

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФГАОУ ВО «СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ

и.о. ректора

*М.В. Румянцев* М.В. Румянцев

« 07 » 08 2025 г.

**Дополнительная профессиональная программа  
(программа профессиональной переподготовки)**

**«Пространственный анализ в градостроительстве»**

Красноярск 2025

# **I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ**

## **1.1. Нормативная правовая основа Программы**

Дополнительная профессиональная программа (программа профессиональной переподготовки) ИТ-профиля «Пространственный анализ в градостроительстве» (далее — Программа) разработана в соответствии с нормами Федерального закона РФ от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»; с постановлением Правительства РФ от 11 октября 2023 г. № 1678 «Об утверждении Правил применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ»; приказом Минобрнауки России от 19 октября 2020 г. № 1316 «Об утверждении порядка разработки дополнительных профессиональных программ, содержащих сведения, составляющие государственную тайну, и дополнительных профессиональных программ в области информационной безопасности» (далее – приказ Минобрнауки России № 1316); методические рекомендации по разработке основных профессиональных образовательных программ и дополнительных профессиональных программ с учетом соответствующих профессиональных стандартов (утв. Минобрнауки России 22 января 2015 г. № ДЛ-1/05вн); с учетом требований приказа Минобрнауки России от 1 июля 2013 г. № 499 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам», с изменениями, внесенными приказом Минобрнауки России от 15 ноября 2013 г. № 1244 «О внесении изменений в Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 1 июля 2013 г. № 499»; приказа Министерства образования и науки РФ от 23 августа 2017 г. № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ»; паспорта федерального проекта «Развитие кадрового потенциала ИТ-отрасли» национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации»; постановления Правительства Российской Федерации от 13 мая 2021 г. № 729 «О мерах по реализации программы стратегического лидерства «Приоритет-2030» (в редакции постановления Правительства Российской Федерации от 14 марта 2022 г. № 357 «О внесении изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 13 мая 2021 г. № 729»); приказа Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации от 28 февраля 2022 г. № 143 «Об утверждении методик расчета показателей федеральных проектов национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» и признании утратившими силу некоторых приказов Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации

об утверждении методик расчета показателей федеральных проектов национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации»; федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 09.03.02 «Информационные системы и технологии», утвержденного приказом Минобрнауки России от 19 сентября 2017 г. № 926, (далее — ФГОС ВО), а также профессиональных стандартов 10.020 «Специалист в области картографии и геоинформатики», 06.001 «Программист».

Профессиональная переподготовка заинтересованных лиц (далее — Слушатели), осуществляемая в соответствии с Программой, имеющей отраслевую направленность «Строительство и городское хозяйство», проводится в ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет» (далее — Университет) в соответствии с учебным планом в очно-заочной форме обучения.

Разделы, включенные в учебный план Программы, используются для последующей разработки календарного учебного графика, учебно-тематического плана, рабочих программ модулей (дисциплин), оценочных и методических материалов. Перечисленные документы разрабатываются Университетом самостоятельно, с учетом актуальных положений законодательства об образовании, законодательства в области информационных технологий и смежных областей знаний ФГОС ВО и профессиональных стандартов 10.020 «Специалист в области картографии и геоинформатики», 06.001 «Программист».

## **1.2. Цель программы**

Целью ДПП ПП является формирование у слушателей обучающихся по ОП ВО, освоившим программы бакалавриата или специалитета в объеме не менее 1 курса (начиная со 2 курса) или обучающимся по программам магистратуры (начиная с 1 курса) по специальностям и направлениям подготовки, относящимся к строительству и городскому хозяйству, цифровых компетенций в области применения языков программирования для работы с пространственными данными и применения языка SQL для работы с базами данных, а также приобретение по итогам прохождения ДПП ПП новой квалификации «Специалист в области геоинформационных систем и анализа пространственных данных».

## **1.3 Требования к поступающим**

К обучению по Программе допускаются обучающиеся за счет бюджетных средств или по договорам об оказании платных образовательных услуг, освоившие программы бакалавриата или специалитета в объеме не менее 1 курса (со 2 курса) и обучающиеся на программах магистратуры, по специальностям и направлениям подготовки, относящимся к строительству и городскому хозяйству.

#### **1.4. Характеристика новой квалификации и связанных с ней видов профессиональной деятельности, трудовых функций и(или) уровней квалификации**

**1.4.1. Область профессиональной деятельности** слушателя, прошедшего обучение по программе профессиональной переподготовки, в которой может осуществлять профессиональную деятельность: применение геоинформационных систем.

Выпускники могут осуществлять профессиональную деятельность в других областях и(или) сферах профессиональной деятельности при условии соответствия уровня их образования и полученных компетенций требованиям к квалификации работника.

**1.4.2. Объекты профессиональной деятельности:** пространственные данные; геоинформационные системы.

Виды профессиональной деятельности: осуществление картографической и геоинформационной деятельности; деятельность по обеспечению организаций государственного и муниципального уровня информацией, содержащейся в геоинформационных системах, для решения задач социально-экономического, экологического и географического характера.

**1.4.3. Уровень квалификации.** В соответствии с профессиональными стандартами 10.020 «Специалист в области картографии и геоинформатики» и 06.001 «Программист», дополнительная профессиональная программа профессиональной переподготовки «Пространственный анализ в градостроительстве» обеспечивает достижение *шестого уровня* квалификации.

#### **1.4.4. Компетенции (трудовые функции) в соответствии с профессиональным стандартом (формирование новых или совершенствование имеющихся)**

Программа разработана с учетом профессиональных стандартов 10.020 «Специалист в области картографии и геоинформатики», 06.001 «Программист». Комбинирование трудовых функций двух стандартов позволяет качественно освоить новую специальность, освоив все ключевые способы применения геоинформационных систем и обработки пространственных данных.

Подробное описание трудовых функций представлено в таблицах 1–2.

Таблица 1

**Характеристика новой квалификации, связанной с видом профессиональной деятельности и трудовыми функциями в соответствии с профессиональными стандартами 10.020 «Специалист в области картографии и геоинформатики» и 06.001 «Программист»**

Трудовые действия	Трудовая функция	Обобщенная трудовая функция	Вид профессиональной деятельности
<b>10.020 «Специалист в области картографии и геоинформатики»</b>			
<p>Работа с редакционно-техническими материалами (проектом, программой карты, редакционно-техническими указаниями). Использование баз и банков цифровой картографической информации для создания и обновления аналоговой и цифровой картографической продукции различного вида и назначения. Составление, обновление и оформление (дизайн) аналоговой и цифровой картографической продукции с использованием компьютерных технологий, в том числе ГИС-технологий: подготовка картографической основы, векторизация, картографическая генерализация, оформление, сводки и согласование карт, корректура и исправление замечаний</p>	<p>A/01.5 Создание и обновление картографической продукции различного вида и назначения</p>	<p>A Производство картографических и геоинформационных работ</p>	<p>Осуществление картографической и геоинформационной деятельности</p>
<p>Сбор, обработка и контроль качества пространственной и непространственной информации, необходимой для включения в базы данных. Создание баз и банков цифровой общегеографической и тематической информации разного иерархического уровня. Выполнение атрибутивных и пространственных запросов к базам пространственных данных. Построение цифровых моделей пространственных объектов, процессов и явлений средствами ГИС. Подготовка отчетных графических документов средствами ГИС</p>	<p>A/02.5 Создание, ведение и обновление баз пространственных данных, ГИС различного типа и назначения</p>		
<p>Подготовка файлов с картографическим изображением в зависимости от вида и способа печати в полиграфии. Калибровка и профилирование технологического оборудования,</p>	<p>A/03.5 Подготовка к изданию в аналоговом формате и публикация в электронном</p>		

Трудовые действия	Трудовая функция	Обобщенная трудовая функция	Вид профессиональной деятельности
<p>применяемого для подготовки к изданию в аналоговом формате и публикации в электронном формате картографической и геоинформационной продукции и ведения геопорталов. Выполнение экранной и цифровой цветопробы в процессе подготовки к изданию и публикации картографической и геоинформационной продукции. Конвертация цифровых данных из ГИС с учетом требований к картографической информации, размещаемой в глобальных и локальных сетях, в картографических приложениях для мобильных устройств. Публикация электронной картографической и геоинформационной продукции, в том числе на геопорталах и в картографических приложениях для мобильных устройств</p>	<p>формате картографической и геоинформационной продукции, ведение геопорталов</p>		
<p>Выполнение предпроектного обследования для решения задач разработки картографической продукции (произведений), структур и состава баз пространственных данных, ГИС, геопорталов. Определение состава баз пространственных данных, разработка логической структуры элементов в соответствии с требованиями к хранению и манипулированию информацией со стороны системы управления базами данных. Сбор данных о картографируемой территории и определение особенностей картографируемых явлений. Создание системы сбора, хранения и публикации метаданных наборов пространственных данных на геопортале</p>	<p>В/01.6 Проектирование картографической продукции (произведений), структур и состава баз пространственных данных, ГИС, геопорталов</p>	<p>В Проектирование, редактирование и контроль качества картографической продукции (произведений), структур и состава баз</p>	
<p>Подготовка и обработка источников, необходимых для создания (обновления) картографической и геоинформационной продукции, баз пространственных данных. Взаимодействие со специалистами в предметных областях при создании тематических карт</p>	<p>В/02.6 Редактирование картографической и геоинформационной продукции (произведений), баз пространственных данных</p>	<p>пространственных данных, ГИС, геопорталов</p>	

