличился до 60 и 30% соответственно. Если говорить о самостоятельной работе, то на первый взгляд кажется, что по второй модели основная часть самостоятельной работы переносится на конец семестра. Однако теперь студенты могут работать самосто-

ательно на практических занятиях и не зависеть от других, так как более глубокие знания позволяют решать задачи. К тому же решение задач в присутствии преподавателя (возможность получить ответ на непонятное) значительно сокращает время для самостоятельной работы.

Отличие третьего потока студентов от двух других состояло в том, что при изучении комплексного чертежа точки рассматривалось проецирование не только на три плоскости проекций, но и на дополнительные плоскости (тема из преобразования комплексного чертежа – «Замена плоскостей проекций»). Теперь дальнейшее рассмотрение тем происходило не в трех проекциях, а вводились дополнительные плоскости. Хотя время на рассмотрение комплексного чертежа точки увеличилось (за счет преобразования комплексного чертежа методом замены плоскостей проекций), оно было компенсировано за счет сокращения времени при изучении темы «Преобра-

зование комплексного чертежа». Здесь возникает потребность скорректировать самостоятельную работу таким образом, что задачи по этой теме можно решать при рассмотрении тем «Прямая» и «Плоскость». За счет этого у студентов появляется возможность уменьшить количество часов самостоятельной работы в конце.

Выводы. На основании вышеизложенного можно сделать выводы.

1. Использование модели белого ящика позволяет управлять жизненным циклом системы учебного процесса.

2. Увеличение времени на изучение основных положений начертательной геометрии (комплексный чертеж) впоследствии компенсируется уменьшением времени изучения последующих тем.

3. Изменение жизненного цикла системы преподавания требует пересмотра заданий на самостоятельную работу с целью равномерного по времени распределения нагрузок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чубик П. С., Марков Н. Г., Мирошниченко Е. А., Петровская Т. С. Системная инженерия и ее внедрение в образовательные программы Томского политехнического университета // Известия Томского политехнического университета. 2013. Т. 323, № 5. С. 176–181.
2. Станийчук А. В. Системная организация учебного процесса в преподавании дисциплины «Инженерная и компьютерная графика» // Вестник Амурского государственного университета. Серия: Гуманитарные науки. 2022. Вып. 96. С. 103–106.
3. Герасимов Б. И., Попова Г. Л., Злобина Н. В. Основы теории системного анализа: качество и выбор: учеб. пособие. Тамбов: ТГТУ, 2011. 80 с.
4. Попов В. Н., Касьянов В. С., Савченко И. П. Системный анализ в менеджменте: учеб. пособие. Москва: КНОРУС, 2016. 298 с.
5. Коптелова И. А. Основы системной инженерии: учеб.-метод. пособие. Волгоград: ВолгГТУ, 2021. 68 с.
6. Королев Е. Н. Методы системной инженерии: учеб. пособие. Воронеж: Воронеж. гос. техн. ун-т, 2016. 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
7. Перегудов Ф. И., Тарасенко Ф. П. Введение в системный анализ: учеб. пособие для вузов. Москва: Высш. шк., 1989. 367 с.
8. Forsberg K., Mooz H. The relationship of systems engineering to the project cycle // Engineering Management Journal. 1992. Vol. 4, no. 3. P. 36–43. DOI: <https://doi.org/10.1080/10429247.1992.11414684>.
9. Боярский С. Н., Чернышев Л. А. Системный анализ бизнес-процессов фирмы: учеб. пособие. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2013. 188 с.
10. Саввинов В. М., Стрекаловский В. Н. Учет интересов стейкхолдеров в управлении развитием образования // Вестник международных организаций: образование, наука, новая экономика. 2013. Т. 8, № 1. С. 87–99.
11. Моргунова Р. В., Моргунова Н. В. Менеджмент стейкхолдеров: учеб. пособие. Владимир: ВлГУ, 2022. 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
12. Патрахин А. И. Стейкхолдер-менеджмент современной образовательной организации // Молодой ученый. 2016. № 22. С. 184–186.
13. Рушелюк К. С., Дергач В. В., Толстихин А. К. «Инженерная графика» – один из языков технических наук // Естественные и технические науки. 2010. № 1. С. 26–30.
14. Gielingh W. General AEC reference model (GARM): an aid for the integration of application specific product definition models // Conceptual modeling of buildings: CIB W74+W78 Seminar. Lund, 1988. P. 165–178.
15. Gielingh W. A theory for the modelling of complex and dynamic systems // Electronic Journal of Information Technology in Construction. 2008. Vol. 13. P. 421–475.
16. Левенчук А. И. Языки и нотации жизненного цикла // LiveJournal: блог-платформа. URL: <http://ailev.livejournal.com/917251.html> (дата обращения: 15.12.2023). Дата публикации: 06.03.2011.
17. Graessler I., Hentze J., Bruckmann T. V-models for interdisciplinary systems engineering // DESIGN 2018: proc. of the 15th Intern. design conf. Zagreb, 2018. P. 747–756. DOI: <https://doi.org/10.21278/idc.2018.0333>.

