

# БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

А.Л. Толстик

(подпись)

10.05.2017

(дата утверждения)

Регистрационный № УД- 3839/уч.

## ГИС-ОПЕРАЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ

Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальностей:

1-56 02 02 Геоинформационные системы (по направлениям)  
направления специальности:

1-56 02 02-01 Геоинформационные системы (земельно-кадастровые),

1-56 02 02-02 Геоинформационные системы (специальные)

1-31 02 03 Космоаэрокартография

1-31 02 02 Гидрометеорология

2017 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1- 56 02 02-2015, ОСВО 1-31 02 03-2013, ОСВО 1-31 02 02-2013 и учебных планов УВО I 56-006/уч. от 29.05.2015 г., I 56-007/уч. от 20.05.2015 г., G 31-149/уч. от 30.05.2013 г., G 31-148/уч. от 30.05.2013 г.

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

Н.В. Жуковская, старший преподаватель кафедры почвоведения и земельных информационных систем Белорусского государственного университета

**Рекомендована к утверждению:**

Кафедрой почвоведения и земельных информационных систем Белорусского государственного университета  
(протокол № 5 от 24.01.2017);

Учебно-методической комиссией географического факультета Белорусского государственного университета  
(протокол № 6 от 22.02.2017);

## I. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная дисциплина «ГИС-операции и технологии» раскрывает основы теории геоинформационных систем, включающие модели пространственных данных, методы и алгоритмы сбора, хранения, визуализации и анализа пространственных данных. Она тесно связана с учебными дисциплинами «Введение в ГИС», «Аппаратно-программные средства ГИС», «Источники данных для ГИС».

*Цель изучения учебной дисциплины:* формирование знаний, умений и навыков в области теории и практики выполнения операций и технологий географических информационных систем.

*Задачи учебной дисциплины:* освоение базового понятийно-терминологического аппарата и формирование навыков применения технологий географических информационных систем для целей визуализации, анализа и моделирования пространственно распределенных данных.

В результате изучения учебной дисциплины студент (курсант) должен *знать:*

- базовый понятийно-терминологический аппарат ГИС;
- технологии геоинформационных систем, принципы их построения и функционирования;
- принципы организации информации в ГИС;
- основные геоинформационные технологии (операции) манипулирования пространственной и атрибутивной информацией.

*уметь:*

- грамотно использовать понятийно-терминологический аппарат ГИС;
- строить основные модели данных в ГИС;
- выполнять пространственную привязку и проекционные преобразования средствами ГИС;
- работать с атрибутивными данными;
- выполнять визуализацию, анализ и моделирование географических данных в среде ГИС.

*владеть:*

- средствами создания картографических моделей пространственных данных;
- методиками анализа пространственных данных.

В результате освоения программы учебной дисциплины «ГИС-операции и технологии» специалист должен владеть следующими академическими компетенциями:

АК-2 (владеть системным и сравнительным анализом).

АК-7 (иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией, свободно владеть основными информационными технологиями).

Профессиональными компетенциями в научно-исследовательской деятельности:

ПК-2 (разрабатывать методические подходы, выбирать приборы и оборудование, картографические и справочные материалы и проводить научно-исследовательские работы в области наук о Земле).

ПК-7 (применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в кадастре, оценке земель, землеустройстве, почвоведении, геохимии, экологии и других науках, связанных с пространственной информацией).

ПК-8 (владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки пространственной и иной информации, наличием навыков работы с компьютером как средством управления информацией).

Профессиональными компетенциями в проектно-исследовательской деятельности:

ПК-12 (строить и использовать геоинформационные модели для описания и прогнозирования различных явлений в экономике и социальной деятельности, проектировать социально-экономическую деятельность в области рационального природопользования).

ПК-13 (выбирать оптимальные рекомендации по разрешению отраслевых, региональных, национальных и глобальных проблем в области земле- и природопользования).

ПК-14 (выполнять анализ и математическую обработку результатов полевых, дистанционных и экспериментальных исследований в области наук о Земле).

ПК-15 (реализовывать на практике принципы и нормативы рационального землепользования).

Учебная дисциплина «ГИС-операции и технологии» относится к циклу специальных дисциплин (курсы по выбору).

В соответствии с учебными планами на изучение учебной дисциплины «ГИС-операции и технологии» отводится 156 часов, в том числе аудиторных 80 часов, из них на лекции – 20 часов, лабораторные занятия – 56 часов, УСП – 4 часа. Завершается изучение учебной дисциплины экзаменом в четвертом семестре.

