

Е. И. Аврунев^{1}*

Формирование профессиональных компетенций при преподавании учебной дисциплины «Математическое моделирование при проектировании кадастровой деятельности»

¹Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Российская Федерация

* e-mail: avrynev_ei@ngs.ru

Аннотация. В статье рассматривается формирование универсальных и профессиональных компетенций, определенных федеральным стандартом по направлению подготовки 21.04.02 Землеустройство и кадастры и зафиксированных учебным планом профиля «Кадастровый учет и регистрация прав на недвижимое имущество». При этом формирование у обучающихся универсальных и профессиональных компетенций приурочено к основным проблемным вопросам, имеющим место в настоящее время, при проектировании и реализации кадастровыми инженерами кадастровых работ на территории Российской Федерации. Методами математического моделирования у обучающихся создается проблемная ситуация, в которой необходимо построить математическую модель соответствующего объекта и оценить ее адекватность реальной ситуации на местности, а также выполнить анализ при наличии обнаруженной реестровой ошибки природу ее возникновения.

Ключевые слова: кадастровая деятельность, математическое моделирование, параметры математической модели, координаты характерных точек, адекватность математической модели, средняя квадратическая ошибка параметра

Е. I. Ivrunev^{1}*

Formation of professional competencies in teaching the discipline «Mathematical modeling in the design of cadastral activities»

¹Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation

* e-mail: avrynev_ei@ngs.ru

Abstract. The article deals with the formation of universal and professional competencies defined by the federal standard in Land management and cadastres and the profile "Cadastral registration and registration of rights to real estate" fixed by the curriculum. At the same time, the formation of universal and professional competencies among students is timed to coincide with the main problematic issues that take place at present, in the design and implementation of cadastral works by cadastral engineers in the territory of the Russian Federation. By methods of mathematical modeling, students create a problem situation in which it is necessary to build a mathematical model of the corresponding object and assess its adequacy to the real situation on the ground, as well as perform an analysis in the presence of a detected registry error, and the nature of its occurrence.

Keywords: cadastral activity, mathematical modeling, parameters of the mathematical model, coordinates of characteristic points, adequacy of the mathematical model, mean quadratic error of the parameter

Введение

Учитывая высокую значимость осуществления кадастровой деятельности для устойчивого развития и управления территориальными образованиями в РФ,

а также для реализации государством научно обоснованной и социально-справедливой налоговой политики ведущими российскими учеными выполнены фундаментальные научные исследования в этой области [1-4].

Вместе с этим, весьма часто, выпускники университетов, обучавшиеся по направлению подготовки 21.04.02 Землеустройство и кадастры, находятся в затруднительном положении при необходимости решения сложных научно-технических задач, связанных с поиском реестровых ошибок, имеющих, к сожалению, место в исходной кадастровой информации, которая содержится в Едином государственном реестре недвижимости (ЕГРН). Кроме этого при выполнении кадастровых работ отсутствие в ряде случаев законодательно установленных требований к контролю точности определения координат характерных точек, закрепляющих на местности границы объектов недвижимости, обуславливает большую вероятность возникновения новых реестровых ошибок, которые, в добавление к уже существующим в ЕГРН, существенным образом затрудняют регулирование земельно-имущественных отношений в РФ.

Подготовке обучающихся к решению обозначенных выше научно-методических вопросов методами математического моделирования, а также с их интеграцией в обозначенные стандартом и соответствующим учебным планом универсальные и профессиональные компетенции посвящена данная статья.

Методы и материалы

В настоящее время при реализации кадастровой деятельности существуют следующие проблемы:

1. Наличие в ЕГРН кадастровой информации в которой содержатся невыявленные реестровые ошибки о местоположении объектов недвижимости в территориальных образованиях;
2. Неправомерный самозахват землевладельцами частей земельных участков;
3. Несовершенство нормативно-правового обеспечения выполнения кадастровых работ в отношении объектов недвижимости;
4. Низкое качество выполняемых работ кадастровыми инженерами при координировании характерных точек, определяющих на местности границы объектов недвижимости;
5. Постоянные изменения координатной системы в которой ведется ЕГРН и выполняются кадастровые работы по определению местоположения объектов недвижимости в территориальном образовании;
6. Неправомерные действия сотрудников кадастровой палаты при оценивании работы кадастровых инженеров по координированию объектов недвижимости.

Перечисленные проблемные вопросы соответствующим образом коррелируют со следующими универсальными и профессиональными компетенциями, которые должны быть сформированы в процессе освоения обучающимися магистерской программы:

УК-1 - Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий;

УК-2 - Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла;

ПК-11 - Способен решать инженерно-технические и экономические задачи современными методами и средствами.

