

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 5

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

проф., д.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

Н.А. Жильникова

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«24» июня 2024 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Научная визуализация»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	20.03.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Техносферная безопасность
Наименование направленности	Инжиниринг и цифровизация систем обеспечения безопасности техносферы
Форма обучения	очная
Год приема	2024

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доц., к.т.н.
(должность, уч. степень, звание)


(подпись, дата) 24.06.2024

И.В. Мателенок
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 5

«24» июня 2024 г, протокол №02-06/2024

Заведующий кафедрой № 5

д.т.н., доц.
(уч. степень, звание)


(подпись, дата) 24.06.2024

Е.А. Фролова
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института ФПТИ по методической работе

доц., к.ф.-м.н., доц.
(должность, уч. степень, звание)


(подпись, дата) 24.06.2024

Ю.А. Новикова
(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Научная визуализация» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 20.03.01 «Техносферная безопасность» направленности «Инжиниринг и цифровизация систем обеспечения безопасности техносферы». Дисциплина реализуется кафедрой «№5».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-1 «Способен принимать участие в научно-исследовательских разработках по профилю подготовки в составе коллектива: систематизировать информацию по теме исследований, принимать участие в экспериментах, обрабатывать полученные данные с использованием информационных технологий и цифровых средств».

ПК-2 «Способен проводить экологический анализ, предусматривающий расширение и реконструкцию действующих производств, а также создаваемых новых технологий и оборудования, с использованием информационных технологий и цифровых средств».

ПК-4 «Способен осуществлять экономическое регулирование природоохранной деятельности организации»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с выбором, созданием и использованием способов графического представления получаемых в ходе научных исследований данных, а также с особенностями применения инструментов для визуализации этих данных.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа обучающегося.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме зачета.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский».

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Дисциплина нацелена на формирование у обучающихся знаний, умений и навыков в области обработки информации при выполнении научных исследований и проведении экологического анализа, предназначена для ознакомления студентов с основами графического представления данных в целях обеспечения удобства их интерпретации, а также на освоение навыков владения инструментами научной визуализации.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-1 Способен принимать участие в научно-исследовательских разработках по профилю подготовки в составе коллектива: систематизировать информацию по теме исследований, принимать участие в экспериментах, обрабатывать полученные данные с использованием информационных технологий и цифровых средств	ПК-1.3.1 знать методы планирования и организации исследований и разработок, методы анализа данных ПК-1.3.2 знать цифровые средства для поиска информации по теме исследований, информационные технологии, в том числе интеллектуальные, для выполнения расчетов и порядок работы с ними ПК-1.У.1 уметь выполнять поиск данных по теме исследований с использованием цифровых средств информационных технологий, включая интеллектуальные ПК-1.В.1 владеть навыками проведения анализа научных данных, результатов экспериментов и наблюдений
Профессиональные компетенции	ПК-2 Способен проводить экологический анализ, предусматривающий расширение и реконструкцию действующих производств, а также создаваемых новых технологий и оборудования, с использованием информационных технологий и	ПК-2.В.1 владеть навыками подготовки информации для проведения оценки воздействия на окружающую среду планируемой деятельности с использованием цифровых средств

	цифровых средств	
Профессиональные компетенции	ПК-4 Способен осуществлять экономическое регулирование природоохранной деятельности организации	ПК-4.У.2 уметь выделять основные факторы, влияющие на экологическую безопасность при внедрении в организации новой природоохранной техники и технологий

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Статистические методы в управлении сложными техническими системами»,
- «Натурные эксперименты и исследование геосистем».

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин:

- «Геоинформационные системы и технологии»,
- «Междисциплинарный проект»,
- «Цифровые технологии 3D моделирования».

