

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»**

УТВЕРЖДЕНО
Директор физтех-школы
аэрокосмических технологий
С.С. Негодяев

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Геоинформационные системы
по направлению:	Системный анализ и управление
профиль подготовки:	Системный анализ и управление в технических, экономических и социальных системах Физтех-школа Аэрокосмических Технологий кафедра систем, устройств и методов геокосмической физики
курс:	4
квалификация:	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 7 (осенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 60 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

семинары: 0 час.

лабораторные занятия: 30 час.

Самостоятельная работа: 75 час.

Всего часов: 135, всего зач. ед.: 3

Количество контрольных работ, заданий: 1

Программу составил: Л.Н. Чабан, канд. техн. наук, доцент

Программа обсуждена на заседании кафедры систем, устройств и методов геокосмической физики 22.07.2021

Аннотация

В курсе рассматриваются вопросы связанные с организацией пространственных и прикладных данных в ГИС, разработкой ГИС-проектов, корректного картографического отображения пространственных данных, методов ГИС-анализа пространственных данных и геоинформационного моделирования. В процессе освоения курса формируются ключевые представления в области применения геоинформационных технологий в технических, экономических и социальных системах, получение практических навыков в предметной области. В результате освоения курса студенты овладевают основами методологии системного анализа в области проектирования сложных информационных систем, программно-инструментальными средствами ГИС-анализа и геоинформационного моделирования, культурой картографического отображения пространственных данных.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

- формирование ключевых представлений и основ фундаментальных знаний в области применения геоинформационных технологий в технических, экономических и социальных системах; получение практических навыков в предметной области дисциплины для использования при освоении соответствующей магистерской программы и выполнении НИР в бакалавриате и магистратуре.

Задачи дисциплины

- приобретение теоретических знаний в области применения геоинформационных технологий по основным методологическим направлениям системного анализа и обработки цифровых изображений;
- приобретение теоретических знаний в области математических методов классификации данных в конкретной предметной области системного анализа; методов предварительной обработки и анализа изображений, методов отбора информативных признаков;
- приобретение практических навыков использования существующих профессиональных программно-инструментальных пакетов обработки и анализа цифровых изображений.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи
	УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи
	УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки
	УК-1.4 Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки
	УК-1.5 Определяет и оценивает практические последствия возможных вариантов решения задачи
ОПК-2 Способен формулировать задачи управления в технических системах на основе знаний по профильным разделам математических и естественнонаучных дисциплин	ОПК-2.1 Владеет фундаментальными понятиями, законами и теориями профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин
ОПК-6 Способен применять математические, системно-аналитические, вычислительные методы и программные средства для решения прикладных задач в области создания систем анализа и автоматического	ОПК-6.1 Применяет естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования, методы вычислительной математики для анализа моделей и решения научных и технических задач
	ОПК-6.2 Применяет программные средства для решения прикладных задач в области создания систем анализа и автоматического управления и их компонентов

управления и их компонентов	ОПК-6.3 Использует программные средства для разработки информационных систем
	ОПК-6.4 Осуществляет поиск необходимой информации в базах данных и информационных системах

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- базовые модели данных, используемые при проектировании ГИС;
- методы организации растровых и векторных пространственных данных и их взаимосвязи с прикладными данными;
- основные типы картографических проекций и правила картографического отображения различных типов объектов и явлений;
- основные методы прикладного анализа пространственных данных и средства геоинформационного моделирования;
- состав и структуру современных программно-инструментальных средств разработки ГИС-проектов.

уметь:

- разрабатывать ГИС-проект для картографического отображения и прикладного анализа данных ДЗ в наиболее распространенных программно-инструментальных оболочках ГИС;
- создавать корректные интерактивные электронные карты;
- организовывать взаимосвязи между различными документами ГИС-проекта;
- выполнять комплексный пространственный анализ материалов ДЗ с использованием картографических и прикладных данных;
- выполнять подготовку различных типов выходных материалов.

владеть:

- основами методологии системного анализа в области проектирования сложных информационных систем;
- программно-инструментальными средствами ГИС-анализа и геоинформационного моделирования;
- культурой картографического отображения пространственных данных.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Выбор и подготовка пространственной (картографической) основы ГИС-проекта	4		4	7
2	Использование космических и аэрофотоснимков для создания и обновления электронных карт	4		4	7
3	Прикладное информационное обеспечение ГИС	2		2	7
4	Организация взаимосвязей между различными документами ГИС-проекта	2		2	7
5	Методы и средства представления пространственных данных в ГИС	3		3	7
6	Геодезические измерения	3		3	8

7	ГИС-анализ и геоинформационное моделирование	3		3	8
8	Математические методы геоинформационного моделирования	3		3	8
9	Решение сетевых задач в ГИС	3		3	8
10	Корпоративные ГИС и инфраструктуры пространственных данных	3		3	8
Итого часов		30		30	75
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		135 час., 3 зач.ед.			

