

УДК 004.9

Единый геоинформационный центр управления лесным хозяйством**Unified geographic information center for forestry management****Вагизов / Vagizov M.**

Марсель Равильевич

(bars-tatarin@yandex.ru)

кандидат технических наук, доцент.

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С. М. Кирова»,
заведующий кафедрой информационных систем
и технологий.

г. Санкт-Петербург

Ключевые слова: геоинформационное моделирование лесных экосистем – geoinformation modeling of forest ecosystems; центр управления – control center; единый геоинформационный центр – unified geoinformation center; геоинформационные технологии – geoinformation technologies.

В продолжение цикла статей, посвящённых концепции единого геоинформационного центра (ЕГИЦ), в данной статье рассматриваются базовые элементы и причины необходимости создания ЕГИЦ. Описываются особенности применения ЕГИЦ в рамках развития лесного хозяйства, мониторинга лесных экосистем и интеграции технологии геоинформационного моделирования лесных экосистем в деятельность ЕГИЦ.

In continuation of the series of articles devoted to the concept of a unified geographic information center (EGIC), this article discusses the basic elements and reasons for the need to create a EGIC. The features of the use of the EGIC in the framework of the development of forestry, monitoring of forest ecosystems and the integration of the technology of geoinformation modeling of forest ecosystems into the activities of the EGIC are described.

Введение

Территориальные особенности любого государства, ресурсная база, наличие полезных ископаемых и лесных ресурсов определяют различные технологии и способы учета, мониторинга и управления природными ресурсами. Однако стоит отметить, что деятельность человека сопряжена с большой антропогенной нагрузкой на любые природные системы, истощительное использование которых не позволяет своевременно возобновлять изымаемые из природной среды объемы полезных ресурсов. Так, например, для восстановления лесов требуется от 30 до 60 лет в зависимости от типа насаждения и климатических

условий. В тропических странах и странах с благоприятным климатом процессы лесовосстановления занимают более короткие сроки: от 15 до 40 лет, связано это с тем, что годичный прирост у древесных пород, произрастающих в южных широтах, намного больше, чем в северных. Изменчивость прироста древесных растений зависит от многих климатических и аномальных физических явлений, в том числе явлений в космосе. Например, радиальный прирост Лиственницы сибирской (*Larix sibirica*) изменялся за последние 100 лет, что отмечено в научной работе авторов [1]. Большая ценность лесных экосистем состоит в том, что лесные ресурсы обладают многоаспектным потенциалом в использовании и переработке древесных и недревесных ресурсов леса. Передовые геоинформационные технологии создают основу для систематического исследования, мониторинга и многоцелевого лесопользования наиболее точно, рационально и комплексно.

Одним из интеграторов не только технологий, но и интеллектуальных ресурсов и хранилища геопространственных данных о лесных экосистемах в виде геоинформационных моделей лесных экосистем может выступить единый геоинформационный центр лесного хозяйства (ЕГИЦ), инфраструктура и составляющие которого были описаны в научных работах [2, 3]. В данной статье предлагается его концептуальное описание, цели, задачи и способы применения центра и возможности интеграции технологий геоинформационного моделирования как одного из видов практической деятельности ЕГИЦ. Рассмотрение центра будет связано на примере лесного региона Ленинградской области.

Предпосылками к созданию центра являются:

- 1) необходимость реструктуризации деятельности систематического обновления информации о лесном фонде;
- 2) появление новых геопространственных форматов данных;

3) возможность накопления данных сверхвысокого пространственного разрешения за разные временные периоды, полученных аэрокосмическими средствами, в том числе с применением беспилотных летательных аппаратов;

4) возможность создания геоинформационных моделей территорий.

Цель единого геоинформационного центра – обеспечение полнотой, достоверностью, открытостью, хранением и передачей всех собираемых геопрограммных данных о лесах Российской Федерации. Если в качестве территориальной единицы рассматривать регион (субъект Российской Федерации), то вполне очевидно, что в количественном выражении для управления поступающими геопрограммными сведениями о лесах достаточно будет создания одного центра в каждом регионе, учитывая его географические, экономические и социальные особенности. Так, например, в Ленинградской области 18 лесничеств (рис. 1). Можно отметить, что сбор информации по лесничествам следует распределить от наименее обеспеченных в информационном плане к наиболее обеспеченным, так сформируются данные для решения задач планирования и освоения расчётной лесосеки лесного фонда.