Трудовые действия	Трудовая функция	Обобщенная трудовая функция	Вид профессиональной деятельности
Проверка качества и применимости исходных материалов (картографических, справочно-статистических, аэрокосмических) для создания и обновления карт, ГИС и баз пространственных данных	В/03.6 Контроль качества картографической продукции (произведений), ГИС, структур и состава баз пространственных данных		
<b>06.001 «Программист»</b>			
Создание программного кода в соответствии с техническим заданием (готовыми спецификациями). Оптимизация программного кода с использованием специализированных программных средств. Оценка и согласование сроков выполнения поставленных задач.	А/02.3 Написание программного кода с использованием языков программирования, определения и манипулирования данными в базах данных	А Разработка и отладка программного кода	Разработка компьютерного программного обеспечения

**Характеристика новой и развиваемой цифровой компетенции в ИТ-сфере, связанной с уровнем формирования и развития в результате освоения программы «Геоинформационные системы: анализ и визуализация пространственных данных»**

Наименование сферы	Тип компетенции	Наименование профессиональной компетенции	ID	<b>БАЗОВЫЙ УРОВЕНЬ РАЗВИТИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ</b> Способность проявляется под внешним контролем/ при внешней постановке задачи/ обучающийся пользуется готовыми, рекомендованными продуктами
Средства программной разработки	Компетенция применима в различных отраслях экономики	Применяет языки программирования для решения профессиональных задач	28	Применяет языки программирования для решения профессиональных задач под контролем более опытных специалистов
SQL (Postgresql)	Компетенция применима в различных отраслях экономики	Применяет основные операторы языка SQL для извлечения информации из базы данных	369	Применяет основные операторы SELECT, FROM, LIMIT, ORDER BY, ASC, DESC языка SQL для извлечения информации из базы данных по заданным шаблонам

## Структура образовательных результатов

ID и формулировка целевого уровня формирования компетенций	Промежуточные образовательные результаты		
	Опыт практической деятельности (ОПД)	Умения (У)	Знания (З)
28. Применяет языки программирования для решения профессиональных задач	<p>Опыт работы с базами данных (SQLite/Spatialite) для выполнения пространственных запросов.</p> <p>Опыт автоматизации типовых задач пространственного анализа и визуализации данных</p>	<p>Умение составлять SQL-запросы с пространственными функциями, фильтровать данные.</p> <p>Умение проектировать и выполнять геообработку с помощью скриптов в QGIS.</p>	<p>Знание основных операторов языка запросов SQL для работы с пространственными функциями.</p> <p>Понимание возможностей QGIS для автоматизации задач.</p>
369. Применяет основные операторы языка SQL для извлечения информации из базы данных	<p>Опыт выполнения простых SQL-запросов для выборки данных из таблиц.</p> <p>Практика использования ограничений (LIMIT) и сортировки (ORDER BY) при работе с базами данных.</p>	<p>Умение составлять запросы с использованием SELECT, FROM для извлечения данных.</p> <p>Умение применять LIMIT для ограничения количества выводимых записей.</p> <p>Умение сортировать результаты с помощью ORDER BY, ASC, DESC.</p>	<p>Знание синтаксиса базовых SQL-операторов.</p> <p>Понимание структуры таблиц и полей в реляционных базах данных.</p>

## **1.5. Требования к материально-техническому обеспечению, необходимому для реализации дополнительной профессиональной программы профессиональной переподготовки (требования к аудитории, компьютерному классу, программному обеспечению)**

Обучение производится на платформе электронного обучения СФУ «е-Курсы» (<https://e.sfu-kras.ru/>). Используются сервисы вебинаров и видеоконференций.

При проведении лекций, практических занятий, самостоятельной работы слушателей и практики используется следующее оборудование: компьютер с наушниками или аудиокolonками, микрофоном и веб-камерой, высокоскоростное подключение к Интернет (не менее 5 Мбит/с).

Необходимое программное обеспечение (обновленное до последней версии): браузер Яндекс или Google Chrome, текстовый редактор, QGIS; интерпретатор Python; SpatiaLite; SQLite; браузер; Plotly; Figma.

## **1.6. Особенности (принципы) построения дополнительной профессиональной программы профессиональной переподготовки**

Особенности построения программы переподготовки «Пространственный анализ в градостроительстве»:

- в основу проектирования программы положен компетентностный подход;
- выполнение учебных заданий, требующих практического применения знаний и умений, полученных в ходе изучения логически связанных дисциплин;
- выполнение итоговых аттестационных работ по реальному заданию;
- использование информационных и коммуникационных технологий, в том числе современных систем технологической поддержки процесса обучения, обеспечивающих комфортные условия для обучающихся, преподавателей;
- применение электронных образовательных ресурсов (дистанционное, электронное, комбинированное обучение и пр.).

В поддержку дополнительной профессиональной программы профессиональной переподготовки разработан электронный курс на платформе <http://e.sfu-kras.ru>.

## **1.7. Особенности организации практики**

Практика слушателей дополнительной профессиональной программы переподготовки «Пространственный анализ в градостроительстве» представляет собой вид учебной деятельности, непосредственно ориентированный на профессионально-практическую подготовку слушателей. Практика осуществляется в целях формирования и закрепления

профессиональных умений и навыков, полученных в результате теоретической подготовки.

Сроки проведения практики устанавливаются графиком учебного процесса в объеме 36 часов в конце процесса обучения в соответствии с утвержденным в установленном порядке учебно-тематическим планом.

В рамках очно-заочной формы обучения на основе дистанционных технологий практика осуществляется в форме online практики.

**1.8. Документ об образовании:** диплом о переподготовке установленного образца.

**УЧЕБНЫЙ ПЛАН**  
**дополнительной профессиональной программы профессиональной переподготовки**  
**«Геоинформационные системы: анализ и визуализация пространственных данных»**

Форма обучения – очно-заочная с применением ЭО и ДОТ.

Срок обучения – 272 часов.

№ п/п	Наименование дисциплин	Общая трудоемкость, ч	Всего контактных, ч	Контактные часы			СРС, ч	Формы контроля
				Лекции	Практические работы	Практические и семинарские занятия		
1.	Основы геоинформационных систем	92	46	16		30	46	зачёт
2.	Визуализация пространственных данных	72	36	10		26	36	зачёт
3.	Базы пространственных данных	48	30	12		18	28	зачёт
4.	Практика	36	18			18	18	зачёт
5.	Итоговая аттестация	24	8			8	16	защита итоговой аттестационной работы (проекта)
	<b>Итого</b>	<b>272</b>	<b>134</b>	<b>38</b>		<b>100</b>	<b>134</b>	

**УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН**  
**дополнительной профессиональной программы профессиональной переподготовки**  
**«Геоинформационные системы: анализ и визуализация пространственных данных»**

Категория слушателей: лица, имеющие или получающие среднее профессиональное или высшее образование.

Срок обучения: 276 часов.

Форма обучения: очно-заочная с применением ЭО и ДОТ.

Режим занятий: 6 часов в неделю.