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 7 (Осенний)

1. Выбор и подготовка пространственной (картографической) основы ГИС-проекта

Классификация картографических проекций по характеру искажений и способу проецирования. Принципы выбора картографической проекции для различных задач, масштабов и территорий. Разграфка и номенклатура общегеографических (обзорно-топографических) карт крупного и среднего масштаба.

2. Использование космических и аэрофотоснимков для создания и обновления электронных карт

Приведение пространственных данных к единой системе координат. Математические основы трансформирования изображений.

3. Прикладное информационное обеспечение ГИС

Ввод и представление прикладных (семантических) данных. Взаимосвязь содержательной (табличной) и графической (пространственной) информации. Создание новых тематических слоев. Геокодирование по адресам. Создание тем событий.

4. Организация взаимосвязей между различными документами ГИС-проекта

Основные типы документов в пакете ArcView, средства организации динамических взаимосвязей между ними.

5. Методы и средства представления пространственных данных в ГИС

Цифровая модель местности и цифровая карта. Общие требования к оформлению карт. Основы картографического дизайна. Условные знаки, картографическая семиотика. Создание легенды карты. Средства создания легенд в пакете ArcView .

6. Геодезические измерения

Основные методы и приборы для выполнения геодезических измерений. Спутниковые системы глобального позиционирования. Основные направления их использования. Примеры применения спутниковых систем глобального позиционирования в навигационных ГИС и системах управления транспортом.

7. ГИС-анализ и геоинформационное моделирование

Оверлейный топологический анализ пространственных данных, примеры задач. Основные типы задач геоинформационного моделирования. Геоинформационное моделирование на основе топологических отношений между объектами.

8. Математические методы геоинформационного моделирования

Методы обобщения и комбинирования пространственных данных на основе анализа атрибутивной (табличной) информации. Использование факторного анализа для обобщения пространственных данных. Группировка (классификация) объектов по их атрибутам.

9. Решение сетевых задач в ГИС

Граф как топологическая модель сети. Алгоритмы обхода графов, эйлеровы и гамильтоновы циклы, примеры практических задач. Задача о минимальном соединении. Алгоритм поиска кратчайших путей на взвешенном графе. Средства инструментально-программных ГИС-пакетов для решения маркетинговых и транспортных задач.

10. Корпоративные ГИС и инфраструктуры пространственных данных

Общие принципы организации и программно-инструментальное обеспечение. Особенности подготовки и организации данных в корпоративных ГИС. Примеры практической реализации.

5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

аудитория, компьютер и мультимедийное оборудование (проектор, звуковая система).

6. Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Геоинформационные технологии в задачах дистанционного зондирования Земли [Текст] : учеб. пособие для вузов / Л. Н. Чабан, Г. В. Вечерук ; М-во образования и науки РФ, Моск. физ.-техн. ин-т (гос. ун-т) .— М. : МФТИ, 2015 .— 104 с.

Дополнительная литература

1. Дистанционное зондирование и географические информационные системы [Текст] : [учеб. пособие для вузов] / А. М. Чандра, С. К. Гош ; пер. с англ. А. В. Кирюшина .— М. : Техносфера, 2008 .— 312 с.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

www.navgeocom.ru .

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

В процессе занятий используются пакеты офисного программного обеспечения Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint), OpenOffice.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Успешное освоение дисциплины требует напряжённой самостоятельной работы студента. В программе курса приведено минимально необходимое время для работы студента над темой. Самостоятельная работа включает в себя:

- проработку учебного материала по конспектам лекций и материалам лабораторных работ;

- чтение и конспектирование рекомендованной литературы;
- разбор примеров и задач, предлагаемых студентам на лекциях.

Руководство и контроль за самостоятельной работой студента осуществляется в результате анализа итогов контрольных, самостоятельных работ, а также индивидуальных консультаций.