Форма получения высшего образования – дневная.

## **II. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА**

### **1. Введение в геоинформационные системы**

Тема 1.1. Определение ГИС. Основные компоненты ГИС. Функциональные возможности ГИС. Отличительные функции ГИС. Классификации ГИС: по пространственному охвату, объекту информационного моделирования, предметной области, проблемно-тематической ориентации, функциональным возможностям, уровню управления. История развития аппаратно-программных средств ГИС. Рынок программных ГИС продуктов. Функциональная и предметная классификации программного обеспечения ГИС.

Тема 1.2. Источники данных для ГИС. Картографические источники. Данные дистанционного зондирования. Статистические данные. Данные специально проводимых полевых исследований и съемок. Базы данных текстовой и количественной информации. Интернет-источники цифровых пространственных данных.

### **2. Географические и проекционные системы координат, используемые в ГИС**

Тема 2.1. Географические системы координат. Распространенные географические системы координат. Системы координат проекций. Основные картографические проекции, поддерживаемые ГИС. Параметры проекций. Локальные системы координат. База идентификаторов систем координат ESPG. Географические преобразования в ГИС. Особенности использования проекции и систем координат в ГИС ArcGIS.

### **3. Растровый способ представления пространственных данных в ГИС**

Тема 3.1. Особенности растровой модели географических данных. Характеристики растровых моделей. Достоинства и недостатки растрового представления пространственных данных. История применения растрового способа представления пространственных данных в ГИС. Наиболее распространенные растровые форматы. Сжатие растровых изображений. Программные средства, использующие растровые модели.

Тема 3.2. Геопривязка растровых изображений. Особенности геопривязки растровых изображений в ГИС ArcGIS. Алгоритмы трансформирования изображений. Определение координат контрольных точек. Оценка ошибок трансформирования. Файлы привязки для набора растровых данных.

### **4. Векторный способ представления пространственных данных в ГИС.**

#### **Особенности редактирования векторных данных**

Тема 4.1. Векторная модель как способ представления пространственных данных в ГИС. Определение топологии. Векторные нетопологические и векторные топологические модели. Обзор наиболее распространенных векторных форматов в основных инструментальных ГИС: shp-файл, TAB-файл, база геоданных. Особенности символизации векторных геоданных. Способы отображения количе-

ственных геоданных в ГИС. Классификация данных. Метод равных интервалов. Метод заданных интервалов. Квантиль. Метод естественных границ. Метод среднеквадратического отклонения. Метод геометрических интервалов.

Тема 4.2. Особенности редактирования векторных данных. Создание новых объектов. Создание сегментов при помощи трассировки других объектов. Создание пространственных объектов из других объектов. Редактирование существующих объектов. Векторная трансформация. Топологическое редактирование. Стандартные задачи при работе с таблицами и атрибутивными данными. Соединение и связывание таблиц. Создание и редактирование аннотаций. Ручная, полуавтоматическая и автоматическая векторизация растровых изображений в ГИС.

## **5. GRID как способ цифрового представления пространственных данных. Пространственный ГИС-анализ, основанный на GRID-моделях**

Тема 5.1. Особенности регулярной модели данных ГИС. Способы отображения GRID-моделей в ГИС. Создание GRID-моделей путем интерполяции. Методы интерполяции: ОВР (обратно взвешенное расстояние) сплайн, метод естественного соседства, тренд, кригинг. Преимущества и недостатки GRID.

Тема 5.2. Пространственный ГИС-анализ, основанный на GRID-моделях. Анализ расстояний: картирование расстояний по прямой, расстояний со взвешенной стоимостью. Карты плотности. Анализ гипсометрических поверхностей: вычисление уклона, экспозиции, отмывки рельефа, расчет зон видимости, создание изолиний. Алгебра карт. Локальные функции. Фокальные функции. Зональные функции. Глобальные функции. Переклассификация данных.

## **6. TIN как способ цифрового представления пространственных данных. 3d моделирование в ГИС**

Тема 6.1. Нерегулярные триангуляционные сети (TIN). Триангуляция Делоне. Источники данных для построения TIN-модели. Элементы модели TIN. Возможности основных инструментальных ГИС по созданию TIN-моделей. Способы отображения TIN-моделей в ГИС. Создание TIN-моделей гипсометрических поверхностей. Выполнение анализа поверхностей. 3D-визуализация в ГИС.