В качестве организационно-правовой формы предлагается федеральное государственное учреждение, учредителем которого может выступить Министер-

ство цифрового развития России. Таким образом, подготавливать цифровые данные возможно на базе одного учреждения, после чего передавать к ним доступ в лесные и природоохранные учреждения. В структуре данных, фиксирующихся в деятельности центра, необходимо использование технологии блокчейн, описанной в научных работах [4], что влечёт за собой три положительных момента:

1) исключается возможность искажения цифровых данных;

2) снижается вероятность неправомерного использования полномочий по управлению данными в корыстных целях;

3) формируется банк цифровой информации о лесных экосистемах на каждый субъект РФ.

Функционирование центра. Расположение центра должно зависеть от следующих особенностей региона: наличие транспортной инфраструктуры, наличие инженерных коммуникаций, наличие вспомогательных транспортных узлов, таких как железнодорожные станции. Необходимость транспортной инфраструктуры обуславливается целевыми задачами центра, сбора и систематизации геопрограммных данных. Учитывая территориальные особенности центра Ленинградской области и положение лесничеств, его расположение возможно на территориях, прилегающих к Санкт-Петербургу. Периодический мониторинг на территориях лесничеств возможно организовать средствами



Рис. 1. Границы лесничеств в пределах Ленинградской области по данным веб-картографического сервиса Леса высокой продуктивной ценности

беспилотных летательных аппаратов в очередном порядке. Данные каждого лесничества, соответствующего первому классу возраста, у лиственных пород необходимо обновлять не реже, чем раз в 10 лет, или чаще в зависимости от особенностей и индивидуальной ситуации в лесничестве. К примеру, в связи с пожарной ситуацией или лесопатологическими процессами ситуация в лесных экосистемах изменятся быстрее, в течении 1–2 лет или меньше, следовательно, обновление данных в таких местах должно проводиться чаще в зависимости от степени, характера и площади изменения в лесной экосистеме на территории лесничества.

Организация мониторинга. Административное деление на участковые лесничества и укрупнённые группы-лесничества позволяет подойти к задаче организации мониторинга с учётом получения информации двумя аэрокосмическими методами. Первый: в перспективе возможно использование специального космического аппарата, основной задачей и целью которого является сбор информации в интересах анализа данных о лесных экосистемах. Альтернативой специальному космическому аппарату возможно использование действующих, покрывающих лесопокрытую площадь территории РФ приемлемого пространственного разрешения и качества получаемых с орбиты материалов. Второй метод: использование аэромобильных киберфизических платформ, применение которых описано в научной работе [5]. Здесь организация планирования мониторинга должна учитывать спецификацию деятельности арендаторов на территории региона. К ней можно отнести:

- 1) фактическую реализацию расчётной лесосеки;
- 2) наличие лесопатологических процессов;

3) наличие незаконной деятельности на территории лесничеств;

4) наличие лесных пожаров за предыдущий сезон.

Технологическое обеспечение центра. В качестве ресурсной базы геоинформационного центра и в соответствии с обозначенными задачами можно выделить два составных технических компонента ЕГИЦ – аппаратный и полевой. Аппаратный компонент, состоящий преимущественно из компьютерных и серверных технологий, обеспечивает обработку геопространственных данных и работу по созданию геоинформационных моделей территорий, должен включать в свою структуру высокопроизводительное серверное оборудование, полевой компонент, состоящий из современных беспилотных летательных средств и дополнительных инструментов, для сбора геопространственной информации. ЕГИЦ должен обладать парком такой техники, способной в случае выхода из строя или ремонта БЛА иметь заменяемую с аналогичными тактико-техническими характеристиками.

Интеграция геоинформационного моделирования лесных экосистем в деятельность ЕГИЦ. Одним из видов деятельности ЕГИЦ предполагается использование полученных геопространственных данных в качестве моделирования и формирования различных сценариев развития природных ресурсов в их долгосрочной динамике. К таким видам деятельности можно отнести геоинформационное моделирование лесных экосистем определённой территории, требующей, к примеру, лесовосстановления, связанное с потерей лесного покрова в связи с лесными пожарами, истощительным лесопользованием или лесопатологическими процессами. В 2022 по данным рослехоза было восстановлено более 1 млн гектар лесного фонда

Таблица 1

Воспроизводство лесов в РФ за 2017–2022 гг.

Воспроизводство лесов в Российской Федерации			
(тысяч гектаров)			
Год	Всего	из него искусственное лесовосстановление (создание лесных культур)	в % к общей площади лесовосстановления
2017	961,8	176,6	18,4
2018	940,4	171,8	18,3
2019	1067,5	176,8	16,6
2020	1133,7	201,5	17,8
2021	1059,0	208,2	19,7
2022 ¹⁾	1165,0	209,4	18,0

согласно данным Росстата за период 2017–2022 гг. [6], что в целом отражает стабильные показатели лесовосстановления за последние 6 лет (табл. 1).