3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№6
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	2/ 72	2/ 72
Из них часов практической подготовки	17	17
Аудиторные занятия, всего час.	34	34
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)		
Самостоятельная работа, всего (час)	38	38
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Зачет	Зачет

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 6					
Раздел 1. Введение в научную визуализацию	5		0		14

Раздел 2. Особенности графического представления научных данных	6		8		32
Раздел 3. Инструменты научной визуализации	6		9		28
Итого в семестре:	17		17		38
Итого	17	0	17	0	38

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	<p>Раздел 1. Введение в научную визуализацию</p> <p><u>Тема 1.1. История использования графических образов в науке</u> Натурные физические модели для представления результатов исследования и демонстрации феноменов. Иллюстрации объектов, явлений и процессов. Эскизы, чертежи, атласы. Первые примеры использования информационных технологий для визуализации научных данных. Опыт компьютерной визуализации многомерных данных. Эволюция представления геоданных и данных о живых системах.</p> <p><u>Тема 1.2. Психофизиологические основы графической визуализации</u> Строение зрительного анализатора. Основные характеристики глаза, определяющие способность восприятия человеком окружающего мира. Роль мозгового центра зрительного анализатора. Особенности восприятия объектов разных типов. Оптические иллюзии. Наборы характеристик графических объектов, обеспечивающие передачу информации человеку через зрительный анализатор. Общие сведения о применении методов семиотики для выбора образно-знаковых систем для целей визуализации данных. Представления в пространственных, временных, цветовых и иных координатах для обеспечения восприятия информации человеком. Различимость объектов. Генерализация данных. Основы цветоведения. Задачи подбора условных знаков, цветовых шкал и уровня дискретизации визуализируемого сигнала.</p>
2	<p>Раздел 2. Особенности графического представления научных данных</p> <p><u>Тема 2.1. Создание отдельных видов двумерных графиков</u> Диаграммы рассеяния. Использование цвета, размера и формы условных знаков. Фасеточные скаттерограммы. Визуализация результатов аппроксимации и интерполяции. Нанесение информации о неопределенности оценок. Работа с перекрытием точек. Анимированные скаттерограммы. Визуализация статистик. Диаграммы размаха. Скрипичные диаграммы. Диаграммы отклонений (визуализация столбцами, «леденцовыми» знаками, другими знаками). Столбчатые диаграммы и ранжирование объектов. Коррелограммы. Визуализация изменения состояния. «Диаграммы-гантели». Графики временных серий. Гистограммы. Графики плотности вероятности. Круговые диаграммы. Визуализация иерархических структур. Древовидные карты. Использование полярной системы координат. Применение тепловых карт.</p> <p><u>Тема 2.2. Решение задач трехмерной визуализации научных данных</u></p>

	<p>Особенности визуализации трехмерных представлений. Проективные преобразования. Дискретные точечные представления в трехмерном пространстве. Облака точек, их классификация и колоризация. Выделение структур в облаке точек. Воксельные представления. Визуализации каркасных моделей. Полигональные модели и их создание на основе облаков точек и воксельных представлений. Функциональные трехмерные модели и их визуализация. Использование фракталов для автоматизированной визуализации процессов в биосфере и техносфере. Базовые сведения о рендеринге. Трехмерные многослойные представления. Насыщение информацией трехмерных карт.</p> <p><u>Тема 2.3. Создание тематических карт</u></p> <p>Требования к изобразительным свойствам карт. Читаемость условных обозначений. Интерактивность карт. Особенности выбора способа отображения информации в поле карты в зависимости от ее назначения. Возможности совместной визуализации растровых, векторных и других классов пространственных данных. Параметры слоев, обеспечивающие визуализацию пространственной и временной изменчивости параметров. Особенности работы с цветовыми пространствами. Использование разных типов условных знаков. Подбор цветовых шкал. Генерализация и особенности ее реализации в интерактивных картах.</p>
3	<p>Раздел 3. Инструменты научной визуализации</p> <p><u>Тема 3.1. Языки программирования, программные среды и библиотеки для решения задач научной визуализации</u></p> <p>Библиотеки JavaScript (Chart.js, D3.js, Plotly.js, FusionCharts, AnyChart, Highcharts). Пакеты графической визуализации для R (lattice, ggplot2, plotly, sjplot, htmlwidgets, networkD3, echarts4r). Графические библиотеки Python (Matplotlib, Pandas, Seaborn, ggplot, Bokeh, Plotly, Pygal). Тулбоксы MatLab для создания графики. Научная визуализация с использованием систем компьютерной верстки (Latex + PGF/Tikz)/</p> <p><u>Тема 3.2. Программные продукты, обеспечивающие визуализацию данных в области экологии и техносферной безопасности</u></p> <p>Представление данных экспериментов с помощью ImageJ, Fiji и Bio7. Визуализация геоданных с помощью инструментария ГИС Панорама, QGIS, IDRISI, GS Surfer. Создание анимаций процессов и явлений в Fiji, GS Surfer. Особенности работы с многомерными графическими данными.</p>