Литература для самостоятельной подготовки:

1. Л.М.Бугаевский, В.Я. Цветков. Геоинформационные системы. М., Златоуст, 2000 г. 245 с.
2. А.Д.Иванников, В.П.Кулагин, А.Н.Тихонов, В.Я.Цветков. Геоинформатика. М., МАКС Пресс, 2001г.
3. Майкл Н. Демерс. Географические информационные системы. DATA+, 1999г.
4. Основы геоинформатики. Учебное пособие для студ. вузов в 2-х книгах./Е.Г. Капралов, А.В. Кошкарёв, В.С. Тикунов и др.; под ред. В.С. Тикунова. - М.: Издательский центр "Академия", 2004. 195 с.
5. Коновалова Н.В., Капралов Е.Г. Введение в ГИС: Учебн.пособие. М.,1997. 160 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению:	Системный анализ и управление
профиль подготовки:	Системный анализ и управление в технических, экономических и социальных системах Физтех-школа Аэрокосмических Технологий кафедра систем, устройств и методов геокосмической физики
курс:	<u>4</u>
квалификация:	бакалавр
Семестр, формы промежуточной аттестации: 7 (осенний) - Дифференцированный зачет	
Разработчик:	Л.Н. Чабан, канд. техн. наук, доцент

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи
	УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи
	УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки
	УК-1.4 Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки
	УК-1.5 Определяет и оценивает практические последствия возможных вариантов решения задачи
ОПК-2 Способен формулировать задачи управления в технических системах на основе знаний по профильным разделам математических и естественнонаучных дисциплин	ОПК-2.1 Владеет фундаментальными понятиями, законами и теориями профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин
ОПК-6 Способен применять математические, системно-аналитические, вычислительные методы и программные средства для решения прикладных задач в области создания систем анализа и автоматического управления и их компонентов	ОПК-6.1 Применяет естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования, методы вычислительной математики для анализа моделей и решения научных и технических задач
	ОПК-6.2 Применяет программные средства для решения прикладных задач в области создания систем анализа и автоматического управления и их компонентов
	ОПК-6.3 Использует программные средства для разработки информационных систем
	ОПК-6.4 Осуществляет поиск необходимой информации в базах данных и информационных системах

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Геоинформационные системы» обучающийся должен:

знать:

- базовые модели данных, используемые при проектировании ГИС;
- методы организации растровых и векторных пространственных данных и их взаимосвязи с прикладными данными;
- основные типы картографических проекций и правила картографического отображения различных типов объектов и явлений;
- основные методы прикладного анализа пространственных данных и средства геоинформационного моделирования;
- состав и структуру современных программно-инструментальных средств разработки ГИС-проектов.

уметь:

- разрабатывать ГИС-проект для картографического отображения и прикладного анализа данных ДЗ в наиболее распространенных программно-инструментальных оболочках ГИС;
- создавать корректные интерактивные электронные карты;
- организовывать взаимосвязи между различными документами ГИС-проекта;
- выполнять комплексный пространственный анализ материалов ДЗ с использованием картографических и прикладных данных;
- выполнять подготовку различных типов выходных материалов.

владеть:

- основами методологии системного анализа в области проектирования сложных информационных систем;
- программно-инструментальными средствами ГИС-анализа и геоинформационного моделирования;
- культурой картографического отображения пространственных данных.

3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

Промежуточный контроль осуществляется в форме индивидуального опроса при сдаче каждой лабораторной работы. По результатам выполнения работы и опроса выставляется промежуточная оценка. Итоговой оценкой за все лабораторные работы является среднеарифметическое значение от всех работ.

4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Аттестация по дисциплине «Основы геоинформатики» проводится в форме дифференцированного зачета (устного) в 7 семестре.

Примеры вопросов к дифференцированному зачету:

1. Чем отличается ГИС от систем автоматизации проектирования?
2. Что объединяет содержащиеся в ГИС прикладные данные?
3. При каких условиях можно сделать ГИС-проект в системе AUTOCAD?
4. Чем отличается настоящая ГИС от системы электронной картографии?
5. Чем отличается профессиональная ГИС от настольной?
6. Приведите примеры практических задач, для решения которых необходимо применение инструментария ГИС?
7. Какие предшественники ГИС создали основу для разработки методов комплексного анализа географических данных?
8. Из каких автоматизированных систем в ГИС позаимствованы принципы организации векторной графики?
9. Какие научные направления обеспечивают сбор и подготовку пространственных данных в ГИС?
10. Что такое дистанционное зондирование?
11. Чем занимается математическая картография?
12. Что можно отображать на карте полосами и лентами движения?
13. В чем заключается расширительный метод при иерархической организации карты?
14. В каких случаях на карте необходима координатная сетка?
15. Какое значение при создании карты имеет целевая аудитория?
16. Какое значение при создании карты имеют условия использования?
17. Что такое нормальная цилиндрическая проекция?
18. Чем отличаются стереографическая и ортографическая проекции?
19. В какой проекции создаются карты небесной сферы?
20. Что такое референц-эллипсоид?
21. Почему каждое государство использует свою картографическую проекцию и свой референц-эллипсоид?
22. Как определить, что карта мира представлена в равновеликой проекции?
23. Как определить, что карта мира представлена в равноугольной проекции?
24. Как строится поперечная цилиндрическая проекция?
25. Чем отличается результат проецирования шара на касательное тело вращения от проецирования на секущее тело вращения?
26. В каких проекциях создаются карты на территорию России и почему?
27. В какой проекции лучше всего создавать карту на территорию Африки?
28. В какой проекции лучше всего создавать карту Антарктиды?
29. Чем, в первую очередь, отличается глобальная ГИС от национальной?
30. В какой проекции обычно создаются навигационные карты?