18. Петухова М. С., Черных С. И. Специфика воспроизводства знаний в цифровой экономике: социальный аспект // Профессиональное образование в современном мире. 2023. Т. 13, №2. С. 208–219. DOI: <https://doi.org/10.20913/2618-7515-2023-2-2>.
19. Черных С. И. К вопросу о новой архитектуре российского образовательного пространства // Профессиональное образование в современном мире. 2022. Т. 12, №4. С. 630–635. DOI: <https://doi.org/10.20913/2618-7515-2022-4-2>.
20. Черных С. И. Персональная образовательная среда в проблемном поле философии образования // Профессиональное образование в современном мире. 2022. Т. 12, №1. С. 11–19. DOI: <https://doi.org/10.20913/2618-7515-2022-1-2>.
21. Черных С. И. Образование как фиктивный капитал // Профессиональное образование в современном мире. 2020. Т. 10, №1. С. 3400–3408. DOI: <https://doi.org/10.15372/PEMW20200102>.
22. Яковлева И. В., Черных С. И., Косенко Т. С. «Аксиологический разворот» в российском образовании: позиция субъективизма // Высшее образование в России. 2022. Т. 31, №4. С. 113–127. DOI: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2022-31-4-113-127>.
23. Chernykh S. I., Borisenko I. G. Transformations of trust under caused by instabilities of educational interactions // Advances in natural, human-made, and coupled human-natural systems research. Cham, 2023. Vol. 2. P. 253–262. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-78083-8_25.
24. Черных С. И., Борисенко И. Г. Статус инженерного образования: смыслы новые – форма и содержание статьи // Философия образования. 2022. Т. 22, №2. С. 53–70.
25. ГОСТ Р ИСО/МЭК 15288–2005. Информационная технология. Системная инженерия. Процессы жизненного цикла систем. Москва: Стандартинформ, 2006. 53 с.
26. Левенчук А. И. Системноинженерное мышление // TechInvestLab.ru: сайт. URL: https://techinvestlab.ru/files/systems_engineering_thinking/systems_engineering_thinking_2015.pdf (дата обращения: 15.12.2023). Дата публикации: 02.04.2015.

REFERENCES

1. Chubik P. S., Markov N. G., Miroshnichenko E. A., Petrovskaya T. S. Systems engineering and its application to educational programs of the Tomsk Polytechnic University. *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta*, 2013, vol. 323, no. 5, pp.176–181. (In Russ.).
2. Staniichuk A. V. System organization of the educational process in teaching the discipline «Engineering and computer graphics». *Vestnik Amurskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Gumanitarnye nauki*, 2022, iss. 96, pp. 103–106. (In Russ.).
3. Gerasimov B. I., Popova G. L., Zlobina N. V. *Fundamentals of the theory of system analysis – quality and choice: textbook*. Tambov, TGTU, 2011, 80 p. (In Russ.).
4. Popov V. N., Kasyanov V. S., Savchenko I. P. *Systems analysis in management: textbook*. Moscow, KNORUS, 2016, 298 p. (In Russ.).
5. Koptelova I. A. *Fundamentals of systems engineering: textbook*. Volgograd, VolgGTU, 2021, 68 p. (In Russ.).
6. Korolev E. N. *Systems engineering methods: textbook*. Voronezh, Voronezh. gos. tekhn. un-t, 2016, 1 electronic optical disc (CD-ROM). (In Russ.).
7. Peregodov F. I., Tarasenko F. P. *Introduction to systems analysis: textbook for universities*. Moscow, Vyssh. shk., 1989, 367 p. (In Russ.).
8. Forsberg K., Mooz H. The relationship of systems engineering to the project cycle. *Engineering Management Journal*, 1992, vol. 4, no. 3, pp. 36–43. DOI: <https://doi.org/10.1080/10429247.1992.11414684>.
9. Boyarsky S. N., Chernyshev L. A. *System analysis of the company's business processes: textbook*. Yekaterinburg, Ural. gos. lesotekhn. un-t, 2013, 188 p. (In Russ.).
10. Savvinov V. M., Strekalovsky V. N. Taking into account the interests of stakeholders in the management of education development. *Vestnik mezhdunarodnykh organizatsii: obrazovanie, nauka, novaya ekonomika*, 2013, vol. 8, no. 1, pp.87–99. (In Russ.).
11. Morgunova R. V., Morgunova N. V. *Management of stakeholders: textbook*. Vladimir, VIGU, 2022, 1 electronic optical disc (CD-ROM). (In Russ.).
12. Patrakhin A. I. Stakeholder management of a modern educational organization. *Molodoi uchenyi*, 2016, no. 22, pp. 184–186. (In Russ.).
13. Rushelyuk K. S., Dergach V. V., Tolstikhin A. K. «Engineering graphics» is one of the languages of technical sciences. *Estestvennye i tekhnicheskie nauki*, 2010, no. 1, pp. 26–30. (In Russ.).
14. Gielingh W. General AEC reference model (GARM): an aid for the integration of application specific product definition models. *Conceptual modeling of buildings: CIB W74+W78 Seminar*. Lund, 1988, pp. 165–178.
15. Gielingh W. A theory for the modelling of complex and dynamic systems. *Electronic Journal of Information Technology in Construction*, 2008, vol. 13, pp. 421–475.