### III УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	<b>1. Введение в геоинформационные системы (всего 8 часов)</b>	4			4			
1.1	Тема 1.1. Основные компоненты, функциональные возможности и классификации ГИС.	2						Тестовое задание
1.1.1	ГИС-практикум. Изучение пространственных данных в ГИС ArcGIS. Управление слоями карты.				4			Проверка расчетно-графических работ (РГР)
1.2	Тема 1.2. Источники данных для ГИС.	2						
2	<b>Географические и проекционные системы координат, используемые в ГИС (всего 6 часов)</b>	2			4			
2.1	Тема 2.1. Географические и проекционные системы координат, используемые в ГИС.	2						Тестовое задание
2.1.1	ГИС-практикум. Работа с системами координат в ГИС ArcGIS.				4			Проверка РГР
3	<b>Растровый способ представления пространственных данных в ГИС (всего 10 часов)</b>	4			6			
3.1	Тема 3.1. Особенности растровой модели географических данных	2						Тестовое задание
3.1.1	ГИС-практикум. Подготовка сканированной пространственной информации для использования в ГИС.				2			Проверка РГР
3.2	Тема 3.2. Пространственная привязка растровых изображений.	2						Тестовое задание

1	2	3	4	5	6	7	8	9
3.2.1	ГИС-практикум. Геопривязка растровых изображений в ГИС ArcGIS.				4			Проверка РГР
<b>4</b>	<b>Векторный способ представления пространственных данных в ГИС. Особенности редактирования векторных данных (всего 36 часов)</b>	<b>4</b>			<b>32</b>			
4.1	Тема 4.1. Векторная модель как способ представления пространственных данных в ГИС.	2						Тестовое задание
4.1.1	ГИС-практикум. Создание базы геоданных в ГИС ArcGIS				4			Проверка РГР
4.1.2	ГИС-практикум. Подготовка и загрузка векторных данных в базу геоданных				2			Проверка РГР
4.1.3	ГИС-практикум. Отображение данных в ArcMap. Отображение объектов по категориям. Работа со стилями. Отображение количественных данных.							Проверка РГР
4.2	Тема 4.2. Создание и редактирование векторных данных в ГИС.	2						Тестовое задание
4.2.1	ГИС-практикум. Создание и редактирование векторных данных в ГИС ArcGIS. Задачи редактирования и инструменты меню редактор				4			Проверка РГР
4.2.2	ГИС-практикум. Полуавтоматическая и автоматическая векторизация растровых изображений в ГИС ArcGIS				4			Проверка РГР
4.2.3	ГИС-практикум. Создание и редактирование надписей и аннотаций в ГИС ArcGIS				2			Проверка РГР
4.2.4	ГИС-практикум. Работа с атрибутивными данными в ГИС ArcGIS. Создание и удаление полей. Вычисления в таблицах. Соединение и связывание таблиц				4			Проверка РГР
4.2.5	ГИС-практикум. Топологическое редактирование в ГИС ArcGIS.				4			Проверка РГР
4.2.6	ГИС-практикум. Векторная трансформация в ГИС ArcGIS.				2			Проверка РГР
4.2.7	ГИС-практикум. Запросы к данным: построения запросов по атрибутам и запросов по местоположению. Выборка объектов графикой.				4			Проверка РГР
4.2.8	ГИС-практикум. Создание отчетов и диаграмм в ГИС ArcGIS				2			Проверка РГР
<b>5</b>	<b>GRID как способ цифрового представления пространственных данных. Пространственный ГИС-анализ, основанный на GRID-моделях (всего 14 часов)</b>	<b>4</b>			<b>6</b>		<b>4</b>	
5.1	Тема 5.1. GRID как способ цифрового представления пространственных данных	2						Тестовое задание
5.1.1	ГИС-практикум. Создание и анализ гипсометрической GRID-модели в ArcGIS				2			Проверка РГР

1	2	3	4	5	6	7	8	9
5.2	Тема 5.2. Пространственный ГИС-анализ, основанный на GRID-моделях	2						Тестовое задание
5.2.1	ГИС-практикум. Анализ расстояний с помощью GRID-моделей в ArcGIS.				4			Проверка РГР
5.2.2	Поиск оптимального участка для строительства полигона ТБО с помощью геоинформационных технологий.						4	Отчет
6	<b>TIN как способ цифрового представления пространственных данных. 3D моделирование в ГИС (всего 6 часов)</b>	2			4			
6.1	Тема 6.1. TIN как способ цифрового представления пространственных данных. 3D моделирование в ГИС	2						Тестовое задание
6.1.1	ГИС-практикум. Создание TIN-моделей и трехмерное моделирование в ГИС ArcGIS				4			Проверка РГР