- 31.Какая из трех базовых моделей данных обладает минимальной избыточностью?
- 32.Какая из трех базовых моделей данных наиболее часто используется в ГИС при организации векторных слоев?
- 33.Какая из трех базовых моделей данных используется для организации растровых слоев?
- 34.В чем заключается основное достоинство сетевой модели данных?
- 35.Каким способом в сетевой модели данных реализуется связь «многие ко многим»?
- 36.Каковы достоинства и недостатки иерархической модели данных?
- 37.Для каких целей используются треугольные мозаики?
- 38.Перечислите основные методы согласования пространственных и семантических данных в растровых моделях.
- 39.Где проще организовать связь между прикладными и пространственными данными – в растровых или векторных моделях, и почему?
- 40.Для чего служит модель IMGGRID?
41. Приведите примеры задач геоинформационного моделирования на основе обобщения (объединения по значению атрибута).
42. Перечислите основные типы задач геоинформационного моделирования.
43. Какие задачи геоинформационного моделирования могут решаться на растровых моделях данных?

Критерии оценивания

оценка «отлично (10)» выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины при ответе на вопросы экзаменационного билета, а также на дополнительные вопросы (вне экзаменационного билета) и задачи по программе дисциплины.

оценка «отлично (9)» выставляется студенту, показавшему систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины при ответе на вопросы экзаменационного билета, а также на дополнительные вопросы (вне экзаменационного билета) по программе дисциплины.

оценка «отлично (8)» выставляется студенту, показавшему систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины при ответе на вопросы экзаменационного билета и правильные ответы не менее чем на два из трех дополнительных вопросов (вне экзаменационного билета) по программе дисциплины.

оценка «хорошо (7)» выставляется студенту, продемонстрировавшему твердые, систематизированные знания материала экзаменационного билета, но допускающему в ответе на вопросы по билету или дополнительные, уточняющие вопросы в рамках билета неточности, не связанные с принципиальными ошибками или не знанием материала.

оценка «хорошо (6)» выставляется студенту продемонстрировавшему, систематизированные знания материала экзаменационного билета, но допускающему в ответе на дополнительные, уточняющие вопросы (не более пяти) в рамках билета не более двух ошибочных ответов, не связанных с принципиальным непониманием материала.

оценка «хорошо (5)» выставляется студенту продемонстрировавшему, систематизированные знания материала экзаменационного билета, но допускающему в ответе на дополнительные, уточняющие вопросы (не более пяти) в рамках билета не более четырех ошибочных ответов, не связанных с принципиальным непониманием материала.

оценка «удовлетворительно (4)» выставляется, если во время ответа на вопросы экзаменационного билета, а при необходимости и дополнительных вопросов (вне рамок билета) студент показывает нетвердое знание базовых положений, связанных с материалом билета и дополнительных вопросов (допускает ошибки в определениях, фундаментальные законы, и т.п.), допускает нарушение логической последовательности при ответах, но при этом демонстрирует знание основных разделов учебной программы.

оценка «удовлетворительно (3)» выставляется, если во время ответа на вопросы экзаменационного билета студент показывает разрозненный характер знаний, нечеткие, но без грубых ошибок, формулировки базовых положений, входящих в материалы билета, допускает нарушение логической последовательности в изложении программного материала, но при этом демонстрирует общее понимание и ключевые знания основных разделов учебной программы.

оценка «неудовлетворительно (2-1)» выставляется, если во время ответа на вопросы экзаменационного билета, студент показывает, что не знает большей части основного содержания материалов билета, допускает грубые ошибки при формулировках базовых положений, входящих в материалы билета; во время ответа на вопросы билета обращается к справочным материалам (конспектам лекций, семинаров и пр.).

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Дифференцированный зачет по дисциплине проводится путем организации специального опроса в устной форме по вопросам.

При проведении устного дифференцированного зачета обучающемуся предоставляется 40 минут на подготовку. Опрос обучающегося по билету на устном зачете не должен превышать одного астрономического часа.

Во время проведения дифференцированного зачета при подготовке ответов на билеты, обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, конспектами лекций и любой другой литературой.

Во время проведения дифференцированного зачета при ответе обучающегося на вопросы по билету он не может пользоваться конспектами лекций и любой другой литературой.