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено					
Всего					

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 6				
1	Выбор типа графика/диаграммы в зависимости от задач визуализации	2	2	2
2	Особенности решения задач визуализации категориальных данных и использование графов для представления информации	3	3	2
3	Создание тематических карт с помощью R	3	3	2
4	Создание графиков и диаграмм с помощью библиотеки ggplot2.	3	3	3
5	Визуализация трехмерных объектов с помощью plotly, WebGL и R. Часть 1	3	3	3
6	Визуализация трехмерных объектов с помощью plotly, WebGL и R. Часть 2	3	3	3
Всего		17	17	

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы
Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся
Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 6, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	30	30
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	3	3
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	5	5
Всего:	38	38

5. Перечень учебно-методического обеспечения
для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий
Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных)
--------------------	--------------------------	---

		экземпляров)
https://znanium.com/catalog/document?id=374389	Корнеев, В. И. Визуализация в научных исследованиях : учебное пособие / В.И. Корнеев, Л.Г. Гагарина, М.В. Корнеева. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 400 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. — (Высшее образование: Магистратура).	-
https://e.lanbook.com/book/394694	Никулин, Е. А. Компьютерная графика. Модели и алгоритмы : учебное пособие для вузов / Е. А. Никулин. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 708 с. — ISBN 978-5-507-47600-8. — Текст : электронный. — Режим доступа: для авториз. пользователей.	-
https://znanium.com/catalog/document?id=395623	Исаков, В. Б. Говорите языком схем : краткий справочник / В. Б. Исаков. — 2-е изд. — Москва : Норма : ИНФРА-М, 2022. — 216 с.	-
https://znanium.com/catalog/document?id=360657	Самко, Ю. Н. Психофизиология : учебное пособие / Ю. Н. Самко. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 155 с. — (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-011402-6. - Текст : электронный	-
https://znanium.com/catalog/document?id=379897	Информационные системы и цифровые технологии : учебное пособие : в 2 ч. Ч. 2. Практикум / под общ. ред. проф. В.В. Трофимова, доц. Т.А. Макарчук. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 217 с.	-
https://znanium.com/catalog/document?id=347247	Представление и визуализация результатов научных исследований : учебник / О. С. Логунова, П. Ю. Романов, Л. Г. Егорова, Е. А. Ильина ; под ред. О. С. Логуновой. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 156 с.	-

7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
https://hh2021.amason.sites.carleton.edu/uncategorized/tutorial-data-visualization-using-rawgraphs-2-0/	TUTORIAL: DATA VISUALIZATION USING RAWGRAPHS 2.0
https://plotly.com	Plotly Open Source Graphing Libraries
https://plotly-r.com/index.htm 1	Interactive web-based data visualization with R, plotly, and shiny
https://colorscheme.ru	Инструмент для подбора цветов и генерации цветовых схем

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

8.2.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
1	Программная среда R (лицензия GNU GPL)
2	Графическая библиотека plotly (open source)
3	Веб-приложение для визуализации данных RAWGraphs (https://www.rawgraphs.io)

8.3. Перечень информационно-справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Научно-практический портал «Экология производства»

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
-------	---	-------------------------------------

1	Мультимедийная лекционная аудитория	
2	Компьютерный класс в составе межфакультетской лаборатории «Экология и техносферная безопасность»	14-03

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Зачет	Список вопросов; Тесты.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий.
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний;