## IV. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### ЛИТЕРАТУРА

#### Основная:

1. Гурьянова, Л.В. Аппаратно-программные средства ГИС: курс лекций / Л.В. Гурьянова. – Минск: БГУ, 2004. – 151 с.
2. Лурье, И.К. Геоинформационное картографирование. Методы геоинформатики и цифровой обработки космических снимков: учебник / И.К. Лурье. – Москва: КДУ, 2010. – 424 с.
3. Основы геоинформатики. Учебное пособие для студ. вузов в 2-х книгах / Е.Г. Капралов [и др.]; под ред. В.С. Тикунова. – М.: Академия, 2004. Кн.1 –352 с., Кн. 2 –480 с.
4. Курлович, Д.М. Геоинформационные методы анализа и прогнозирования погоды: учеб.-метод. пособие / Д.М. Курлович. – Минск, БГУ. – 2013. – 191 с.
5. Ковин, Р.В., Геоинформационные системы: учебное пособие / Р. В. Ковин, Н. Г. Марков. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 175 с.
6. Курлович, Д.М., Геоинформационные технологии. Лабораторный практикум: учеб.-метод. пособие / Д.М. Курлович, Н.В. Жуковская, О.М. Ковалевская. – Минск : БГУ, 2015. – 160 с.

#### Дополнительная:

7. Геоинформатика. Толковый словарь основных терминов / Баранов Ю.Б. [и др.]; под ред. А.М. Берлянта и А.В. Кошкарева. – М.: ГИС Ассоциация, 1999. – 204 с.
8. ДеМерс, М.Н. Географические информационные системы. Основы / М.Н. ДеМерс; пер. с англ. В. Андрианова. – М.: Изд-во Дата+, 1999. – 290 с.
9. Кеннеди, М. Картографические проекции / М.Кеннеди, С.Копп. – М.: Изд-во «Дата+», 2004. – 116 с.
10. МакКой Д. ArcGIS Spatial Analyst. Руководство пользователя / Д. МакКой [и др.]. – М.: Изд-во «Дата+», 2005.– 219 с.
11. Митчелл, Э. Руководство ESRI по ГИС анализу. Том 1: Географические закономерности и взаимодействия. – Нью-Йорк, ESRI Press, 1999 – 190 с.
12. Самардак, А.С. Геоинформационные системы / А.С. Самардак. – Владивосток: Изд-во Дальневост. гос. ун-та, 2005. – 123 с.
13. Самодумкин, С. А. Управление данными в геоинформационных системах: учеб. пособие для студ. спец. «Искусственный интеллект» / С. А. Самодумкин, М.Д. Степанова, Н.А. Гулякина; под науч. редакцией В.В. Голенкова . – Минск: БГУИР, 2006. –111 с.
14. Шипулин, В.Д., Основные принципы геоинформационных систем: учебн. пособие / В.Д. Шипулин. – Харьков: ХНАГХ, 2010. – 337 с.

## ПЕРЕЧЕНЬ ЗАДАНИЙ И КОНТРОЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ УПРАВЛЯЕМОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

УСР 1. Разработка ГИС-проекта. Поиск оптимального участка для строительства полигона ТБО.

*Задания:*

1. Выявить факторы, учитываемые при размещении полигонов ТБО;
2. Разработать алгоритм ГИС-анализа для выбора оптимального местоположения полигона ТБО;
3. Провести ГИС-анализ.

*Форма контроля* – отчет.