Исходя из поставленных выше научно-технических задач, обучающимися по данной учебной дисциплине поставлены следующие задачи:

1. Методами математического моделирования оценить результаты инструментального контроля местоположения объекта недвижимости, который выполняется сотрудниками управления Росреестра в рамках реализации программы государственного земельного надзора (ГЗН) и сформулировать причины наличия реестровых ошибок в кадастровой информации если они будут обнаружены;

2. Используя методы математического моделирования выполнить оценку точности GNSS-технологий, которые применяются при координировании объектов недвижимости в рамках реализации комбинированной технологии, которая была зафиксирована в приказе Росреестра П/0393.

Реализация обучающимися первой научно-технической задачи заключается в анализе исходной кадастровой информации об объекте недвижимости, содержащейся в ЕГРН и результатов инструментального геодезического контроля местоположения характерных точек, определяющих на местности границы земельного участка. Данная информация выдается преподавателем в виде таблицы EXCEL. При этом обучающимся случайным образом может попасться один из возможных вариантов:

1. Математическая модель объекта недвижимости, представленная в ЕГРН адекватна и соответствует своему расположению на местности;

2. Параметры математической модели содержат реестровую ошибку, обусловленную недопустимой погрешностью при определении местоположения объекта недвижимости при его постановке на государственный кадастровый учет и внесении соответствующей информации в ЕГРН;

3. Несанкционированный захват правообладателем дополнительной части земельного участка, например, из земель общего пользования;

4. Математическая модель (ММ) объекта недвижимости имеет системное смещение, обусловленное изменением системы координат в территориальном образовании или ошибками в координатах исходных пунктах геодезического обоснования, которые использовались при координировании ОН.

Результаты

Формат предоставляемых обучающемуся исходной информации для анализа возможной проблемной ситуации представлен в виде следующих таблиц 1-4.

Таблица 1

Исходная кадастровая информация – модель адекватна

№	Параметры математических моделей				Вектора расхождений параметров (м)			m _{НОРМ} (м)
	ЕГРН (м)		ГЗН (м)		Δ _X	Δ _Y	Δ	
	X(м)	Y(м)	X(м)	Y(м)				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	509836,42	3281639,98	509836,55	3281639,72	0,13	-0,26	0,29	0,50
2	509863,16	3281625,33	509863,31	3281625,68	0,15	0,35	0,38	
3	509873,06	3281642,79	509873,46	3281642,81	0,40	0,02	0,40	
4	509845,46	3281658,38	509845,75	3281658,32	0,29	-0,06	0,30	
5	509840,25	3281647,78	509840,23	3281647,44	-0,02	-0,34	0,34	
6	509836,94	3281641,06	509836,97	3281641,31	0,03	0,25	0,25	

Таблица 2

Исходная кадастровая информация – математическая модель неадекватна

№	Параметры математических моделей				Вектора расхождений параметров (м)			m _{НОРМ} (м)
	ЕГРН (м)		ГЗН (м)		Δ _X	Δ _Y	Δ	
	X(м)	Y(м)	X(м)	Y(м)				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	509836,42	3281639,98	509836,41	3281640,79	-0,01	<u>0,81</u>	0,81	0,20
2	509863,16	3281625,33	509863,24	3281625,35	0,08	0,02	0,08	
3	509873,06	3281642,79	509873,24	3281642,83	0,18	0,04	0,18	
4	509845,46	3281658,38	509845,59	3281658,35	0,13	-0,03	0,13	
5	509840,25	3281647,78	509840,38	3281647,75	0,13	-0,03	0,13	
6	509836,94	3281641,06	509836,84	3281641,09	-0,10	0,03	0,10	

Таблица 3

Исходная кадастровая информация – математическая модель неадекватна

№	Параметры математических моделей				Вектора расхождений параметров (м)			m _{НОРМ} (м)
	ЕГРН (м)		ГЗН (м)					
	X(м)	Y(м)	X(м)	Y(м)	Δ _X	Δ _Y	Δ	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	509836,42	3281639,98	509837,35	3281639,99	<u>0,93</u>	0,01	0,93	0,50
2	509863,16	3281625,33	509864,14	3281625,35	<u>0,98</u>	0,02	0,98	
3	509873,06	3281642,79	509874,14	3281642,83	<u>1,08</u>	0,04	1,08	
4	509845,46	3281658,38	509845,49	3281658,35	0,03	-0,03	0,04	
5	509840,25	3281647,78	509840,28	3281647,75	0,03	-0,03	0,04	
6	509836,94	3281641,06	509836,94	3281641,09	0,00	0,03	0,03	