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
	– не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Дайте описание эскизирования как метода поиска идей и этап разработки новых решений. 2. Укажите роль печатных и электронных атласов в получении и распространении новых знаний. 3. Приведите примеры инноваций в использования информационных технологий для визуализации научных данных, поэтапно внедренных в практику исследований в XX веке (3 примера) 4. Расскажите, что из себя представляют скаттерограммы, диаграммы размаха и скрипичные диаграммы. Укажите, какую роль они играют в разведочном анализе данных. 5. Расскажите, что из себя представляют столбчатые диаграммы, гистограммы и графики плотности вероятности. Укажите, какую роль они играют в разведочном анализе данных. 6. Объясните, каким образом тепловые карты применяются для поиска пространственно-временных неоднородностей характеристик объектов 7. Объясните, каким образом получают новые данные при работе с облаками точек. 8. Приведите примеры использования фракталов для автоматизированной визуализации процессов. 9. Приведите примеры практического применения использования оптических иллюзий 10. Приведите пример одновременного использования пространственных, временных и цветовых координат для обеспечения восприятия информации человеком. 11. Перечислите 5 широко используемых цветовых пространств и укажите различия между ними. 	ПК-1.3.1
2	<ol style="list-style-type: none"> 1. Укажите библиотеки JavaScript для визуализации данных 2. Перечислите пакеты графической визуализации для R 3. Приведите примеры графических библиотек Python 4. Укажите наименования тулбоксов MatLab для создания 	ПК-1.3.2

	<p>графики.</p> <p>5. Кратко опишите функциональные возможности ImageJ в части визуализации биоданных</p> <p>6. Кратко опишите функциональные возможности ГИС «Панорама» в части визуализации геоданных</p>	
3	1. Выполните поиск подходящей для визуализации указанных данных цветовой палитры.	ПК-1.У.1
4	<p>1. Выберите подходящий для визуализации массива одномерных данных тип диаграммы.</p> <p>2. Выберите подходящий для визуализации массива двумерных данных тип диаграммы.</p> <p>3. Выберите подходящий для визуализации массива трехмерных данных тип диаграммы.</p> <p>4. Выберите подходящий для визуализации массива четырехмерных данных тип диаграммы.</p> <p>5. Осуществите совместную визуализацию векторных полигональных и растровых пространственных данных</p> <p>6. Осуществите совместную визуализацию двух слоев векторных полигональных пространственных данных</p> <p>7. Создайте интерактивную визуализацию облака точек.</p>	ПК-1.В.1
5	<p>1. Визуализируйте результаты аппроксимации зависимости в поле скаттерограммы.</p> <p>2. Выберите и используйте цветовую шкалу для отображения тематического слоя интерактивной карты солености.</p> <p>3. Выберите и используйте цветовую шкалу для отображения тематического слоя интерактивной карты аномалий температур воздуха.</p> <p>4. Выберите и используйте цветовую шкалу для отображения тематического слоя интерактивной карты классов нарушенности земель.</p> <p>5. Создайте диаграмму рассеяния с заданными преподавателем параметрами с помощью plotly.</p> <p>6. Создайте график временной изменчивости характеристики с заданными преподавателем параметрами с помощью plotly.</p>	ПК-2.В.1
6	<p>1. Выделите изменчивость переменной в массиве данных при их визуализации на скаттерограммах, используя цвет условных знаков.</p> <p>2. Выделите изменчивость переменной в массиве данных при их визуализации на скаттерограммах, используя размер условных знаков.</p> <p>3. Выделите изменчивость переменной в массиве данных при их визуализации на скаттерограммах, используя форму условных знаков.</p>	ПК-4.У.2

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
1	<p>1. Прочитайте текст и напишите развернутый обоснованный ответ. В ходе подготовки к визуализации и в процессе визуализации данных формируемые образы анализируются на предмет соответствия основным принципам визуализации, и по результатам анализа в образы вносятся изменения. Сформулируйте принцип, которым руководствуются, удаляя псевдо-3D, «лишние» линии сетки, не информативные текстуру, заливки и переходы цветов.</p> <p>2. Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов. Укажите, какие графические представления позволяют продемонстрировать изменчивость трех числовых непрерывных переменных на плоскости в ходе анализа данных: А) растр Б) контурная карта В) скаттерограмма с джиттером Г) диаграмма в параллельных координатах</p> <p>3. Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа. Выберите тип диаграммы, позволяющий при визуализации числовой переменной в ходе разведывательного анализа данных показать величину межквартильного размаха: А) скрипичная диаграмма Б) диаграмма «ящик с усами» В) гистограмма Г) диаграмма «пчелиный рой»</p> <p>4. Прочитайте текст и выберите правильный ответ. Укажите, по какой из осей цветового пространства CIE Lab, используемого для решения задач цветокоррекции при анализе растровых данных, откладывается зеленый компонент: А) L Б) a В) b Г) C</p> <p>5. Прочитайте текст и выберите правильный ответ. Укажите, к какой группе проекций относится фронтальный вид, используемый для визуализации трехмерного объекта: А) центральные проекции Б) ортогональные проекции В) косоугольные проекции Г) диметрические проекции</p>	ПК-1.3.1
	1. Прочитайте текст и выберите правильный ответ. Выберите библиотеку (пакет) R, имеющую в своем составе функцию для	ПК-1.3.2