№ п/п	Наименование дисциплин	Общая трудоемкость, ч	Всего контактн., ч	Контактные часы			СРС, ч
				Лекции	Лабораторные работы	Практ. и семинарские занятия	
<b>1.</b>	<b>Основы геоинформационных систем</b>	<b>92</b>	<b>46</b>	<b>16</b>		<b>30</b>	<b>46</b>
1.1	Знакомство с ГИС. Обзор программного обеспечения	12	6	2		4	6
1.2	Пространственные данные в градостроительстве	8	4	2		2	4
1.3	Системы координат в ГИС	16	4	2		6	8
1.4	Модели данных: растровая модель данных	12	6	2		4	6
1.5	Модели данных: векторная модель данных	8	4	2		2	4
1.6	Пространственный анализ: наиболее распространенные решения	16	8	2		6	8
1.7	Веб-ГИС. Облачные ГИС в градостроительстве	12	6	2		4	6
1.8	Публикация пространственных данных	8	4	2		2	4
<b>2.</b>	<b>Визуализация пространственных данных</b>	<b>72</b>	<b>36</b>	<b>10</b>		<b>26</b>	<b>36</b>
2.1	Обзор возможностей визуализации пространственных данных	12	6	2		4	6
2.2	Визуализация пространственных данных с применением языков программирования. Обзор библиотек для оформления результатов пространственного анализа	16	8	2		6	8
2.3	Оформление результатов пространственного анализа.	16	8	2		6	8

№ п/п	Наименование дисциплин	Общая трудоем- кость, ч	Всего контактн., ч	Контактные часы			СРС, ч
				Лекции	Лабора- торные работы	Практ. и семинарские занятия	
	Правила оформления картографических материалов. Условные обозначения						
2.4	Особенности оформления мультимасштабных баз пространственных данных	8	4	2		2	4
2.5	Использование цветовых решений для пространственных данных. Особенности типографики в оформлении пространственных данных. Специфика печатных и веб-версий визуализации пространственных данных	20	10	2		8	10
<b>3.</b>	<b>Базы пространственных данных</b>	<b>72</b>	<b>36</b>	<b>18</b>		<b>18</b>	<b>36</b>
3.1	Введение в базы пространственных данных. Создание базы пространственных данных	8	4	2		4	4
3.2	Язык SQL в анализе пространственных данных Вычисление расстояний, площадей, углов в SQL-запросах	8	4	2		4	4
3.3	Группировки и классификации. Описательные статистики пространственных распределений	8	4	2		4	4
3.4	Топология пространственных объектов	8	4	2		2	2
3.5	Иерархические модели пространственных данных	8	4	2		2	2
3.6	Индексы и задача поиска объектов на карте	8	4	2		2	2
<b>4.</b>	<b>Практика</b>	<b>36</b>	<b>18</b>			18	18
<b>5.</b>	<b>Итоговая аттестация</b>	<b>24</b>	<b>8</b>			8	16
	<b>Итого</b>	<b>272</b>	<b>134</b>	<b>44</b>		<b>74</b>	<b>134</b>

**Календарный учебный график  
дополнительной профессиональной программы профессиональной переподготовки  
«Пространственный анализ в градостроительстве»**

Наименование модулей (курсов)  Объем учебной нагрузки, ч.																																																			
	Сентябрь					Октябрь					ноябрь					декабрь				Январь				февраль				Март				Апрель				май					июнь										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44							
Основы геоинформационных систем																																																			
Визуализация пространственных данных																			К	К																															
Базы пространственных данных																																																			
Практика																																																			
Итоговая аттестация																																																			

## **II. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ**

### **2.1. Формы аттестации, оценочные материалы, методические материалы**

Программа предусматривает проведение текущей и итоговой аттестации. Текущая аттестация слушателей проводится по дисциплинам на основе выполнения заданий в электронном обучающем курсе, а также с учетом результатов промежуточного ассесмента.

Методические материалы, необходимые для выполнения текущих заданий, представлены в соответствующих элементах электронного обучающего курса и включают описание задания, методические рекомендации по его выполнению, критерии оценивания.

### **2.2. Требования и содержание итоговой аттестации**

После завершения обучения по Программе обучающиеся допускаются к итоговой аттестации. Аттестация проводится с участием представителей профильных индустриальных партнеров. Итоговая аттестация по программе включает выполнение итоговой аттестационной работы (ИАР) в форме проекта. Основная цель итоговой аттестационной работы — выполнить работу, демонстрирующую уровень подготовленности к самостоятельной профессиональной деятельности

ИАР выполняется индивидуально или в группах по 2-4 человека. Слушатель предоставляет результат выполненной работы в формате PDF, оформленной и отвечающей требованиям к содержанию итоговой аттестационной работы. Список использованных источников литературы приводится в конце ИАР. Документ прикрепляется в организационный электронный курс программы профессиональной переподготовки. В итоговой аттестационной работе должны быть четко обозначены область и актуальность работы, постановка задачи, приведены результаты, полученные слушателем. Требования и содержание итоговой аттестации изложены в методических указаниях к выполнению ИАР и размещаются на платформе электронных курсов СФУ.

Выполнение итоговой аттестационной работы является обязательным.

По результатам выполнения ИАР аттестационная комиссия принимает решение о предоставлении слушателям по результатам освоения дополнительной профессиональной программы профессиональной переподготовки права заниматься профессиональной деятельностью в сфере применения геоинформационных систем и выдаче диплома о профессиональной переподготовке.

В итоговой работе (проекте) должны быть соблюдены следующие требования:

1. Использование полученных в открытом доступе или созданных самостоятельно пространственных данных/баз пространственных данных в итоговом проекте;

2. Применение SQL-запросов и/или языка программирования Python/JavaScript/R для анализа и/или визуализации пространственных данных;

3. Применение ресурсов и инструментов, освоенных в процессе изучения программы: QGIS, PostgreSQL/SQLite, Jupyter Notebook, Figma.

4. Получение, обработка и экспорт файлов итогового проекта согласно требованиям к форматам файлов (в зависимости от типа проекта).

5. Оформление текстовой части работы согласно СТО СФУ.

Примеры тем итоговой аттестационной работы:

1. Создание пространственной базы данных по выработке электроэнергии из возобновляемых источников согласно данным World Bank Open Data

2. Создание тематической карты геодезических пунктов 1-2 класса в Красноярском крае

3. Изменение ареала обитания северного оленя в 2000-2020 гг.

4. Расчет площади хвойных лесов Красноярского края в 2021 году.

5. Изучение транспортной доступности микрорайона Покровский в городе Красноярске.

6. Карта водопроводных коммуникаций микрорайона Пашенный.

7. Анализ популярных туристических направлений в России в 2022 году.

8. Карта памятников исторического наследия города Красноярска.

9. Анализ наиболее посещаемых культурных пространств Красноярска.

10. Создание дашборда «Различия в обеспеченности медицинскими кадрами по регионам России»

11. Создание карты зарядных станций электромобилей в городе Абакан с помощью библиотеки Folium.

12. Визуализация туристического маршрута от рабочего поселка Черемушки до водопада у подножья горы Борус с помощью плагина AntPath.

13. Применение пространственного анализа в системе расселения малых городов.

14. Создание дашборда пользования пассажирским и пригородным железнодорожным транспортом.

15. Векторизация объектов дорожной сети по данным полевых исследований (лидарная съемка облака точек) в специализированной ГИС IndorCAD.

### **2.2.1. Критерии оценивания итоговой аттестационной работы**

Оценка «отлично» ставится, если слушатель выполнил работу без замечаний со стороны аттестационной комиссии.

Оценка «хорошо» ставится, если слушатель выполнил работу с незначительными недочетами, но результат работы нагляден и может быть применен.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если слушатель выполнил работу с недочетами, повлиявшими на результат работы, и требуются исправления, чтобы проект мог быть востребован другими пользователями.

### III. ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

#### 3.1. План учебной деятельности

Результаты обучения	Учебные действия/ формы текущего контроля	Используемые ресурсы/ инструменты/технологии
PO1. Использовать актуальное программное обеспечение для работы с пространственными данными (QGIS)	Создание ГИС-проектов в QGIS	Электронный курс. QGIS
PO2. Применять методы и алгоритмы пространственного анализа для решения практических задач в различных отраслях	Апробация различных методов пространственного анализа для решения разных практических задач	Электронный курс. QGIS
PO3. Работать с программным обеспечением ГИС и реляционных СУБД, имеющих возможности для манипулирования пространственными объектами	Разработка структуры и содержания базы данных для анализа пространственных данных	Электронный курс. PostgreSQL/PostGIS, SQLite/Spatialite, QGIS
PO4. Применять основные операторы SQL для извлечения и анализа информации из базы данных	Написание SQL-запросов и скриптов для анализа пространственных данных через обращение к базе данных	Электронный курс. PostGIS, Spatialite, SQLite, PostgreSQL, QGIS
PO5. Визуализировать результаты пространственного анализа	Создание визуальных материалов с результатами обработки пространственных данных	Электронный курс. QGIS, Jupiter Notebook, Figma, Яндекс DataLens
PO6. Применять языки программирования для анализа и визуализации пространственных данных	Создание макета с визуализацией пространственных данных	Электронный курс. QGIS, Jupiter Notebook, Figma, Яндекс DataLens

#### 3.2. Виды и содержание самостоятельной работы

Выполнение самостоятельной работы слушателями предполагается в дистанционном режиме в рамках электронного курса, размещенного в системе электронного обучения СФУ.

Для выполнения практических заданий и повторения теоретического материала, слушателям рекомендуется самостоятельно организовать по месту проживания рабочее место, оборудованное персональным компьютером, подключённым к сети Интернет. В электронном образовательном курсе (ЭОК) теоретический и практический материал структурирован согласно календарному графику обучения. У слушателя есть возможность общения с преподавателем, самостоятельного изучения теоретического материала, дистанционной проверки высылаемых заданий.