Таблица 4

Исходная кадастровая информация – математическая модель неадекватна

№	Параметры математических моделей				Вектора расхождений параметров (м)			Несмещенные вектора расхождения параметров			m _Н (м)
	ЕГРН (м)		ГЗН (м)								
	X(м)	Y(м)	X(м)	Y(м)	Δ _X	Δ _Y	Δ	ΔX- M(ΔX)	ΔY- M(ΔY)	Δ(м)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	509836,42	3281639,98	509835,40	3281639,89	<u>-1,02</u>	-0,09	1,02	-0,04	-0,08	0,09	0,10
2	509863,16	3281625,33	509862,14	3281625,35	<u>-1,02</u>	0,02	1,02	-0,04	0,03	0,05	
3	509873,06	3281642,79	509872,14	3281642,83	<u>-0,92</u>	0,04	0,92	0,06	0,05	0,08	
4	509845,46	3281658,38	509844,49	3281658,35	<u>-0,97</u>	-0,03	0,97	0,01	-0,02	0,02	
5	509840,25	3281647,78	509839,28	3281647,75	<u>-0,97</u>	-0,03	0,97	0,01	-0,02	0,02	
6	509836,94	3281641,06	509835,94	3281641,09	<u>-1,00</u>	0,03	1,00	-0,02	0,04	0,04	

В таблицах исходная кадастровая информация, предоставляемая преподавателем обучающемуся, приведена в столбцах 1 – 5, а вычисляемые значения – в 6 – 8. Нормативная точность определения параметров математической модели выбирается обучающимся в зависимости от категории земель на которой расположен земельный участок.

Проверка на адекватность математической модели ЕГРН осуществляется в результате сравнения вектора расхождений Δ с нормативным допуском m_n .

При анализе обучающимся первого варианта должно последовать следующее заключение: математическая модель объекта недвижимости адекватна, при условии, что он расположен на землях транспорта, промышленности, энергетики и т.д. При этом он должен отметить, что при условии расположения этого объекта на землях населенных пунктов или землях сельскохозяйственного назначения, предоставленных для садоводства, огородничества и индивидуального жилищного строительства математическая модель будет неадекватной.

При анализе второго варианта должно последовать заключение о неадекватности модели и наличие реестровой ошибки в параметре ММ на характерной точке 1, вероятно обусловленной непочностью координирования при постановке этого объекта на ГКУ. При этом обучающийся обязан в графической форме представить ММ с указанием направления вектора реестровой ошибки.

При анализе третьего варианта обучающийся должен сделать заключение о сдвиге границы земельного участка, определяемой характерными точками, 1, 2, 3 на величину около одного метра.

Наиболее сложный вариант для анализа – четвертый, при котором обучающийся должен определить системный сдвиг математической модели, с большой вероятностью обусловленный изменением в территориальном образовании системы координат. Системный сдвиг определяется одинаковыми знаками и примерно одинаковыми величинами расхождений между параметрами математических моделей ЕГРН и ГЗН. При такой ситуации обучающийся вычисляет математическое ожидание векторов расхождений между параметрами и несмещенное значение этих векторов по следующим формулам математической статистики

$$M_{(\Delta X)} = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta X_i}{n}, \quad M_{(\Delta Y)} = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta Y_i}{n}; \quad (1)$$

$$\Delta X_i^{HECM} = \Delta X_i - M_{(\Delta X)}, \quad \Delta Y_i^{HECM} = \Delta Y_i - M_{(\Delta Y)},$$

где i – порядковый номер элемента в векторе расхождений параметров; n – размер вектора расхождений.

При использовании данного алгоритма проверка на адекватность математической модели осуществляется по несмещенным элементам вектора расхождений и в том случае, когда критерий на адекватность выполняется обучающийся делает заключение о смещении математической модели объекта недвижимости

соответственной на величины математического ожидания $M_{(\Delta X)}$ и $M_{(\Delta Y)}$ с сохранившимися линейными и площадными параметрами.

Заключение

Рассмотренный и реализованный в учебной дисциплине математический алгоритм построения математической модели объекта недвижимости по результатам инструментального геодезического контроля позволит обучающимся сформировать универсальные и профессиональные компетенции (УК-1, УК-2, ПК-11), обозначенными в федеральном государственном стандарте и закрепленные в учебном плане по направлению подготовки 21.04.02 Землеустройство и кадастры.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Аврунев Е.И., Горобцов С.Р. Геодезическое обеспечение кадастровых работ : монография. – Новосибирск. : СГУГиТ, 2021. – 211 с.
2. Варламов А.А., Гальченко С.А., Аврунев Е.И. Кадастровая деятельность : учебник. – М. : Форум, 2015. – 256 с.
3. Карпик А.П., Осипов А.Г., Мурзинцев П.П. Управление территорий в геоинформационном дискуссе : монография. – Новосибирск. : СГГА, 2010. – 280 с.
4. Сизов А.П., Стыценко Е.А., Хомяков Д.М., Черных Е.Г. Современные проблемы землеустройства и кадастров: пространственное развитие территорий : учебник. – М. – КНОРУС, 2022. – 217 с.

© Е. И. Аврунев, 2023