	<p>визуализации трехмерных объектов, сохраненных в файлы формата STL (stereolithography):</p> <p>A) dplyr Б) ggplot2 В) terra Г) rgl</p> <p>2. Прочитайте текст и выберите правильные варианты ответа. Укажите, какие из перечисленных программных продуктов позволяют визуализировать массивы вокселей, представляющие определенные области пространства:</p> <p>A) MapInfo Б) Fiji В) 3D Studio Max Г) Surfer</p> <p>3. Прочитайте текст и выберите правильный ответ. Выберите программное обеспечение, позволяющее визуализировать геоданные, которое распространяется по лицензии GNU GPL:</p> <p>A) Панорама Карта Б) ArcGIS В) QGIS Г) ScanEx Image Processor</p>									
	<p>1. Прочитайте текст и выберите правильный ответ. Укажите, какой инструмент (технология) предопределил особенности функционирования современных веб-ГИС и тематических геопорталов, служащих для поиска и визуализации геоданных:</p> <p>A) AJAX Б) MathML В) XPath Г) CSS</p>	ПК-1.У.1								
	<p>1. Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо. Установите последовательность действий, позволяющую построить полигональную модель объекта, входящего в природно-техническую систему, по данным лазерного сканирования.</p> <p>A) триангуляция Б) формирование результирующего облака точек В) уравнивание сканов Г) поиск общих точек</p> <p>2. Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце. В левом столбце перечислены этапы обработки данных, необходимые для визуализации пространственной изменчивости мутности воды в виде векторного слоя на основе точечных данных измерений, полученных с помощью диска Секки. Для каждого этапа подберите из правого столбца операцию, выполняемую в рамках конкретного этапа:</p> <table border="1" data-bbox="347 1877 1295 2067"> <thead> <tr> <th colspan="2">Расширение файла</th> <th colspan="2">Данные</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>импорт значений из таблицы с данными</td> <td>1</td> <td>выбор цветовой схемы и установлении соответствия между цветом и значением</td> </tr> </tbody> </table>	Расширение файла		Данные		A	импорт значений из таблицы с данными	1	выбор цветовой схемы и установлении соответствия между цветом и значением	ПК-1.В.1
Расширение файла		Данные								
A	импорт значений из таблицы с данными	1	выбор цветовой схемы и установлении соответствия между цветом и значением							

			мутности
Б	формирование слоя изолиний мутности	2	выбор веса для применения метода обратно взвешенного расстояния
В	интерполяция значений мутности с получением растра	3	указание разделителя
Г	вывод результирующего слоя на экран	4	установка величины сглаживания

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами

А	Б	В	Г

3. Прочитайте текст и выберите правильный ответ.

Проанализируйте перечисленные палитры из пяти цветов и выберите палитру, позволяющую визуализировать пространственную изменчивость температуры грунта на тематической карте таким образом, чтобы визуализация выглядела для человека естественным образом.

- А) Черный – темно-серый – серый – светло-серый – белый
- Б) Зеленый – желтый – красный – синий – фиолетовый
- В) Синий – голубой – белый – оранжевый – красный
- Г) Черный – коричневый – темно-зеленый – светло-зеленый – желтый

4. Прочитайте текст и выберите правильный ответ.

Проанализируйте палитры (цветовые схемы) из трех цветов, предназначенные для визуализации трех типов объектов на тематической карте. Выберите одну палитру, наилучшим образом учитывающую неспособность некоторых людей различать отдельные цвета:

- А) оранжевый, белый, зеленый
- Б) красный, белый, черный
- В) серый, белый, красный
- Г) красный, белый, синий

1. Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо. Установите необходимую последовательность расположения слоев на тематической карте-схеме (от нижнего к верхнему), создаваемой по результатам картирования источников шума и выбора расположения расчетных точек в рамках ОВОС. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо.