В рамках практических работ слушателю необходимо создавать и редактировать проекты в ГИС (QGIS), СУБД, графических редакторах.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины (модуля)**  
**«Основы геоинформационных систем»**

**1. Аннотация**

Модуль посвящен изучению геоинформационных технологий. Слушатели получают навыки работы с пространственными данными, узнают основные приемы пространственного анализа для решения прикладных задач с помощью геоинформационных технологий.

**Цель дисциплины (результаты обучения)**

Целью изучения модуля «Основы геоинформационных систем» является формирование базовых компетенций для решения практических задач в различных отраслях с использованием ГИС-технологий.

В результате изучения дисциплины слушатели будут способны:

PO1. Использовать актуальное программное обеспечение для работы с пространственными данными (QGIS).

PO2. Применять методы и алгоритмы пространственного анализа для решения практических задач в различных отраслях.

**2. Содержание**

№, наименование темы	Содержание лекций (кол-во часов)	Наименование практических (семинарских занятий) (кол-во часов)	Виды СРС (кол-во часов)
<b>Модуль 1. Основы геоинформационных систем (92 часа)</b>			
1.1 Знакомство с ГИС. Обзор программного обеспечения (16 ч.)	Знакомство, структура курса, что такое ГИС. Области применения ГИС. Обзор программного обеспечения (ПО) ГИС. Зарубежное ПО, отечественное ПО, открытое ПО (2 ч.)	Установка программного обеспечения QGIS. Изучение интерфейса (4 ч.)	Изучение теоретических материалов, самостоятельное выполнение практических заданий по теме (6 ч.)
1.2. Пространственные данные (8 ч.)	Пространственные данные. Источники данных для ГИС. Статистические данные. Банки пространственных данных. Геопорталы. Подложки. Форматы пространственных данных. (2 ч.)	Поиск данных для решения различных тематических задач в ГИС например статистических показателей в QGIS (2 ч.)	Изучение теоретических материалов, самостоятельное выполнение практических заданий по теме (4 ч.)

№, наименование темы	Содержание лекций (кол-во часов)	Наименование практических (семинарских занятий) (кол-во часов)	Виды СРС (кол-во часов)
1.3. Системы координат в ГИС (16 ч.)	Система координат. Проекция. EPSG коды проекций. Внутренняя и внешняя СК. Библиотека Proj4. Привязка данных (2 ч.)	Привязка данных к географической системе координат. Выполнение пространственной привязки растрового изображения (сканкопия бумажной карты) (6 ч.)	Изучение теоретических материалов, самостоятельное выполнение практических заданий по теме (8 ч.)
1.4. Модели данных: растровая модель данных (12 ч.)	Растровая модель данных. Грид-модель данных. Данные дистанционного зондирования Земли. Большие данные (2 ч.)	Обработка растровых изображений в ГИС. Построение гипсометрической карты (карты рельефа), на основе растровых данных о цифровой модели рельефа (4 ч.)	Изучение теоретических материалов, самостоятельное выполнение практических заданий по теме (6 ч.)
1.5. Модели данных: векторная модель данных (8 ч.)	Векторная модель данных. Векторизация растровых пространственных данных. Атрибутивная информация. Базы пространственных данных (2 ч.)	Векторизация объектов. Создание векторных пространственных объектов разной геометрии (точки, линии, полигоны) и создание атрибутивных таблиц с использованием ручного способа векторизации. (2 ч.)	Изучение теоретических материалов, самостоятельное выполнение практических заданий по теме (4 ч.)
1.6. Пространственный анализ: наиболее распространенные решения (16 ч.)	Элементарный пространственный анализ. Измерение. Запросы. Классификация. Буфер. Оверлей. Интерполяция. Алгебра карт. (2 ч.)	Пространственный анализ векторных данных (анализ застройки города по открытым данным). Пространственный анализ растровых данных (вычисление вегетационного индекса (NDVI) по открытым спутниковым снимкам). (6 ч.)	Изучение теоретических материалов, самостоятельное выполнение практических заданий по теме (8 ч.)
1.7. Веб-ГИС. Облачные ГИС (12 ч.)	Обзор облачных ГИС. Типы облачных сервисов. NextGIS. EverGIS.	Публикация оцифрованных слоев в сервисе EverGIS. Пространственный	Изучение теоретических материалов, самостоятельное

№, наименование темы	Содержание лекций (кол-во часов)	Наименование практических (семинарских занятий) (кол-во часов)	Виды СРС (кол-во часов)
	Google Earth Engine. GeoServer (2 ч.)	анализ и подготовка тематической карты точек интереса в городе к публикации (4 ч.)	выполнение практических заданий по теме (6 ч.)
1.8. Публикация пространственных данных (8 ч.)	Варианты публикации пространственных данных. Особенности оформления тематической карты (2 ч.)	Оформление макета тематической карты в QGIS. Верстка макета тематической карты объектов интереса в городе на выбор (карта доступности магазинов, заправок, театров, кафе и т.д.) (2 ч.)	Изучение теоретических материалов, самостоятельное выполнение практических заданий по теме (4 ч.)
<b>Итого: 92 ч.</b>	<b>16 ч.</b>	<b>30 ч.</b>	<b>46 ч.</b>

### **3. Условия реализации программы дисциплины**

Обучение по программе реализовано в формате смешанного обучения, с применением активных технологий совместного обучения в электронной среде (синхронные и асинхронные занятия). Лекционный материал представляется в виде текстовых материалов, презентаций, размещаемых в системе электронного обучения СФУ «е-Курсы» на базе LMS Moodle. Данные материалы сопровождаются в чатах дисциплин. Изучение теоретического материала (СРС) предполагается до и после синхронной части работы.

#### **Материально-технические условия реализации программы**

Синхронные занятия реализуются на базе инструментов видеоконференцсвязи и включают в себя практические занятия, сочетающие в себе ответы на вопросы, связанные с материалом лекции, в формате дискуссий, а также групповую и индивидуальную работу. Для проведения синхронных занятий (вебинаров со спикерами) применяется программа видеоконференцсвязи Salute Jazz.

#### **Учебно-методическое и информационное обеспечение программы**

Программа может быть реализована как очно, так и заочно, в том числе, с применением дистанционных образовательных технологий. Она включает занятия лекционного типа, интерактивные формы обучения, практические, лабораторные занятия, консультации. Учебно-методические материалы размещены в электронном курсе в системе электронного обучения СФУ «е-Курсы». Обучающиеся имеют возможность получить дополнительную информацию, так как материалы курсы сопровождаются ссылками на расширенные данные для желающих изучить курс более углубленно.

#### **Содержание комплекта учебно-методических материалов**

В электронном образовательном курсе теоретический и практический материал структурирован согласно календарному графику обучения. В электронном курсе у слушателя есть возможность общения с преподавателем, самостоятельного изучения теоретического материала, дистанционной проверки высылаемых заданий.

УМК содержит: систему навигации по программе (учебно-тематический план, интерактивный график работы по программе, сведения о результатах обучения, о преподавателях программы, форум для объявлений и вопросов преподавателям), набор видеозаписей к лекциям, систему заданий с подробными инструкциями, списки основной и дополнительной литературы. В электронном курсе реализована система обратной связи.

## Литература

### *Основная литература*

1. Введение в ГИС // ArcGIS Resources [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://resources.arcgis.com/ru/help/getting-started/articles/026n000000t000000.htm>.
2. ДеМерс, Майкл Н. Географические информационные системы. Основы: пер. с англ. – М: Дата+, 1999.
3. Лурье, И.К. Геоинформационное картографирование: учебник. – М: КДУ, 2010. – 424 с.
4. Савельев А.С. Проектирование геоинформационных систем: учебное пособие для студентов вузов / А.С. Савельев, А.А. Гостева; Сиб. федерал. ун-т. – Красноярск: ИПК СФУ, 2010. – 175 с.
5. Цветков В.Я. Основы геоинформатики: учебник для вузов / В.Я. Цветков. – 2-е изд., стер. – СПб.: Лань, 2022. – 188 с. // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/195464> (дата обращения: 05.02.2022). – Режим доступа: для авториз. пользователей; в СФУ есть полный доступ.
6. Энтин А.Л., Самсонов Т.Е. Основы геоинформатики: практикум в QGIS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://aentin.github.io/qgis-course>.

### *Дополнительная литература*

1. EverGIS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://evergis.ru/>.
2. Google Earth Engine [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://earthengine.google.com/>.
3. QGIS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://qgis.org/>.
4. Изображения в ArcGIS. Современный подход. Новый взгляд [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://downloads.esri.com/esripress/PDFs/The-ArcGIS-Imagery-Book.pdf>.
5. Самсонов Т.Е. Визуализация и анализ географических данных на языке R. – М.: Географический факультет МГУ, 2021.