Однако важно отметить, что сам процесс лесовосстановления не ограничивается только посадкой лесных культур. Качественный уход, анализ состояния насаждений в последующие годы выращивания – залог успешного возобновления лесных ресурсов. Поэтому геоинформационный анализ и геоинформационное моделирование перечисленных процессов имеют важное значение в практическом и экономическом плане. Важно отметить, что на закупку посадочного материала используются бюджетные сред-

ства. Необходимо, чтобы лесовосстановление было успешно не только по климатическим причинам, но и по экономическим оправдывало затраты.

Еще одна глобальная причина необходимости запуска геоинформационного центра связана с изменением климата, поскольку одним из немногих способов депонирования углерода являются лесные экосистемы, что также отмечено в научных работах авторов [7, 8]. Стабильное будущее может зависеть от создания высокопродуктивных древостоев, это может являться основой для возможности сохранения баланса циркуляции газообменных процессов в атмосфере Земли. В качестве сценария развития древостоев в долго-

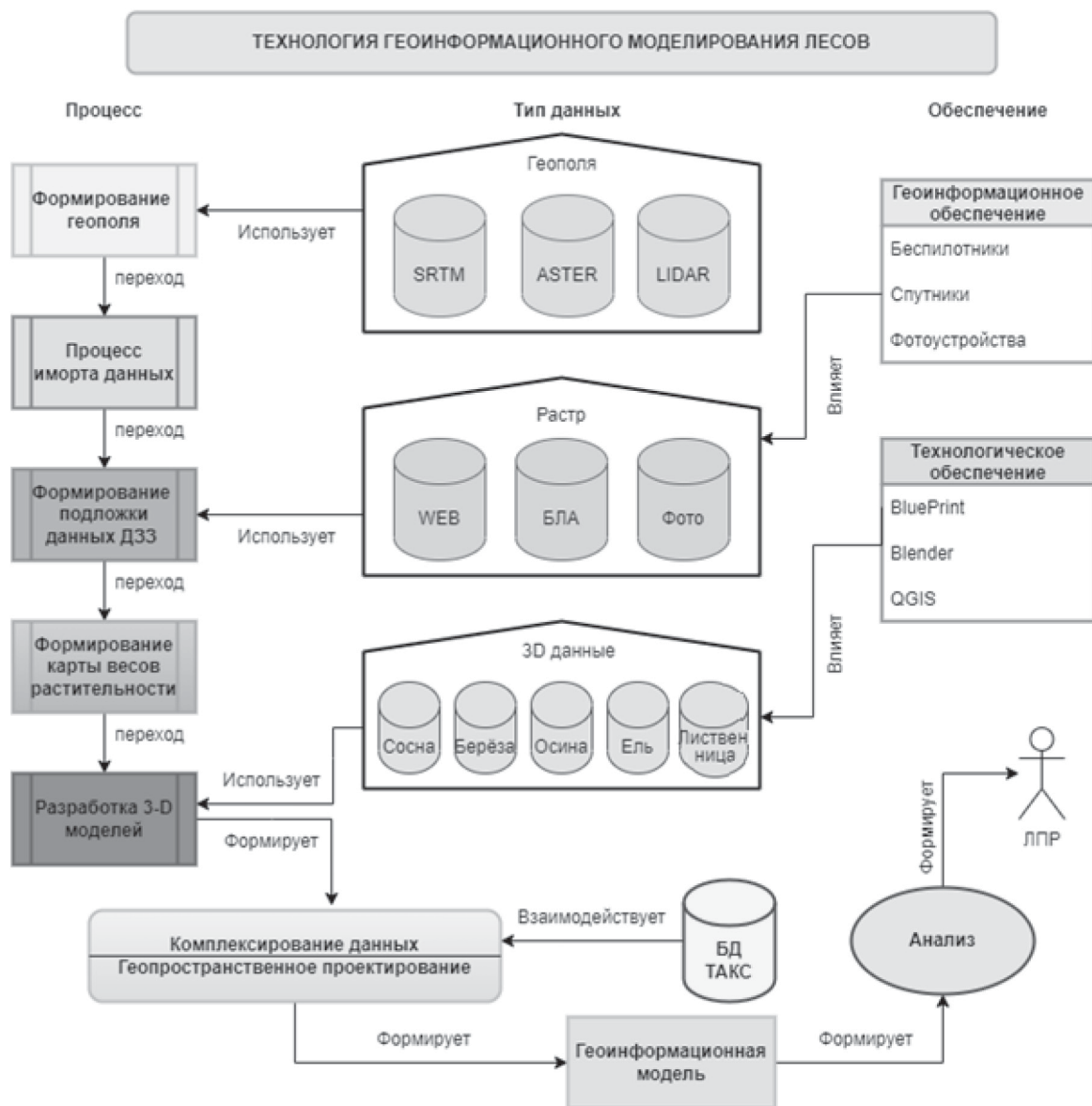


Рис. 2. Компоненты и состав технологии геоинформационного моделирования лесных экосистем