- А) слой площадных источников шума
- Б) растровая подложка Яндекс.Карты
- В) слой точечных источников шума
- Г) слой аннотаций

2. Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов. Выберите типы диаграмм, которые позволят продемонстрировать динамику рождаемости в регионе намечаемого воздействия за последние пять лет:

ПК-2.В.1

- А) площадная диаграмма
- Б) столбчатая диаграмма
- В) гистограмма
- Г) круговая диаграмма

3. Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа. Выберите тип диаграммы, который позволит визуализировать розу ветров по ближайшей метеостанции в районе намечаемого воздействия:

- А) кольцевая
- Б) пузырьковая
- В) круговая
- Г) лепестковая

4. Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце. В левом столбце перечислены форматы файлов (расширения файлов), предназначенных для сохранения геоданных. Указанные файлы позволяют визуализировать геоданные на обзорной карте-схеме при подготовке материалов ОВОС. Для каждого формата файла подберите из правого столбца данные, которые сохраняются в этом формате.

Расширение файла		Данные	
А	.shp	1	атрибуты
Б	.shx	2	информация о системе координат
В	.dbf	3	геометрия
Г	.prj	4	ключи соответствия атрибутов и геометрии (индексы)

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами

А	Б	В	Г

5. Прочитайте текст и напишите развернутый обоснованный ответ. В рамках подготовки информации для проведения оценки воздействия на окружающую среду планируемой деятельности ведется работа с картами. Для оценки смещения границ почвенных контуров необходимо наложить друг на друга две почвенных карты, одна из которых имеется в цифровом виде, вторая – в печатном. Напишите, какую операцию необходимо выполнить после сканирования печатной карты, чтобы обеспечить наложение с возможностью последующего перепроецирования. Поясните суть операции.

1. Прочитайте текст и напишите развернутый обоснованный ответ. Напишите, какая функция геоинформационного программного обеспечения может быть использована для визуализации санитарно-защитной зоны на карте.

2. Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в

ПК-4.У.2

правом столбце. В левом столбце перечислены виды диаграмм, используемых для визуализации табличных данных по опасным объектам. Для каждого вида диаграмм подберите количество числовых непрерывных переменных, которые могут быть отображены.

Расширение файла		Данные	
А	«ящик с усами»	1	1
Б	меш	2	2
В	растр	3	3
Г	скаттерограмма	4	4

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами

А	Б	В	Г

3. Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов. Укажите алгоритмы, позволяющие получить непрерывную поверхность, отражающую пространственную изменчивость потока излучения, на основе дискретных точечных данных:

- А) паншарпенинг
- Б) триангуляция
- В) ординарный кригинг
- Г) эквализация

4. Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо. Установите необходимую последовательность операций обработки спутниковых изображений для визуального обнаружения вырубок.

- А) формирование трехканального композита в ложных цветах
- Б) радиометрическая коррекция
- В) паншарпенинг
- Г) растягивание гистограммы

5. Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор. Укажите, к какому типу диаграмм относится диаграмма «вложенные круги»

- А) Воксельные структуры
- Б) Фрактальные представления
- В) Графы
- Г) Поверхности

Примечание. Система оценивания тестовых заданий:

- 1) Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора считается верным, если правильно указана цифра и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответа. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.
- 2) Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора считается верным, если правильно указаны цифры и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответов. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

- 3) Задание закрытого типа на установление соответствия считается верным, если установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого столбца). Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов
- 4) Задание закрытого типа на установление последовательности считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.
- 5) Задание открытого типа с развернутым ответом считается верным, если ответ совпадает с эталонным по содержанию и полноте. Правильный ответ за задание оценивается в 3 балла, если допущена одна ошибка \ неточность \ ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более 1 ошибки \ ответ неправильный \ ответ отсутствует – 0 баллов.

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала.

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);

- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

1. Последовательность рассмотрения материала в течение семестра:
 - Тема 1.1. История использования графических образов в науке;
 - Тема 1.2. Психофизиологические основы графической визуализации;
 - Тема 2.1. Создание отдельных видов двумерных графиков;
 - Тема 2.2. Решение задач трехмерной визуализации научных данных;
 - Тема 2.3. Создание тематических карт;
 - Тема 3.1. Языки программирования, программные среды и библиотеки для решения задач научной визуализации;
 - Тема 3.2. Программные продукты, обеспечивающие визуализацию данных в области экологии и техносферной безопасности.
2. Структура лекции:
 - Рассмотрение плана лекции;
 - Устное изложение материала лекции, сопровождаемое демонстрацией презентационных материалов и демо-программ;
 - Дискуссия с участием преподавателя и студентов по ключевым вопросам по теме лекции;
 - Подведение итогов лекции и представление рекомендаций для самостоятельного изучения материала.