#### 4. Оценка качества освоения программы дисциплины (формы аттестации, оценочные и методические материалы)

Форма аттестации по модулю зачет (по набранной сумме баллов).

Оценка результатов обучения осуществляется следующим образом: максимальная сумма баллов за курс — 100 баллов, из которых:

- освоение материалов лекций и успешное прохождение тестов самоконтроля составляет 40 баллов;

- выполнение практических заданий составляет 60 баллов.

Зачет получают слушатели, набравшие не менее 60 баллов.

#### Примеры тестов для контроля знаний

1. Оверлей — это ...

- a) буфер;
- b) распределение;
- c) **наложение;**
- d) интерполяция;
- e) растеризация.

2. Свод условных знаков и пояснений, использованных на карте, — это \_\_\_\_\_ карты.

Ответ: легенда.

3. Какой вид условных обозначений используется для объектов, характеризующихся одной парой координат?

- a) **точечные;**
- b) линейные;
- c) площадные;

#### Типовое практическое задание

На основе предыдущих практических заданий создать персональную базу данных, которая будет включать привязанный к географической СК растр, векторные слои и другую информацию.

Практическая работа выполняется в ГИС QGIS.

#### Критерии оценивания заданий

Баллы	1 балл	2 балла	3 балла
Критерий	Задание выполнено частично, требует серьезной доработки	Задание выполнено, но требует некоторой доработки	Задание выполнено полностью, не требует доработки

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины (модуля)**  
**«Визуализация пространственных данных»**

**1. Аннотация**

Модуль посвящен визуализации пространственных данных. В процессе изучения модуля слушатели узнают о различных форматах визуализации пространственных данных, освоят правила оформления, особенности цветовых решений и типографики визуализации пространственных данных.

**Цель дисциплины (результаты обучения)**

Целью изучения модуля является формирование базовых компетенций, необходимых для освоения методов визуализации и публикации пространственных данных и результатов пространственного анализа.

В результате изучения дисциплины слушатели будут способны:

РО5. Визуализировать результаты пространственного анализа.

РО6. Применять языки программирования для анализа и визуализации пространственных данных.

**2. Содержание**

№, наименование темы	Содержание лекций (кол-во часов)	Наименование практических (семинарских занятий) (кол-во часов)	Виды СРС (кол-во часов)
<b>Модуль 2. Визуализация пространственных данных (72 часа)</b>			
2.1. Обзор возможностей визуализации пространственных данных (8 ч.)	2.1.1 Географическая информация. 2.1.2. Типы тематических карт. 2.1.3. Алгоритм визуализации пространственных данных (2 ч.)	Создание тематической карты в QGIS (5 вариантов визуализаций на выбор: карта в стиле конструктора LEGO, карта лесистости гипсометрической основе с добавлением графиков, картосхема аэропортов мира, карта с диаграммами, карта обеспеченности остановками общественного транспорта на основе регулярной сети) (4 ч.)	Изучение теоретических материалов, самостоятельное выполнение практических заданий по теме (6 ч.)
2.2. Визуализация пространственных данных с применением языков программирования. Обзор библиотек для оформления результатов	2.2.1 Визуализация с применением языков программирования Python и R. 2.2.2. Виды данных. 2.2.3. Списки. 2.2.4 Циклы. 2.2.5 Условия.	Создание визуализаций с помощью языков программирования Python JavaScript или R. Загрузка файла GeoPackage в Jupyter Notebook. Построение маршрута с помощью плагина AntPath. Двойная карта с помощью плагина	Изучение теоретических материалов, самостоятельное выполнение практических заданий по теме (8 ч.)

№, наименование темы	Содержание лекций (кол-во часов)	Наименование практических (семинарских занятий) (кол-во часов)	Виды СРС (кол-во часов)
пространственного анализа (16 ч.)	2.2.6 Словари. 2.2.7 Обзор библиотек для оформления результатов пространственного анализа (2 ч.)	DualMap. Обращение к файлу в формате GeoJSON. Создание файла GeoPackage из файла CSV и загрузка в Jupyter Notebook. Обработка больших пространственных данных без скачивания снимков с помощью языка JavaScript в Google Earth Engine. Визуализация геоданных с помощью языка R. Построение графиков с использованием библиотек Plotly, Pandas, GeoPandas, Seaborn. (6 ч.)	
2.3. Оформление результатов пространственного анализа. Правила оформления пространственных данных. Условные обозначения (16 ч.)	2.3.1 Особенности зрения и восприятия в визуализации данных. 2.3.2 Инфографика и дашборды. 2.3.3.1 Виды проекций. 2.3.3.2 Выбор проекции. 2.3.4 Компонировка карты. 2.3.5 Условные обозначения (2 ч.)	Создание макета по данным из модуля «Базы пространственных данных» (на выбор): а) комплекс диаграмм на одном листе (сделанные заранее графики в Jupyter Notebook / Excel / Google Таблицы / любом другом ПО сохранить в виде изображений и логично разместить на листе с единым названием по теме); б) дашборд дашборд (сделанный в Яндекс DataLens);; в) инфографика или карта в QGIS с последующим оформлением в редакторе (в любом векторном или растровом редакторе или в Figma); г) анимация со сменяющимися визуализациями на одну территорию или один тип диаграммы, но на разное время / показатель.  Выбор типа геоизображения. Создание макета с врезками и выходом за рамки (6 ч.)	Изучение теоретических материалов, самостоятельное выполнение практических заданий по теме (8 ч.)

№, наименование темы	Содержание лекций (кол-во часов)	Наименование практических (семинарских занятий) (кол-во часов)	Виды СРС (кол-во часов)
2.4. Особенности оформления мультимасштабных баз пространственных данных (8 ч.)	2.4.1 Генерализация. 2.4.2 Виды генерализации. 2.4.3 Проектирование мультимасштабных баз пространственных данных для веб-публикации (2 ч.)	Создание проекта мультимасштабной базы данных с настраиваемым масштабом трех уровней. Применение инструментов генерализации на основе векторного объекта водоема для упрощения контуров под конкретный масштаб изображения на карте. (2 ч.)	Изучение теоретических материалов, самостоятельное выполнение практических заданий по теме (4 ч.)
2.5 Использование цветовых решений для пространственных данных. Особенности типографики для пространственных данных. Специфика печатных и веб-версий визуализации пространственных данных (20 ч.)	2.5.1 Общепринятые цветовые палитры в визуализации пространственных данных. 2.5.2 Логика применения цветовых шкал. 2.5.3 Картографическая топонимика. 2.5.4 Виды шрифтов и выбор картографического шрифта. 2.5.5 Комбинирование шрифтов. 2.5.6 Экспорт для печати. 2.5.7 Экспорт для экранов (2 ч.)	Создание макета. Разработка палитры проекта. Проработка цветового оформления макета. Подбор шрифта и расположение именованных в макете. Экспорт макета согласно требованиям к формату и разрешению для печати (TIFF , PNG) и экранного восприятия (JPEG, PNG) (8 ч.)	Изучение теоретических материалов, самостоятельное выполнение практических заданий по теме (10 ч.)
<b>Итого: 72 ч.</b>	<b>10 ч.</b>	<b>26 ч.</b>	<b>36 ч.</b>

### 3. Условия реализации программы дисциплины

Обучение по программе реализовано в формате смешанного обучения, с применением активных технологий совместного обучения в электронной среде (синхронные и асинхронные занятия). Лекционный материал представляется в виде текстовых материалов, презентаций, размещаемых в системе электронного обучения СФУ «е-Курсы» на базе LMS Moodle. Данные материалы сопровождаются в чатах дисциплин. Изучение теоретического материала (СРС) предполагается до и после синхронной части работы.

#### Материально-технические условия реализации программы

Синхронные занятия реализуются на базе инструментов видеоконференцсвязи и включают в себя практические занятия, сочетающие в себе ответы на вопросы, связанные с материалом лекции, в формате

дискуссий, а также групповую и индивидуальную работу. Для проведения синхронных занятий (вебинаров со спикерами) применяется программа видеоконференцсвязи Salute Jazz.

### **Учебно-методическое и информационное обеспечение программы**

Программа может быть реализована как очно, так и заочно, в том числе, с применением дистанционных образовательных технологий. Она включает занятия лекционного типа, интерактивные формы обучения, практические, лабораторные занятия, консультации. Учебно-методические материалы размещены в электронном курсе в системе электронного обучения СФУ «е-Курсы». Обучающиеся имеют возможность получить дополнительную информацию, так как материалы курсы сопровождаются ссылками на расширенные данные для желающих изучить курс более углубленно.

