

phology using a digital terrain model // The Journal of Geology, 1993. P. 259–278.

27. Павлов А. И. Цифровое моделирование пространственных объектов // Славянский форум, 2015. № 4 (10). С. 275–282.

28. Цветков В. Я. Цифровые карты и цифровые модели // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований, 2016. № 4 (часть 2). С. 348–351.

29. Маркелов В. М. Добыча данных и геоданных // Образовательные ресурсы и технологии, 2015. № 2 (10). С. 126–131.

30. Tsvetkov V. Ya. Information Models and Information Resources // European Journal of Technology and Design, 2016. Vol. 12. Is. 2. P. 79–86.

Digital modeling in monitoring deformation

Andrey Ivanovich Pavlov, PhD, Associate Professor, Researcher Experimental Technology Branch number 28, the Institute of Foundations and underground structures of «SIC» Construction

The article analyzes the methods of digital simulation, using for monitoring deformations. The article shows the difference between digital modeling technology in communications and Earth sciences. This article describes the evolution of monitoring. The article shows that modern spatial monitoring based on geoinformation monitoring. The article shows that modern spatial monitoring integrated into geomonitoring. The article shows that modern geomonitoring includes four functions: monitoring, analysis, forecasting and management. This article describes the deformation and methods of measuring article describes the dynamic digital models, making them an important tool for monitoring deformations.

Keywords: spatial information, applied geoinformatics, modeling, digital simulation, deformation, forecasting, management, dynamic status.

УДК 001.6: 001.51

ГЕОИНФОРМАТИКА В СИСТЕМЕ НАУК

Виктор Петрович Савиных, д-р техн. наук, проф.,
президент Московского государственного университета геодезии и картографии,
член-корреспондент РАН,
летчик-космонавт, дважды Герой Советского Союза,
лауреат Государственной премии, лауреат премии Президента РФ,
дважды лауреат премии Правительства РФ,
«Заслуженный деятель высшей школы», «Почетный работник науки и техники»,
«Заслуженный геодезист»,
Академик: Российской академии космонавтики им. К. Э. Циолковского (РАКЦ),
Инженерной академии, Международной Академии астронавтики,
Международной академии наук Евразии,
Московский государственный университет геодезии и картографии,
<http://www.miigaik.ru>

Статья описывает место геоинформатики в системе наук. В качестве основы классификации использован классификатор ВАК научных специальностей. Статья описывает источники про-

исхождения геоинформатики. Дается сравнение геоинформатики и информатики. Анализируются связи геоинформатики с другими науками. Показано значение геоинформационных технологий. Описано противоречие, существующее в России, когда оценку научных работ по геоинформатике выполняют специалисты других научных направлений. Направлений, которые не относятся к смежным наукам геоинформатики. Статья показывает, что геоинформатика относится в первую очередь к наукам о Земле.

Ключевые слова: геоинформатика; прикладная геоинформатика; информатика; система наук; классификация; геоинформационные технологии; науки о Земле; связи наук

DOI: 10.21777/2312-5500-2016-4-106-113



В.П. Савиных

Введение. В отличие от информатики, которая имеет один источник происхождения, геоинформатика возникла на основе трех источников: интеграции наук о Земле (гео); методов автоматизированного проектирования (САПР), методов обработки информации (информатика). Объективная потребность в интеграции наук о Земле: геодезии, фотограмметрии, картографии, дистанционном зондировании Земли – существовал давно, независимо от информатики. Преподавание этих дисциплин отличалось большим взаимопроникновением. На практике геодезисты часто работали в фотограмметрии, фотограмметристы работали на геодезических работах или занимались составлением карт и т. д. Информатика создала основы интеграции этих наук. Методологией электронного картографирования стали методы автоматизированного проектирования. Именно они применяются в геоинформатике как основа построения стратифицированной модели. В соответствии с классификацией ВАК, геоинформатика (25.00.35) относится к направлению «Науки о Земле» (25) и явилась ответом на необходимость интеграции этих наук в единую систему. В то же время представляет интерес определить место геоинформатики в системе наук.