### ТЕМАТИКА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

- Изучение пространственных данных в ГИС ArcGIS.
- Управление слоями карты.
- Работа с системами координат в ГИС ArcGIS.
- Подготовка сканированной пространственной информации для использования в ГИС.
- Геопривязка растровых изображений в ГИС ArcGIS.
- Создание базы геоданных в ГИС ArcGIS.
- Подготовка и загрузка векторных данных в базу геоданных.
- Отображение данных в ArcMap. Отображение объектов по категориям. Работа со стилями. Отображение количественных данных.
- Создание и редактирование векторных данных в ГИС ArcGIS. Задачи редактирования и инструменты меню редактор.
- Полуавтоматическая и автоматическая векторизация растровых изображений в ГИС ArcGIS.
- Топологическое редактирование в ГИС ArcGIS.
- Векторная трансформация в ГИС ArcGIS
- Создание и редактирование надписей и аннотаций в ГИС ArcGIS
- Работа с атрибутивными данными в ГИС ArcGIS. Создание и удаление полей. Вычисления в таблицах. Соединение и связывание таблиц
- Запросы к данным: построения запросов по атрибутам и запросов по местоположению. Выборка объектов графикой.
- Создание отчетов и диаграмм в ГИС ArcGIS.
- Создание и анализ гипсометрической grid-модели.
- Создание grid-моделей расстояний в ГИС ArcGIS 9.
- Создание TIN-моделей и трехмерное моделирование в ГИС ArcGIS.

### ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Самостоятельная работа ведется на основании Положения о самостоятельной работе студентов (курсантов, слушателей), утвержденном Министерством образования Республики Беларусь от 06 апреля 2015 г.

По изучаемой дисциплине планируется:

- выполнение творческих, исследовательских заданий;
- работа с литературными источниками, в том числе с научными статьями;
- изучение тем и проблем, не выносимых на лекции;
- научные доклады.

#### ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ

- коллоквиумы;
- электронные тесты;
- проверка расчетно-графических работ;
- оценивание на основе модульно-рейтинговой системы;
- оценивание на основе проектного метода.

#### МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ ИТОГОВОЙ ОЦЕНКИ

Итоговая оценка формируется на основе 3-х документов:

1. Правила проведения аттестации (Постановление № 53 от 29 мая 2012 г.);
2. Положение о рейтинговой системе БГУ;
3. Критерии оценки студентов (10 баллов).

**Примеры тестовых заданий*****Тема «Растровый способ представления пространственных данных в ГИС»***

1. Способ представления географических данных в базе данных ГИС в виде равномерной ячеистой структуры, формирующей прямоугольную матрицу, в которой каждый элемент принимает определенное значение, присущее реальному пространственному объекту называется

- 1) растровая модель географических данных
- 2) GRID-модель
- 3) векторная модель географических данных
- 4) TIN-модель.

2. Пространственное разрешение – это

- 1) количество точек на фиксированной площади
- 2) размер стороны одного пикселя
- 3) размер наименьшего из различимых участков пространства, отображаемый одной ячейкой.

3. Пиксель – это

- 1) точка с координатами X Y
- 2) наименьший элемент растрового изображения
- 3) точка, создаваемая печатающим устройством
- 4) очень маленький полигон.

4. Сколько цветов может отобразить 8-битный пиксель

- 1) 1
- 2) 256
- 3) 8
- 4) 16
- 5) 65536
- 6) 2

5. В какой цветовой модели основные цвета образуются путем вычитания из белого цвета основных аддитивных цветов модели RGB

- 1) RGB
- 2) CMYK
- 3) HSB
- 4) Lab

6. Потребности в объеме памяти несравнимо выше в

- 1) векторном формате
- 2) растровом формате.

7. Наиболее распространенными растровыми форматами, используемыми в ГИС, являются

- 1) TIFF
- 2) GIF
- 3) PDF
- 4) BMP
- 5) JPEG

8. Технология рекурсивного деления квадрата на квадранты и подквадранты характерна для

- 1) квадратомиического дерева
- 2) регулярно-ячеистой модели
- 3) модели TIN.

**V. ПРОТОКОЛ  
СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ  
ДИСЦИПЛИНЕ С ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
1. Введение в ГИС	Почвоведения и ЗИС	Нет предложений об изменениях	Вносить изменения не требуется протокол № 6 от 20.02.2017 г.
2. Аппаратно-программные средства ГИС	Почвоведения и ЗИС	Нет предложений об изменениях	Вносить изменения не требуется протокол № 6 от 20.02.2017 г.
3. Источники данных для ГИС	Почвоведения и ЗИС	Нет предложений об изменениях	Вносить изменения не требуется протокол № 6 от 20.02.2017 г.

**VI. ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ  
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

на \_\_\_\_/\_\_\_\_ учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры почвоведения и земельных информационных систем  
(протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 200 \_ г.)

Заведующий кафедрой  
к.г.н., доцент

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Д.М. Курлович

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета  
д. с.-х. н., профессор

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Н.В. Клебанович