### **Содержание комплекта учебно-методических материалов**

В электронном образовательном курсе теоретический и практический материал структурирован согласно календарному графику обучения. В электронном курсе у слушателя есть возможность общения с преподавателем, самостоятельного изучения теоретического материала, дистанционной проверки высылаемых заданий.

УМК содержит: систему навигации по программе (учебно-тематический план, интерактивный график работы по программе, сведения о результатах обучения, о преподавателях программы, форум для объявлений и вопросов преподавателям), набор видеозаписей к лекциям, систему заданий с подробными инструкциями, списки основной и дополнительной литературы. В электронном курсе реализована система обратной связи.

### **Литература**

#### *Основная литература (каталог научной библиотеки СФУ)*

1. Берлянт, А.М. Картография: учебник для вузов по спец. 020501 «Картография» и по напр. 020500 «География и картография» / А.М. Бермант; Московский ун-т [МГУ] им. М.В. Ломоносова. Географический факультет. – 3-е изд., доп. – М.: Книжный дом «Университет», 2011. – 447 с.
2. Гуриков, С.Р. Основы алгоритмизации и программирования на Python: учеб. пособие / Московский техн. ун-т связи и информатики. – М.: ООО «Научно-издательский центр ИНФРА-М», 2022. – 343 с.
3. Митина, О.А. Языки программирования для статистической обработки данных (R): учеб. пособие / О.А. Митина. – М.: РТУ МИРЭА, 2020. – 191 с.
4. Пушкарева, Т.П. Компьютерный дизайн: учеб. пособие / Т.П. Пушкарева, С.А. Титова. – Красноярск: СФУ, 2020. – 192 с.
5. Раклов, В.П. Государственный университет по землеустройству. Картография и ГИС: учеб. пособие / В.П. Раклов; Госуд. ун-т по землеустройству. – М.: ООО «Научно-издательский центр ИНФРА-М», 2020. – 215 с.

#### *Дополнительная литература*

1. FlowingData. Блог Нейтана Яу о визуализации данных [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://flowingdata.com/>.
2. GIMP 2.10: руководство пользователя [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.gimp.org/2.10/ru/>.
3. Infographer. Образовательный ресурс об инфографике [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://infographer.ru/>.
4. Inkscape Beginners' Guide [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://inkscape-manuals.readthedocs.io/en/latest/index.html>.
5. Plotly Python Graphing Library [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://plotly.com/python/>.
6. Python Data Analysis Library [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pandas.pydata.org/>.
7. Visual Business Intelligence. Блог Стефана Фью о визуализации данных [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.perceptualedge.com/blog/>.
8. Бабенышев, С.В. Математические методы и информационные технологии в научных исследованиях: учеб. пособие / Сибирская пожарно-спасательная академия. – Железногорск: ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2018. – 215 с.
9. Богачев, А. Графики, которые убеждают всех / А. Богачев; 1-е изд. – М.: Издательство АСТ, 2020. – 280 с.
10. Желязны, Д. Говори на языке диаграмм: пособие по визуальным коммуникациям / Д. Желязны; пер. с англ. [А. Мучника и Ю. Корнилович] – 5-е изд. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2012. – 304 с.
11. Золотарюк, А.В. Язык и среда программирования R: учеб. пособие / А.В. Золотарюк; Финансовый ун-т при Правительстве Российской Федерации. – М.: ООО «Научно-издательский центр ИНФРА-М», 2020. – 162 с.
12. Куслейка, Д. Визуализация данных при помощи дашбордов и отчетов в Excel / Д. Куслейка; пер. с англ. [А.Ю. Гинько] – 1-е изд. – М.: ДМК-Пресс, 2021. – 338 с.
13. Мастицкий, С. Статистический анализ и визуализация данных с помощью R / С. Мастицкий, В. Шитиков. – М.: ООО «ЛитРес». – 498 с.
14. Нафлик, К.Н. Данные: визуализируй, расскажи, используй. Сторителлинг в аналитике / К.Н. Нафлик; пер. с англ. [Ю. Константиновой] – 1-е изд. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2020. – 290 с.

#### 4. Оценка качества освоения программы дисциплины (формы аттестации, оценочные и методические материалы)

Форма аттестации по модулю — зачет (по набранной сумме баллов).

Оценка результатов обучения осуществляется следующим образом: максимальная сумма баллов за курс — 100 баллов, из которых:

- освоение материалов лекций и успешное прохождение тестов самоконтроля составляет 40 баллов;

- выполнение практических заданий составляет 60 баллов.

Зачет получают слушатели, набравшие не менее 60 баллов.

#### Примеры тестов для контроля знаний

1. Определите тип визуализации пространственных данных на изображении ниже:



- а) диаграмма;
  - б) график;
  - в) таймлайн;
  - г) тематическая карта;
  - д) иллюстративная карта;
  - е) тепловая карта;
  - г) **инфографика;**
  - з) дашборд.
2. Какое разрешение необходимо выбрать при экспорте изображения?
- а) 72 dpi;
  - б) 300 dpi;
  - в) 600 dpi;
  - д) **зависит от того, где будет демонстрироваться изображение: в печати или на экране.**

3. Подходящие цветовые модели для демонстрации тематической карты в сети Интернет:

- a) CMYK;
- b) RGB;**
- c) HLS;**
- d) LAB;
- e) Grayscale;
- f) HSB.**

### Типовое практическое задание

Создание макета по готовым данным из модуля «Базы пространственных данных» (на выбор):

- a) комплекс диаграмм (не менее 6 разных видов):
  - 1) столбчатая;
  - 2) круговая/кольцевая;
  - 3) график
  - 4) точечная/пузырьковая;
  - 5) лепестковая
  - 6) древовидная;
  - 7) диаграмма карты;
- b) дашборд;
- c) инфографика;
- d) анимация.

При оформлении следует подбирать диаграммы и геоизображения, подходящие для выбранного типа данных. Допускается использование любого доступного программного обеспечения (MS Office Excel, Yandex DataLens, Cubisio, Inkscape, GIMP и др.). Работа сопровождается аналитической справкой о ключевых результатах пространственного анализа, представленных в макете (не более 1 стр. текста 12 кеглем): цель визуализации, используемые данные, результаты анализа.

### Критерии оценивания заданий

Баллы	1 балл	2 балла	3 балла
Критерий	Задание выполнено частично, требует серьезной доработки	Задание выполнено, но требует некоторой доработки	Задание выполнено полностью, не требует доработки

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины (модуля)**  
**«Базы пространственных данных»**

**1. Аннотация**

Данный модуль посвящен работе с атрибутивной (табличной) информацией в геоинформационных системах, изучению возможностей по хранению, обработке и анализу пространственных данных в реляционных СУБД, созданию баз пространственных данных различной тематики. В рамках данной программы слушатели получают навыки по обработке и анализу пространственных данных средствами языка SQL-запросов, геометрических и топологических операторов.

**Цель дисциплины (результаты обучения)**

Целью изучения модуля «Базы пространственных данных» является формирование базовых компетенций, необходимых для:

- теоретического и экспериментального исследования природных и антропогенных объектов и явлений, социально-экономических систем, учитывающего пространственное расположение объектов;

- разработки моделей и создания баз данных на основе разнородной пространственной информации, с которой имеют дело слушатели в своей профессиональной деятельности;

- разработки распределенных информационных систем, имеющих геоинформационную составляющую, в которых пространственные объекты хранятся в реляционных СУБД;

- статистического анализа пространственных данных при помощи языка SQL-запросов и его пространственных расширений.

По итогам изучения материалов модуля слушатели будут:

РО3. Работать с программным обеспечением ГИС и реляционных СУБД, имеющих возможности для манипулирования пространственными объектами

РО4. Применять основные операторы SQL для извлечения и анализа информации из базы данных.