Связи геоинформатики. Современная связь геоинформатики с другими науками обусловлена развитием наук и развитием самой геоинформатики. Первоначально геоинформатика родилась как чисто технологическая дисциплина [1, 2]. Ее развитие на основе фундаментальных наук и информационных технологий [3, 4] привело к появлению геоинформатики в новом качестве.

В сфере образования геоинформатика связана не с информатикой, а с геодезическим и географическим образованием [5, 6]. Современное геодезическое образование – составная часть высшего профессионального образования в Российской Федерации. Геодезическое образование направлено на подготовку специалистов, способных решать следующие проблемы: определение фигуры земли и небесных тел; измерение пространственных объектов в лито- и аквасфере Земли; прикладные геодезические измерения в обеспечение строительства и обороны страны; гравиметрические измерения; создание и развитие геодезических сетей; картографирование; фотограмметрическая обработка; космическая геодезия, дистанционные исследования Земли.

Информационные потребности геодезических наук. Геодезическое образование применяет и интегрирует информационные технологии, подходы и методы. Вместе с тем уровень развития наук о Земле сформировал новые информационные потребности, обусловленные следующими факторами.

1. Накоплен значительный объем информационных ресурсов, содержащих результаты геодезических измерений, а также результаты дистанционного зондирования Земли. Вместе с тем большая часть этих ресурсов не переведена в электронную форму, что обусловлено недостаточностью применения информационных технологий в геодезии.

2. Существенно возросли потребности в компьютерной обработке, хранении и

распространении геоданных.

3. Расширилось использование электронных карт и планов во многих сферах деятельности не только в картографии, но и в управлении и на транспорте.

4. Появился новый рынок пространственных данных – рынок данных дистанционного зондирования.

5. Появился новый рынок пространственных данных – рынок цифровых моделей местности.

6. Вовлечения в рыночный оборот земли привело к появлению земельного рынка, в силу чего резко возросли потребности в кадастровой съемке и предоставлении информационных услуг гражданам и организациям на основе геоданных.

7. Возникла информационная потребность в государственных и муниципальных органах применения пространственной информации для управления.

Место геоинформатики в системе наук. Перечисленные причины привели к появлению геоинформатики, решающей отмеченные задачи и удовлетворяющей перечисленным информационным потребностям. На рис. 1 приведена связь геоинформатики в системе классификации наук, даваемой Высшей аттестационной комиссией (ВАК).

На этой схеме обозначены: геодезия (25.00.32), картография (25.00.33), аэрокосмические исследования земли, фотограмметрия (25.00.34), геоинформатика (25.00.35), землеустройство, кадастр и мониторинг земель (25.00.26), геоэкология (25.00.36), физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов (25.00.23), экономическая, социальная и политическая география (25.00.24), системный анализ, управление и обработка информации (по отраслям) (05.13.01), автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям) (05.13.06), математическое обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей (05.13.11).