срочной динамике в геоинформационном моделировании можно использовать конкретные административные территориальные лесные единицы управления – лесничества, участковые лесничества, кварталы. Для использования технологий геоинформационного моделирования на уровне территориальных единиц нужно учитывать примечание, что чем больше площадь моделирования, тем больше вычислительных ресурсов требуется для отображения и моделирования всех входящих компонентов. Однако существуют способы оптимизации данного процесса. На рис. 2 изображена общая технология геоинформационного моделирования с входящими в данный процесс компонентами. В рамках предыдущих исследований автором была сформирована геоинформационная модель 196 квартала учебно-опытного лесничества, выполненная в масштабе дистанционной модели с входящими в состав основными компонентами и специально разработанными трёхмерными лесообразующими породами Северо-Запада Российской Федерации [9].

Выводы

Геопространственное развитие России зависит от многих факторов, к некоторым из них можно отнести фактор развития целевого использования и возобновления лесных экосистем. Лесопользование является одним из видов хозяйственной деятельности человека в ближайшем будущем, однако рациональное использование данного ресурса играет особую и важную роль в биосистемном и экологическом плане. Необходимо отметить, что создание центра может дополнить общую концепцию технологического развития России в части цифровой трансформации лесного комплекса, что определено правительством как приоритетные задачи ближайшего будущего, а также в рамках введения в деятельность федеральной государственной информационной системы лесного комплекса (ФГИС ЛК). Реализация единого геоинформационного центра позволит обеспечить централизованное агрегирование геопространственной информации, проводить её всесторонний анализ и геоинформационное моделирование лесных экосистем, распределять полученную информацию для необходимости различным ведомствам, чьи решения обеспечивают региональное развитие лесного хозяйства на основе целевого использования природных ресурсов и устойчивого развития лесного хозяйства России.

Литература

1. Демаков, Ю. П. Особенности радиального прироста деревьев в культурах лиственницы сибирской / Ю.П. Демаков // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. – 2023. – № 1 (57). – С. 43–57.
2. Вагизов, М. Р. Аппаратно-программная реализация инфраструктуры единого геоинформационного центра лесного

хозяйства / М.Р. Вагизов, А.М. Заяц // Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). – 2023. – Т. 28, № 1. – С. 92–105.

3. Вагизов, М. Р. Концепция инфраструктуры единого геоинформационного центра управления лесным хозяйством (часть 1) / М.Р. Вагизов, А.М. Заяц // Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). – 2022. – Т. 27, № 3. – С. 50–61.

4. Заяц, А. М. Блокчейн система логистики и поставок лесной продукции / А.М. Заяц // Информационные системы и технологии: теория и практика : сборник научных трудов / отв. редактор М.Р. Вагизов. – 2023. – Вып. 15. – С. 57–68.

5. Аэромобильные киберфизические платформы как инструмент геоинформационной поддержки управления арктической территориальной активностью / С.И. Биденко, Е.О. Андреева, Е.Л. Бородин, И.С. Мучкаева [и др.] // Информация и Космос. – 2022. – № 2. – С. 126–136.

6. Официальный сайт государственной статистики Российской Федерации. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/11194> (дата обращения: 19.08.2023).

7. Шорохова, Е. В. Депонирование углерода в коренных и вторичных таежных ельниках «Вепского леса» / Е.В. Шорохова, Е.А. Капица, А.А. Коребин // Леса России: политика, промышленность, наука, образование : материалы VII Всероссийской научно-технической конференции (Санкт-Петербург, 25–27 мая 2022 г.). – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова, 2022. – С. 406–409.

8. Сабирзянов, И. Г. Депонирование углерода растениями в Республике Башкортостан / И.Г. Сабирзянов, К.М. Габдрахимов, Л.Н. Блонская // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2019. – № 3 (51). – С. 14–19.

9. Вагизов, М. Р. Разработка технологии геоинформационного моделирования лесных экосистем (часть 3) / М.Р. Вагизов // Геоинформатика. – 2022. – № 2. – С. 34–41.