**2. Содержание**

№, наименование темы	Содержание лекций (кол-во часов)	Наименование практических (семинарских занятий) (кол-во часов)	Виды СРС (кол-во часов)
<b>Модуль 3. «Базы пространственных данных» (72 ч.)</b>			

№, наименование темы	Содержание лекций (кол-во часов)	Наименование практических (семинарских занятий) (кол-во часов)	Виды СРС (кол-во часов)
3.1. Введение в базы пространственных данных Создание базы пространственных данных (6 ч.)	<p>О роли атрибутивных данных в пространственном анализе. Работа с атрибутами объектов в QGIS: Подключение к внешним базам данных в QGIS; Выборка объектов по атрибутам. Картографическая визуализация. СУБД SQLite и SpatiaLite.</p> <p>Общая характеристика реляционной модели Проектирование базы данных. Создание таблиц: Первичные и внешние ключи. Целостность базы данных Манипулирование пространственными данными при помощи SQL. Создание пространственных объектов (2 ч.)</p>	<p>Знакомство с ГИС QGIS и цифровой картой OpenStreetMap Создание базы пространственных данных SpatiaLite на основе векторных слоев (4 ч.)</p>	<p>Изучение теоретических материалов, самостоятельное выполнение практических заданий по теме (4 ч.)</p>
3.2 Язык SQL в анализе пространственных данных Вычисление расстояний, площадей, углов в SQL-запросах (6 ч.)	<p>1. Простейшие SQL-запросы к одной таблице. Выборка данных в SQL-запросах. SQL-запросы к нескольким таблицам. Объединение результатов нескольких запросов. Объединение, пересечение пространственных объектов. Картометрические операции на плоскости. Вычисление расстояний и площадей в SQL-запросе. Работа с картографическими проекциями в запросах. (2 ч.)</p>	<p>Анализ пространственных данных на языке запросов SQL Использование картометрических операторов SQL в анализе пространственных данных (4 ч.)</p>	<p>Изучение теоретических материалов, самостоятельное выполнение практических заданий по теме (4 ч.)</p>
3.3. Группировки и классификации. Описательные статистики пространственных распределений (6 ч.)	<p>Сортировка данных. Агрегация пространственных данных: Генерализация пространственных объектов. Группировки и агрегатные функции в SQL-запросе. Ограничения выборки на группы. Операторы EXISTS, ANY, ALL, SOME Вычисление среднего значения, медианы, моды, дисперсии. Использование SQL совместно с Python Загрузка результатов запроса в новый слой в QGIS. Статистики пространственных данных. Зональная статистика. Обработка пространственных данных (2 ч.)</p>	<p>Создание тематических карт по данным государственной статистической отчетности Вычисление показателей описательной статистики на языке запросов SQL (4 ч.)</p>	<p>Изучение теоретических материалов, самостоятельное выполнение практических заданий по теме (4 ч.)</p>

№, наименование темы	Содержание лекций (кол-во часов)	Наименование практических (семинарских занятий) (кол-во часов)	Виды СРС (кол-во часов)
3.4. Топология пространственных объектов (8 ч.)	Понятие о топологии пространственных объектов: Типы отношений между объектами; Примеры топологических отношений. Вычисление топологических отношений в SQL-запросе: Операторы ST_Within, ST_Intersects, ST_Touches, ST_Equals. Соединение таблиц при помощи топологических операторов. Описание топологических отношений при помощи графов. Алгоритмы сетевого анализа (2 ч.)	Использование топологических операторов SQL в анализе пространственных данных (2 ч.)	Изучение теоретических материалов, самостоятельное выполнение практических заданий по теме (4 ч.)
3.5. Иерархические модели пространственных данных (4 ч.)	Иерархические пространственные данные. Представления. Команда CREATE VIEW. Факторизация SQL-запросов: Common Table Expressions и предложение WITH. Примеры использования простых CTE-запросов. Вычисление рекурсивного запроса: Примеры использования рекурсивных CTE-запросов. Обход деревьев «в глубину» и «в ширину» (2 ч.)	Работа с иерархическими моделями пространственных данных в QGIS и SpatiaLite (2 ч.)	Изучение теоретических материалов, самостоятельное выполнение практических заданий по теме (2 ч.)
3.6. Индексы и задача поиска объектов на карте (8 ч.)	Оценка сложности алгоритмов обработки пространственных данных. Индексы в базах данных. Команда CREATE INDEX. Задача геометрического поиска. Использование деревьев для быстрого поиска: kD-деревья, R-деревья. Индексирование пространственных данных при помощи квадродеревьев. Блоки и их пространственные индексы. Алгоритмы на квадродеревьях (2 ч.)	Оценка времени выполнения запросов и работа с пространственными индексами (2 ч.)	Изучение теоретических материалов, самостоятельное выполнение практических заданий по теме (4 ч.)
<b>Итого: 48 ч.</b>	<b>12 ч.</b>	<b>18 ч.</b>	<b>18 ч.</b>

### 3. Условия реализации программы дисциплины

Обучение по программе реализовано в формате смешанного обучения, с применением активных технологий совместного обучения в электронной среде (синхронные и асинхронные занятия). Лекционный материал представляется в виде текстовых материалов, презентаций, размещаемых в системе электронного обучения СФУ «е-Курсы» на базе LMS Moodle. Данные

материалы сопровождаются в чатах дисциплин. Изучение теоретического материала (СРС) предполагается до и после синхронной части работы.

### **Материально-технические условия реализации программы**

Синхронные занятия реализуются на базе инструментов видеоконференцсвязи и включают в себя практические занятия, сочетающие в себе ответы на вопросы, связанные с материалом лекции, в формате дискуссий, а также групповую и индивидуальную работу. Для проведения синхронных занятий (вебинаров со спикерами) применяется программа видеоконференцсвязи Salute Jazz.

### **Учебно-методическое и информационное обеспечение программы**

Программа может быть реализована как очно, так и заочно, в том числе, с применением дистанционных образовательных технологий. Она включает занятия лекционного типа, интерактивные формы обучения, практические, лабораторные занятия, консультации. Учебно-методические материалы размещены в электронном курсе в системе электронного обучения СФУ «е-Курсы». Обучающиеся имеют возможность получить дополнительную информацию, так как материалы курсы сопровождаются ссылками на расширенные данные для желающих изучить курс более углубленно.

### **Содержание комплекта учебно-методических материалов**

В электронном образовательном курсе теоретический и практический материал структурирован согласно календарному графику обучения. В электронном курсе у слушателя есть возможность общения с преподавателем, самостоятельного изучения теоретического материала, дистанционной проверки высылаемых заданий.

УМК содержит: систему навигации по программе (учебно-тематический план, интерактивный график работы по программе, сведения о результатах обучения, о преподавателях программы, форум для объявлений и вопросов преподавателям), набор видеозаписей к лекциям, систему заданий с подробными инструкциями, списки основной и дополнительной литературы. В электронном курсе реализована система обратной связи.

## **Литература**

### *Основная литература (каталог библиотеки СФУ)*

1. Грабер, М. SQL: Описание SQL 92, SQL 99 и SQLJ / М. Грабер. – перераб. и доп. – М.: Лори, 2001. – 644 с.
2. Ульман, Джеффри Д. Введение в системы баз данных: пер. с англ. / Д.Д. Ульман, Дженифер Уидом. – М.: Лори, 2000. – 374 с.
3. Савельев А.С. Проектирование геоинформационных систем: учеб. пособие для студентов вузов / А.С. Савельев, А.А. Гостева; Сиб. федерал. ун-т. – Красноярск: ИПК СФУ, 2010. – 175 с.

### *Дополнительная литература*

1. Основы геоинформатики: учеб. пособие для вузов: в 2-х кн. / Е.Г. Капралов, А.В. Кошкарев, В.С. Тикунов и др.; ред. В.С. Тикунов. – М.: Академия, 2004. – (Высшее профессиональное образование).

2. Основы геоинформатики: учеб. пособие для вузов: в 2-х кн. / Е.Г. Капралов, А.В. Кошкарев, В.С. Тикунов и др.; ред. В.С. Тикунов. – М. Академия, 2004. – (Высшее профессиональное образование). Кн. 2. – 2004. – 479 с.

3. Grant Allen, Mike Owens The Definitive Guide to SQLite. – 2010. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4302-3226-1>.

4. Консорциум открытых ГИС – URL: <http://www.opengeospatial.org>.

5. SpatiaLite 5.0.1 SQL functions reference list. – URL: <https://www.gaia-gis.it/gaia-sins/spatialite-sql-5.0.1.html>.

6. SpatiaLite Manual. – URL: <http://www.gaia-gis.it/gaia-sins/spatialite-manual-2.3.1.html>.

#### **4. Оценка качества освоения программы дисциплины (формы аттестации, оценочные и методические материалы)**

Форма аттестации по модулю — зачет (по набранной сумме баллов).

Оценка результатов обучения осуществляется следующим образом: максимальная сумма баллов за курс — 100 баллов, из которых:

- освоение материалов лекций и успешное прохождение тестов самоконтроля составляет 40 баллов;

- выполнение практических заданий составляет 60 баллов.

Зачет получают слушатели, набравшие не менее 60 баллов.

## Примеры тестов для контроля знаний

1. В ГИС QGIS при построении тематической карты для разделения картографируемого показателя на интервалы используется:

- a) наименьших квадратов;
- b) квантили;**
- c) равные интервалы;
- d) натуральное разбиение;**
- e) интерполяции сплайнами.

2. Верно ли, что топологическое представление пространственных объектов позволяет избежать ошибок, присущих представлению объектов списками вершин? Выберите один ответ:

- a) верно;**
- b) неверно.