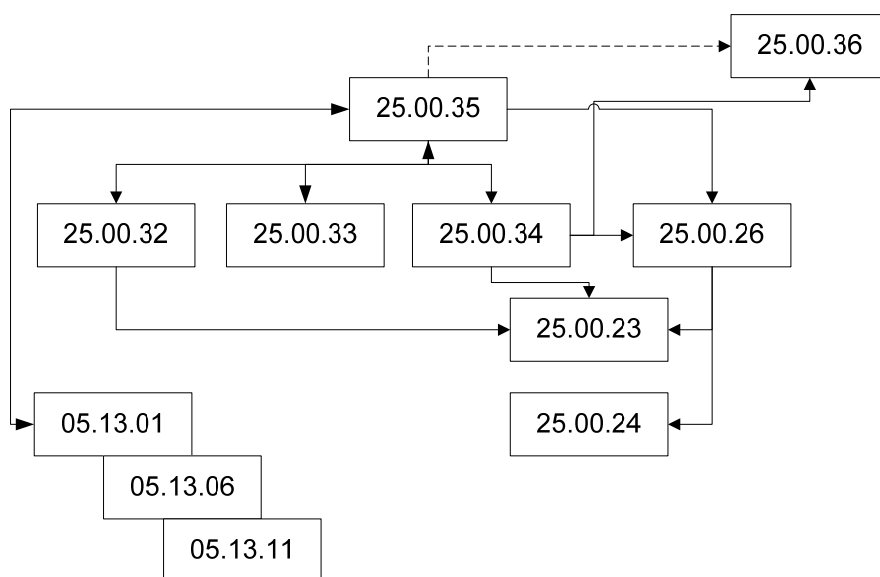


Рис. 1. Связь геоинформатики в системе классификации наук, даваемой ВАК

Де факто геоинформатика связана с геоэкологией, хотя в соответствии со схемой классификации ВАК (рис. 1), она связана через аэрокосмические исследования Земли и фотограмметрию.

Согласно международному стандарту ISO OSI/TC 211: Geographic Information/ Geomatics, International Draft Standart, геоинформатика направлена на развитие и применение методов и концепций информатики для исследования пространственных объектов и явлений. Подобно биоинформатике, информатике окружающей среды, экономической информатике, геоинформатика оперирует современными концепциями ин-

форматики и переносит их в прикладные области.

Под геоинформатикой [7] понимают научно-технический комплекс, объединяющий одноименную отрасль научного знания, технологию и прикладную деятельность, которые связаны со сбором, хранением, обработкой и отображением пространственных (географических) данных, а также с проектированием, созданием и эксплуатацией ГИС.

В словосочетании «геоинформатика» слово «гео» определяет область исследований, а слово «информатика» является уточняющим. Слово «гео» (от греч. *гея* – Земля) – часть сложных слов, означающая: относящийся к Земле, к ее изучению. Оно входит как составная часть в название ряда научных дисциплин, например геометрия, геодезия, география, геология, геодинамика, геоматика, геомаркетинг и др. В таком контексте представляется весьма спорным трактовка понятия «геоинформатика» как «географическая информатика», «геодезическая информатика» или «геологическая информатика». Слово «гео» в словосочетании «геоинформатика» означает, относящийся к Земле, к ее изучению.

В целом, несмотря на некоторые различия в трактовках понятия «геоинформатика», в ее задачи входит изучение общих свойств геоданных [7], закономерностей и методов их получения, фиксации, накопления, распределения, обработки, визуализации и использования, а также развитие теории, методологии и технологий создания геоинформационных систем с целью сбора, систематизации, хранения, анализа, преобразования, отображения и распространения пространственно-координированных данных.

Задачи геоинформатики. Исходя из этого, можно говорить о двух группах основных задач, решаемых геоинформатикой:

- информационно-лингвистические [8], а именно разработка описательных моделей, формирующих картину мира [9];
- прикладные [10]: проектирование, разработка, сопровождение систем, моделей, проектов и поддержка исследований в других научных направлениях.

Геоинформатика отличается широким использованием в области наук о Земле. В табл. 1 приведены науки и коды ВАК, в которых применяется геоинформатика. «П» означает применение в данной науке, «И» означает интеграцию методов данной науки в геоинформатику и развитие на этой основе геоинформатики.

Таблица 1

Взаимодействие геоинформатики с науками о Земле

Код ВАК	Название специальности	Участие геоинформатики
25.00.01	Общая и региональная геология	П
25.00.03	Геотектоника и геодинамика	П, И
25.00.04	Петрология, вулканология	П
25.00.06	Литология	П
25.00.07	Гидрогеология	П, И
25.00.08	Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение	П,
25.00.11	Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения	П
25.00.12	Геология, поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений	П,
25.00.17	Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений	П
25.00.18	Технология освоения морских месторождений полезных ископаемых	П

25.00.20	Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика	П
25.00.21	Теоретические основы проектирования горно-технических систем	П
25.00.22	Геотехнология (подземная, открытая и строительная)	П
25.00.23	Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов	П
25.00.24	Экономическая, социальная, политическая и рекреационная география	П, И
25.00.25	Геоморфология и эволюционная география	П,И
25.00.26	Землеустройство, кадастр и мониторинг земель	П, И
25.00.27	Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия	П, И
25.00.28	Океанология	П, И
25.00.29	Физика атмосферы и гидросферы	П, И
25.00.30	Метеорология, климатология, агрометеорология	П, И
25.00.31	Гляциология и криология Земли	П
25.00.32	Геодезия	П, И
25.00.33	Картография	П, И
25.00.34	Аэрокосмические исследования Земли, фотограмметрия	П, И
25.00.36	Геоэкология (по отраслям)	П, И

В табл. 1 приведены не все науки о Земле, а только те, с которыми взаимодействует геоинформатика.