16. Levenchuk A.I. Languages and notations of life cycle. *LiveJournal: blogging platform*. URL: <http://ailev.livejournal.com/917251.html> (accessed 15.12.2023). Published 06.03.2011. (In Russ.).
17. Graessler I., Hentze J., Bruckmann T. V-models for interdisciplinary systems engineering. *DESIGN 2018: proc. of the 15th Intern. design conf. Zagreb, 2018*, pp. 747–756. DOI: <https://doi.org/10.21278/idc.2018.0333>.
18. Petukhova M. S., Chernykh S.I. Specifics of knowledge reproduction in the digital economy: social aspect. *Professional'noe obrazovanie v sovremennom mire*, 2023, vol. 13, no. 2, pp. 208–219. DOI: <https://doi.org/10.20913/2618-7515-2023-2-2>. (In Russ.).
19. Chernykh S.I. On the issue of the new architecture of the Russian educational space. *Professional'noe obrazovanie v sovremennom mire*, 2022, vol. 12, no. 4, pp. 630–635. DOI: <https://doi.org/10.20913/2618-7515-2022-4-2>. (In Russ.).
20. Chernykh S.I. Personal educational environment in the problem field of philosophy of education. *Professional'noe obrazovanie v sovremennom mire*, 2022, vol. 12, no. 1, pp. 11–19. DOI: <https://doi.org/10.20913/2618-7515-2022-1-2>. (In Russ.).
21. Chernykh S.I. Education as fictitious capital. *Professional'noe obrazovanie v sovremennom mire*, 2020, vol. 10, no. 1, pp. 3400–3408. DOI: <https://doi.org/10.15372/PEMW20200102>.
22. Yakovleva I. V., Chernykh S.I., Kosenko T. S. «Axiological turn» in Russian education: the position of subjectivism. *Vysshhee obrazovanie v Rossii*, 2022, vol. 31, no. 4, pp. 113–127. DOI: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2022-31-4-113-127>. (In Russ.).
23. Chernykh S.I., Borisenko I.G. Transformations of trust under caused by instabilities of educational interactions. *Advances in natural, human-made, and coupled human-natural systems research*. Cham, 2023, vol. 2, pp. 253–262. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-78083-8_25.
24. Chernykh S.I., Borisenko I.G. Status of engineering education: new meanings – old form and content. *Filosofiya obrazovaniya*, 2022, vol. 22, no. 2, pp. 53–70. (In Russ.).
25. *GOST R ISO/IEC 15288–2005. Information technology. Systems engineering. Systems life cycle processes*. Moscow, Standartinform, 2006, 53 p. (In Russ.).
26. Levenchuk A.I. Systems engineering thinking. *TechInvestLab.ru: website*. URL: https://techinvestlab.ru/files/systems_engineering_thinking/systems_engineering_thinking_2015.pdf (accessed 15.12.2023). Published 02.04.2015. (In Russ.).

Информация об авторах

Борисенко Ирина Геннадьевна – кандидат философских наук, доцент, доцент кафедры прикладной механики, Сибирский федеральный университет (Российская Федерация, 660074, г. Красноярск, ул. акад. Киренского, д. 26А, e-mail: i.g.borisenko@yandex.ru).

Докшанин Сергей Георгиевич – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры прикладной механики, Сибирский федеральный университет (Российская Федерация, 660074, г. Красноярск, ул. акад. Киренского, д. 26А, e-mail: sergey_dokshanim@mail.ru).

Статья поступила в редакцию 16.01.2024

После доработки 17.01.2024

Принята к публикации 26.01.2024

Information about the authors

Irina G. Borisenko – Candidate of Philosophical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Applied Mechanics, Siberian Federal University (26A Acad. Kirensky Str., Krasnoyarsk, 660074, Russian Federation, e-mail: i.g.borisenko@yandex.ru).

Sergey G. Dokshanim – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Applied Mechanics, Siberian Federal University (26A Acad. Kirensky Str., Krasnoyarsk, 660074, Russian Federation, e-mail: sergey_dokshanim@mail.ru).

The paper was submitted 16.01.2024

Received after reworking 17.01.2024

Accepted for publication 26.01.2024