3. Для чего используется следующий SQL-запрос?

```
SELECT *  
FROM Regions  
ORDER BY Random()  
LIMIT 10
```

- a) для выборки заданного числа случайных полигонов из слоя регионов России;**
- b) для перемешивания полигонов в слое регионов России;
- c) для выборки полигонов из слоя регионов России в случайном порядке;
- d) для вставки заданного числа случайных полигонов в слой регионов России;
- e) для сортировки полигонов в слое регионов России.

4. Какой характер пространственного распределения имеют точки на этой карте?



Twitter geo-location API

- a) равномерный;
- b) неравномерный;
- c) случайный;
- d) нормальный;
- e) кластерный.**

## Типовое практическое задание

Знакомство с ГИС QGIS и цифровой картой Open Street Map.

*Цель занятия:*

- Изучить интерфейс ГИС QGIS, научиться:
  - o работать со слоями пространственных данных;
  - o обращаться к атрибутам пространственных объектов;
  - o изменять картографическую проекцию пространственных данных;
  - o создавать макет карты и сохранять изображение в формате PDF.
- Познакомиться с векторными и растровыми пространственными данными:
  - o цифровой картой Open Street Map;
  - o цифровой картой Natural Earth;
  - o изображениями дистанционного зондирования на примере Terra MODIS;
  - o цифровыми моделями рельефа на примере SRTM.

*Порядок выполнения задания:*

Создать карту плотности населения Красноярского края:

1. Открыть в ГИС QGIS слой муниципальных районов карты Open Street Map.
2. Установить картографическую проекцию проекта (проекция Гаусса-Крюгера, Пулково-1942, зона 16).
3. Изучить атрибуты муниципальных районов в таблице District, найти поля численности населения и площади района.
4. Построить карту плотности населения. Изучить различные режимы разбиения величины на интервалы.
5. Подключить остальные слои и настроить их стили визуализации
6. Подготовить макет полученной карты плотности населения и сохранить ее в формате PDF.
7. Загрузить результат в ЭОК для проверки.

## Критерии оценивания заданий

Баллы	1 балл	2 балла	3 балла
Критерий	Задание выполнено частично, требует серьезной доработки	Задание выполнено, но требует некоторой доработки	Задание выполнено полностью, не требует доработки

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПРАКТИКИ

## 1. Аннотация

Основная цель данной практики применить полученные знания и навыки в рамках реальной деятельности по осваиваемой специальности (создание ГИС-проекта в соответствии с техническим заданием партнера из реального сектора экономики)

Практика включает в себя теоретические занятия, практические работы и проектную деятельность. Участники будут работать над реальными кейсами, что позволит им применить полученные знания на практике. Основной задачей практики является закрепление в практической деятельности профессиональных компетенций, умений, навыков и знаний, полученных в ходе обучения.

### Планируемые результаты:

В результате прохождения стажировки слушатели получают практический опыт взаимодействия с заказчиком из реального сектора экономики. В ходе работы под контролем куратора слушатели создадут продукт, для исполнения которого необходимо применить навыки, полученные в процессе освоения программы. Ключевой результат: разработанный слушателем или группой слушателей ГИС-проект, содержащий обработанные пространственные данные с пояснительной запиской, содержащей анализ данных и сопровождающие изображения (картосхемы, графики).

## 2. Содержание

№, наименование темы	Содержание лекций (кол-во часов)	Наименование практических (семинарских занятий) (кол-во часов)	Виды СРС (кол-во часов)
<b>Стажировка (16 часов)</b>			
1. Общие вопросы (ознакомление с предприятием)		Изучение общего технологического цикла ГИС-проекта Оформление технического задания (4ч.)	
2. Практическая часть		Разработка ГИС-проекта и пояснительной записки. Обратная связь от экспертов (12 ч.)	Решение практико-ориентированных задач (18 ч.)

Содержание стажировки включает следующие этапы:

1. Установочное занятие для оформления технического задания.
2. Разработка итогового проекта согласно запросу индустриального партнера.
3. Заполнение дневника стажировки (параллельно с п. 2).

Содержание стажировки закрепляется индивидуальным планом прохождения стажировки (Приложение 1).

Продолжительность стажировки — 16 часов.

Стажировка носит индивидуальный или групповой характер и может предусматривать такие виды деятельности как: оформление технического задания, работа в ГИС-пакетах, работа в текстовых и графических редакторах, презентация результатов.

Варианты стажировочных задания от организаций-партнеров:

1. ФИЦ КНЦ СО РАН: работа по визуализации различных данных по спутниковым данным, используемых в анализе лесорастительных условий, в QGIS. На выбор представлено три блока задач (входные данные – многослойные растры / таблица со списком пробных площадей, их координатами и параметром, который необходимо будет интерполировать по площади): визуализацией динамики климатических переменных; визуализация динамики продуктивности растительного покрова; интерполяция точечных значений по территории.

2. ООО «ТЦ ЭВЕНКИЯГЕОМОНИТОРИНГ»: цикл работы с данными с космического аппарата Sentinel-2. Стандартом предприятия принята ГИС ArcGIS 10.6.1, но выполнять и оформлять работу можно в QGIS и NextGIS.

В данный цикл включены следующие этапы:

- загрузка данных (4 одноканальных изображения: красный(4), зеленый (3), синий (2) и инфракрасный (8)),
- создание мультиспектрального изображения,
- визуальное дешифрирование объектов (карьеры и отвалы),
- подсчет площадей объектов (в гектарах)
- итоговое оформление карты.

3. ФАУ «РОСДОРНИИ»: векторизация облака точек, объектов дорожной сети по данным полевых исследований (лидарная съемка облака точек) в специализированной ГИС IndorCAD (подробная инструкция по выполнению прилагается).

### **Организационные и педагогические условия реализации программы**

Обучение по программе практики реализовано в формате смешанного обучения, с применением активных технологий совместного обучения в электронной среде (синхронные и асинхронные занятия). Материал практических занятий представляется в виде синхронных занятий, презентаций, размещаемых в электронном курсе. Данные материалы сопровождаются заданиями и дискуссиями в чатах дисциплин. Изучение теоретического материала (СРС) предполагается до и после синхронной части работы.

Практика проводится под руководством назначенного руководителя из числа профессорско-преподавательского состава Университета, а также руководителя из состава организации, структурных подразделениях организации, материально-техническое обеспечение которой соответствует профилю программы.

### **Учебно-методическое и информационное обеспечение**

По данному модулю используется электронный УМК. УМК предполагает использование разных типов материалов, сопровождающих учебный процесс,

включая информационные, обучающие и контролирующие. На платформе электронных курсов размещаются задания, приводится перечень необходимых для изучения материалов. Обучающиеся могут на протяжении прохождения практики обращаться к теоретической базе знаний.

#### **4. Оценка качества освоения программы практики (формы аттестации, оценочные и методические материалы)**

В качестве подтверждения прохождения практики на базе предприятий, организаций, учреждений, для зачета результатов обучения предъявляется дневник прохождения практики (Приложение 2) *(отчет в виде дневника прохождения практики)*.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГАОУ ВО «СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Индивидуальный план слушателя, направляемого на стажировку

Фамилия, имя, отчество \_\_\_\_\_

Место работы и должность/статус \_\_\_\_\_

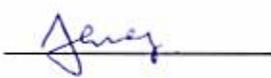
Название предприятия (организации), где проводится стажировка \_\_\_\_\_

Город \_\_\_\_\_

Цель стажировки \_\_\_\_\_

Срок стажировки с «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 г. по «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 г.

План стажировки

№ п.п.	Программу составили:		
1.	Зав. базовой кафедры геоинформационных систем, доцент, канд. техн. наук		А.А. Гостева
2.	Доцент базовой кафедры геоинформационных систем, канд. техн. наук		А.С. Савельев
3.			
	Инженер базовой кафедры геоинформационных систем		А.Н. Тамаровская
СС	<b>Руководитель программы:</b>		
(дс	Зав. базовой кафедры геоинформационных систем, доцент, канд. техн. наук		А.А. Гостева

**Наименование стажировочной площадки**

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель стажировочной площадки

\_\_\_\_\_ ФИО

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 г.

М.П.

**ДНЕВНИК  
прохождения стажировки**

\_\_\_\_\_,  
(фамилия, имя, отчество специалиста (стажера),  
проходящего обучение в рамках дополнительной профессиональной программе  
переподготовки «Геоинформационные системы: анализ и визуализация пространственных  
данных»

Цель стажировки:

\_\_\_\_\_

Руководители стажировки (от организации): \_\_\_\_\_  
(должность) (ФИО)

**1. Дневник**

Дата	Выполняемая работа	Вопросы для консультантов и руководителей стажировки

**2. Краткий отчет о стажировке**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**3. Заключение руководителя стажировки от принимающей организации**

\_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Руководитель стажировки

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(расшифровка подписи)