Геоинформатика – это отрасль наук, изучающая все аспекты сбора (добывания), транспортировки, обработки, хранения и визуализации геоданных на основе применения информационных компьютерных систем и прикладных программных средств.

Объектом геоинформатики являются информационные процессы, отражающие пространственно-временные отношения, возникающие в природных и сложных организационно-технических системах.

Предметом геоинформатики являются информационно-измерительные и информационно-картографические процессы в природных и сложных организационно-технических системах, а также связанные с ними динамические и статические модели пространственных объектов, цифровые модели местности, прикладные геоинформационные системы и технологии.

Методами геоинформатики являются: информационное моделирование земной поверхности и пространственных объектов; компьютерное моделирование; геоинформационное картографирование; реинжиниринг информационно-измерительных и информационно-картографических процессов. Геоинформатика как сфера производственной деятельности включает:

- разработку прикладных динамических и статических моделей пространственных объектов и цифровых моделей местности в интересах органов управления и проектных организаций, включая динамические картографические модели визуализации пространственных данных;
- получение, накопление, обработку, представление, распространение и использование геоданных;
- предоставление электронных информационных услуг потребителям пространственных и картографических данных;
- проектирование прикладных геоинформационных систем, их специализированного программного и информационного обеспечения;
- организацию применения и эксплуатацию прикладных геоинформационных си-

стем и программных изделий;

- реинжиниринг информационно-измерительных и информационно-картографических процессов, отражающих пространственно-временные отношения, возникающие в природных и сложных организационно-технических системах.

Геоинформационные технологии. За прошедшие годы геоинформатика сформировалась как самостоятельное научное направление и разработала свои информационные технологии, реализуемые в производственной деятельности. Это геоинформационные технологии, геоинформационное моделирование, цифровые технологии в области пространственного моделирования [11, 12], технологии геостатистики [13, 14], технологии применения глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) [15], технологии пространственного управления [16, 17], технологии получения знаний [18], технологии глобального [19] и геотехнического мониторинга [20], технологии управления транспортом [21] и пр.

В широком смысле под геоинформационными технологиями понимают технологии, связанные с обработкой и визуализацией геоданных с использованием автоматизированных информационных систем. Основу этих технологий составляет использование компьютеров и специального математического и программного обеспечения. Имея самостоятельное значение, эти технологии носят универсальный характер. Универсальность геоинформационных технологий состоит в том, что геоинформационные технологии в той или иной степени присутствуют во многих прикладных и информационных технологиях.

Благодаря свойству универсальности, значение геоинформационных технологий и методов, применяемых в геоинформатике, по отношению к другим геодезическим информационным технологиям постоянно возрастает. Кроме того, геоинформатика обладает свойством междисциплинарного переноса знаний и тем самым интегрирует науки о Земле в единый комплекс. Геоинформационные технологии наряду с космическими технологиями являются наиболее наукоемким и перспективным направлением исследований, технологических разработок и практической деятельности специалистов.

Перспективы развития геоинформатики. Одним из назначений геоинформатики является получение новых знаний. Это обуславливает интеграцию методов геоинформатики и искусственного интеллекта [22].

Развитие интеллектуальных транспортных систем (ИТС) связано, с одной стороны, с областью искусственного интеллекта, с другой – с изучением пространственных аспектов перемещения, взаимного положения и состояния подвижных объектов. В этом аспекте развитие методов искусственного интеллекта в геоинформатике служит основой создания ИТС и представляет интерес для специалистов в сфере транспорта, искусственного интеллекта и самой геоинформатики.