11.2. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием, приборами и вычислительной техникой с установленным на ней программным обеспечением.

Задание и требования к проведению лабораторных работ

Лабораторные работы по дисциплине «Научная визуализация» выполняются группами (бригадами) студентов в составе 2-4 человек. Задание на лабораторную работу выдается преподавателем после проверки первичной теоретической подготовки в форме устного опроса. Первичная теоретическая подготовка к выполнению работы осуществляется путем ознакомления с теоретическим минимумом и руководствами пользователя программного обеспечения, если его использование предусмотрено в конкретной лабораторной работе (в форме домашнего задания). Подготовка завершается в лаборатории рассмотрением студентами под руководством преподавателя практических

аспектов работы со специализированным программным обеспечением. Далее бригадам студентов выдается задание, в котором указаны решаемые задачи, исходные данные и кратко сформулированные требования к конечному результату и форме его представления (варианты задания определяются исходя из состава бригады). Далее под руководством преподавателя бригады студентов практикуются в решении отдельных задач, обеспечивающих выполнение задания, с использованием ПЭВМ с установленным на них программным обеспечением (ПО). Каждый студент из бригады должен получить практические навыки по использованию ПО. Работа с данными продолжается при подготовке отчетов в рамках внеаудиторной работы студентов. При формировании отчета рекомендуется использовать дополнительные источники информации. На контрольное мероприятие в виде защиты отчетов отводится время в конце текущего (лабораторная работа №6) или начале следующего (лабораторные работы №1-5) занятия.

Лабораторные работы проводятся в соответствии с приведенным ниже планом.

Лабораторная работа №1. Выбор типа графика/диаграммы в зависимости от задач визуализации

1. Первичная теоретическая подготовка, получение задания.
 2. Рассмотрение альтернативных вариантов визуализации данных и выбор оптимальных с точки зрения решаемых задач типов диаграмм.
 3. Построение серии графиков и диаграмм на основе предоставленных данных с помощью RAWGraphs
- Самостоятельная работа студентов.
4. Контрольное мероприятие.

Лабораторная работа №2. Особенности решения задач визуализации категориальных данных и использование графов для представления информации

1. Первичная теоретическая подготовка, получение задания.
2. Рассмотрение инструментов для визуализации качественных переменных и ознакомление с типами графов, применяемыми для графического описания связей во множествах равноправных элементов и иерархических структур.
3. Построение серии графиков и диаграмм на основе предоставленных данных с помощью RAWGraphs.

- Самостоятельная работа студентов.

4. Контрольное мероприятие.

Лабораторная работа №3. Создание тематических карт с помощью R.

1. Первичная теоретическая подготовка, получение задания.
2. Ознакомление с функциями базовой сборки R и дополнительных библиотек для визуализации геопространственных данных.

3. Создание тематических карт на основе растровых и векторных файлов геоданных с помощью R и библиотек ggplot2, dplyr, terra, sf, spData, ggnewscale, ggspatial.

- Самостоятельная работа студентов

4. Контрольное мероприятие.

Лабораторная работа №4. Создание графиков и диаграмм с помощью библиотеки ggplot2

1. Первичная теоретическая подготовка, получение задания.
2. Ознакомление с функционалом ggplot2 в части построения диаграмм рассеяния, гистограмм, а также модификации их параметров.
3. Создание диаграмм согласно заданию.

- Самостоятельная работа студентов.

4. Контрольное мероприятие.

Лабораторная работа №5. Визуализация трехмерных объектов с помощью plotly, WebGL и R. Часть 1

1. Первичная теоретическая подготовка, получение задания.

2. Ознакомление с функционалом plotly в части построения трехмерных моделей поверхностей и трехмерных диаграмм рассеяния.

3. Создание графиков согласно заданию.

- Самостоятельная работа студентов.