Космические исследования являются важным источником изучения окружающего мира и построения его картины [9]. Современные космические исследования и построение картины мира связаны с применением «земных» наук – геоинформатики, географии, геодезии. Существует и применяется космическая геодезия [23] и космическая география [24]. Геоинформатика как наука, интегрирующая науки о Земле, также имеет все основания на термин космическая. Это, с одной стороны, служит развитием наук, с другой стороны, требует внедрения новых методов анализа, обусловленных новыми задачами и требованиями. Эти методы и дает космическая геоинформатика [25]. Ее особенностью является комплексный подход к исследованию космического пространства. Космическая геоинформатика обеспечивает на уровне данных сопоставимость и анализ. На уровне технологий космическая геоинформатика создает инструмент обмена методами анализа и обработки. На уровне познания космическая геоинформатика, аналогично земной геоинформатике, способствует интеграции наук [26].

Заключение. Геоинформатика занимает свое место в системе наук. В большой степени она связана с науками о Земле и значительно меньше с науками об информации. В соответствии с паспортом специальности, «геоинформатика – область науки и техники, отра-

жающая и изучающая природные и социально-экономические геосистемы, их взаимодействие и развитие посредством компьютерного моделирования на основе информационных систем и технологий, баз данных и баз знаний. В задачи геоинформатики входит изучение общих свойств геоинформации, закономерностей и методов ее получения, фиксации, накопления, обработки и использования, а также развитие теории, методологии и технологий создания геоинформационных систем с целью сбора, систематизации, хранения, анализа, преобразования, отображения и распространения пространственно-координированных данных.

Значение научных и технических проблем данной специальности для народного хозяйства состоит в обеспечении информацией, контроле и поддержке принятия управленческих решений в сферах планирования и проектирования, исследований в науках о Земле и смежных с ними социально-экономических науках, в развитии образования и культуры, сохранении экологического равновесия, предупреждении чрезвычайных ситуаций, обеспечении обороноспособности страны».

В соответствии с паспортом специальности, смежными науками геоинформатики остаются науки о Земле: 25.00.32 – геодезия; 25.00.33 – картография; 25.00.34 – аэрокосмические исследования земли, фотограмметрия; 25.00.26 – землеустройство, кадастр и мониторинг земель. Ни в паспорте специальности, ни в смежных науках не упоминаются и не связываются с геоинформатикой направления: системный анализ, управление и обработка информации (по отраслям) (05.13.01); автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям) (05.13.06); математическое обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей (05.13.11). Соответственно, нет необходимости выполнять работы из данных направлений в геоинформатике.

Остается неразрешенным противоречие, в соответствии с которым диссертационные работы в области наук о Земле (шифр 25), в частности по геоинформатике, проверяют специалисты из советов с шифром 05. Специалисты, которые не занимаются геоинформатикой, не имеют значительных работ в этой области. Это не способствует развитию данной науки в России, а тормозит ее.

Литература

1. *Цветков В. Я.* Геоинформационные системы и технологии. – М.: Финансы и статистика, 1998. 288 с.
2. *Иванников А. Д., Кулагин В. П., Тихонов А. Н., Цветков В. Я.* Геоинформатика. – М.: МАКС Пресс, 2001. 349 с.
3. *Малинников В. А., Соловьев И. В., Цветков В. Я.* Информационные технологии в геодезическом образовании – новые направления // Информатизация образования и науки, 2010. № 2 (6). С. 13–21.
4. *Майоров А. А., Цветков В. Я.* Геоинформатика как важнейшее направление развития информатики // Информационные технологии, 2013. № 11. С. 2–7.
5. *Малинников В. А., Соловьев И. В., Цветков В. Я.* О новом направлении в геодезическом образовании // Инженерные изыскания, 2010. № 1. С. 24–28.
6. *Малинников В. А., Соловьев И. В., Цветков В. Я.* О развитии геодезического образования // Геодезия и картография, 2010. № 2. С. 52–59.
7. *Бородко А. В., Бугаевский Л. М., Верещака Т. В., Запругаева Л. А., Иванова Л. Г., Книжников Ю. Ф., Савиных В. П., Спиридонов А. И., Филатов В. Н., Цветков В. Я.* Геодезия, картография, геоинформатика, кадастр: энциклопедия в 2 т. – М.: Картоцентр-геодезиздат, 2008. Т. I: А–М.
8. *Майоров А. А.* Лингвистический анализ термина геореференция // Перспективы науки и образования, 2013. № 4. С. 214–219.
9. *Tsvetkov V. Ya.* Worldview Model as the Result of Education // World Applied Sciences Journal, 2014. Vol. 31. No. 2. P. 211–215.
10. *Иванников А. Д., Кулагин В. П., Тихонов А. Н., Цветков В. Я.* Прикладная геоинформатика. – М.: МаксПресс, 2005. 360 с.
11. *Омельченко А. С.* Информационные модели пространственных объектов в геоинформационных системах // Качество, инновации, образование, 2006. № 3. С. 14–17.

12. Павлов А. И. Цифровое моделирование пространственных объектов // Славянский форум, 2015. № 4 (10). С. 275–282.
13. Цветков В. Я. Геоestatистика // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка, 2007. № 3. С. 174–184.
14. Зайцева О. В. Применение геоestatистики при управлении территориями // Науки о Земле, 2013. № 1. С. 69–73.
15. Куприянов А. О., Цветков В. Я. Применение ГНСС в прикладной геоинформатике // Образовательные ресурсы и технологии, 2016. № 1 (13). С. 135–144.
16. Бахарева Н. А. Пространственная информация в региональном и муниципальном управлении // Государственный советник, 2013. № 4. С. 39–42.
17. Маркелов В. М. Пространственная информация как фактор управления // Государственный советник, 2013. № 4. С. 34–38.
18. Иванников А. Д., Тихонов А. Н., Мордвинов В. А. Получение знаний методами информатики и геоинформатики // Вестник Московского государственного областного университета, 2012. № 3. С. 140–142.
19. Tsvetkov V. Ya. Global Monitoring // European Researcher, 2012. Vol. 33. No. 11-1. P. 1843–1851.
20. Павлов А. И. Геоинформационный мониторинг городских территорий // Науки о Земле, 2012. № 4. С. 59–64.
21. Розенберг И. Н. Пространственное управление в сфере транспорта // Славянский форум, 2015. № 2 (8). С. 268–274.
22. Савиных В. П., Цветков В. Я. Развитие методов искусственного интеллекта в геоинформатике // Транспорт Российской Федерации, 2010. № 5. С. 41–43.
23. Майоров А. А., Савиных В. П., Цветков В. Я. Геодезическое космическое обеспечение России // Науки о Земле, 2012. № 4. С. 23–27.
24. Савиных В. П., Смирнов Л. Е., Шингарева К. Б. География внеземных территорий. – М.: Дрофа, 2009.
25. Bondur V. G., Tsvetkov V. Ya. New Scientific Direction of Space Geoinformatics // European Journal of Technology and Design, 2015. Vol. 10. Is. 4. P. 118–126.
26. Максудова Л. Г., Савиных В. П., Цветков В. Я. Интеграция наук об окружающем мире в геоинформатике // Исследование Земли из космоса, 2000. № 1. С. 46–50.

Geoinformatics in the system Sciences

Viktor Petrovich Savinych, Doctor of Technical Sciences, Professor, President of the Moscow State University of Geodesy and Cartography

This article describes the location of geoinformatics in the sciences. The basis of classification of sciences classifier used VAK scientific specialties. This article describes the origins of Geoinformatics. The article compares the Geoinformation Science. The article analyzes the relation of Geoinformatics with other sciences. The article describes the importance of geo-information technologies. This article describes the conflict that exists in Russia in the field of geoinformatics. The assessment of scientific works on geoinformation specialists perform other scientific fields. These areas do not belong to the related sciences of Geoinformatics. The article shows that the geo-information relates primarily to Geoscience.

Keywords. geoinformatics, applied geoinformatics, computer science, system science, classification, geoinformation technology, earth science, communication sciences.