4. Контрольное мероприятие.

Лабораторная работа №6. Визуализация трехмерных объектов с помощью plotly, WebGL и R. Часть 2

1. Первичная теоретическая подготовка, получение задания.

2. Ознакомление с функционалом WebGL/ogl в части трехмерной визуализации моделей объектов и повторение теоретических основ трехмерной графики.

3. Создание трехмерных визуальных представлений облаков точек.

- Самостоятельная работа студентов.

4. Контрольное мероприятие.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет о лабораторной работе должен содержать: титульный лист, текст задания, основную часть, список источников. На титульном листе должны быть указаны: наименование учреждения, в котором выполнена работа, наименование подразделения, название дисциплины, название лабораторной работы, фамилия и инициалы преподавателя, фамилия и инициалы студента, номер его учебной группы и дата защиты работы. Основная часть должна содержать расчетно-аналитические материалы, полученные визуальные представления в виде рисунков и выводы по проделанной работе. Список источников должен включать ссылки на учебные, методические, научные издания, периодику и ресурсы информационно-телекоммуникационной системы Интернет, которыми студент пользовался при подготовке отчета.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Отчет о лабораторной работе должен содержать: титульный лист, основную часть, список источников.

Титульный лист отчета должен соответствовать шаблону, приведенному в секторе нормативной документации ГУАП (<https://fs.guap.ru/docs/titul/2021/titul/lab.docx>).

Основная часть отчета должна быть оформлена в соответствии с ГОСТ 7.32-2017. Требования приведены в секторе нормативной документации ГУАП (<https://guap.ru/standart/doc>).

При формировании списка источников студентам необходимо руководствоваться требованиями стандарта ГОСТ 7.0.100-2018. Примеры оформления списка источников приведены в секторе нормативной документации ГУАП. <https://guap.ru/standart/doc>.

Методические указания по прохождению лабораторных работ в виде электронных документов с названием «Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу “Научная визуализация”» в формате .pdf размещены на ПК локальной сети кафедры №5 «Инноватика и интегрированные системы качества».

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине.

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Текущий контроль успеваемости осуществляется путем теоретического опроса, на который отводится время на одном из занятий в середине учебного семестра, а также посредством оценки результатов освоения программы лабораторного практикума. Удовлетворительным результатом прохождения контроля считается при получении не менее 60% от максимального количества баллов, которые может набрать обучающийся за отчетный период (половину семестра). Результаты текущего контроля позволяют выявить отставание от плана подготовки, но напрямую не влияют на результаты промежуточной аттестации.

В течение семестра обучающиеся:

- защищают практические работы (6 шт);
- выполняют тестирования по материалам лекции в среде LMS.

Для текущего контроля успеваемости используются тесты, приведенные в таблице 18.

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

- зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся в ходе изучения учебной дисциплины в целом или промежуточная (по окончании семестра) оценка знаний обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

Подготовка обучающихся к зачету предполагает как самостоятельную работу в течение семестра, так и систематизацию и закрепление знаний в дни, предшествующие зачету.

В начале освоения курса студент на основе рекомендаций преподавателя отбирает источники, которые в наибольшей степени освещают вопросы, изучение которых предусмотрено учебной программой. При подготовке к зачету в течение семестра студент повторяет материал, усвоенный на лекционных занятиях и закрепленный при выполнении практических заданий и лабораторных работ. Ключевые вопросы, возникшие при изучении материала и подготовке к зачету, выносятся на обсуждение в часы занятий, отведенные на повторение материала и консультации. Конспекты учебного материала, подготовленные на основе материала лекций, используются для систематизации и закрепления знаний. Обязательным этапом подготовки к зачету является самоконтроль знаний, полученных в ходе изучения дисциплины.

В течение семестра для допуска к зачету студенту необходимо сдать не менее 50% заданий (работ). Далее студент допускается к собеседованию на зачете. Зачет выставляется на основании выполненных в течение семестра всех заданий (работ) и прохождения собеседования.

Система оценок при проведении текущего контроля и промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с руководящим документом организации РДО ГУАП. СМК 3.76 «Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов и аспирантов, обучающихся по образовательным программам высшего образования в ГУАП» https://docs.guap.ru/guap/2020/sto_smk-3-76.pdf.

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой