

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

«Моделирование систем зеленых насаждений»  
(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)

  
24.06.2024  
(подпись, дата)

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)

  
24.06.2024  
(подпись, дата)

Е.А. Фролова  
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института ФПТИ по методической работе

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

  
24.06.2024  
(подпись, дата)

Ю.А. Новикова  
(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Моделирование систем зеленых насаждений» 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 не является обязательной при освоении обучающимся образовательной программы и направлена на углубленное формирование следующих компетенций:

ПК-3 «Способен определять инженерные алгоритмы технологических решений, способствующих снижению негативного воздействия на окружающую среду»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с исследованием лесов и моделированием лесных насаждений для решения задач техносферной безопасности.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, 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

Целью дисциплины является получение обучающимися знаний, умений и навыков в области лесоустройства, лесоведения и экологии леса, касающихся проектирования и оценки состояния лесных насаждений, в том числе ознакомление с современными практиками исследования лесов.

1.2. Дисциплина является факультативной дисциплиной по направлению 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-3 Способен определять инженерные алгоритмы технологических решений, способствующих снижению негативного воздействия на окружающую среду	ПК-3.3.1 знать современные технологии, методы и средства охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов в реальных социальных условиях ПК-3.У.1 уметь определять технологические процессы, оборудование и методы в качестве инженерных решений, способствующих сокращению негативного воздействия на окружающую среду ПК-3.В.1 владеть навыками применения цифровых средств для разработки предложений по внедрению современных природоохранных технологий и инженерных решений

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении дисциплин, формирующих универсальные компетенции («Безопасность жизнедеятельности», «Физика», «Химия»).

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

- «Цифровые технологии 3D моделирования»,
- «Технологические инновации в системах экологического мониторинга и контроля»,
- «Цифровизация инженерной деятельности в техносферной безопасности».

## 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
		№4
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	2/ 72	2/ 72
<b>Из них часов практической подготовки</b>	17	17
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	34	34
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)		
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	38	38
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> 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 4					
Раздел 1. Лесные насаждения	3	2			8
Раздел 2. Методы исследования лесных насаждений	8	8			15
Раздел 3. Создание и использование моделей систем зеленых насаждений	6	7			15
Итого в семестре:	17	17			38
Итого	17	17	0	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
<b>1</b>	<p>Раздел 1. Лесные насаждения</p> <p>Тема 1.1. Общие сведения о лесных насаждениях (Состав и структура лесных экосистем. Растительные сообщества лесов. Понятие о лесных насаждениях. Структурная и функциональная сложность леса. Древостой. Лесной полог. Факторы изменчивости характеристик растительности. Структура лесного полога. Ярусность. Горизонтальная структура растительного покрова. Основные параметры древостоев,</p>

	<p>характеристики полога. Высота и диаметр. Прирост. Видовые числа. Возрастная структура. Полнота древостоев. Сомкнутость крон. Форма и объем кроны. Индекс листовой поверхности, его пространственные и временные вариации. Форма листа. Группировка листьев. Ориентация фитоэлементов. Фотосинтетическая активность. Фитомасса. Основные характеристики углеродного бюджета)</p>
<p>2</p>	<p>Раздел 2. Методы исследования лесных насаждений</p> <p>Тема 2.1. Общие сведения о методах и инструментах исследования лесных насаждений (Понятие о лесной таксации. Классификация методов исследования. Контактные и бесконтактные методы. Прямые и косвенные методы. Разделение по назначению, оцениваемым показателям. Точностные характеристики измерительных устройств. Формирование наборов инструментов для решения отдельных задач лесоустройства и исследования лесных экосистем)</p> <p>Тема 2.2. Оценка размеров и формы элементов лесных насаждений (Определение высоты деревьев. Высотомеры. Клинометры. Лазерная альтиметрия. Лазерное и ультразвуковое измерение расстояний. Горизонтальные угловые измерения. Буссоли. Определение диаметра дерева. Классические, электронные и лазерные мерные вилки. Дальномеры с возможностью определения диаметра. Дендрометры. Использование компьютерного зрения для оценки диаметров деревьев. Оценка полноты. Полнотомеры. Метод круговых проб. Дендрометры. Реласкопы. Кронометры. Работа с кронами разной формы. Измерительные комплексы для оценки наборов характеристик древостоев. Исследование формы листовых пластинок. Использование дигитайзеров и двумерных сканеров для оцифровки листьев)</p> <p>Тема 2.3. Исследование ориентации фитоэлементов в пологе (Способы описания ориентации фитоэлементов в пространстве. Угловые и координатные описания. Подходы к оценке распределения листьев по углам наклона. Контактные методы. Применение ультразвукового и лазерного сканирования. Методы, основанные на использовании фотофиксации. Широкоугольная зенитная съемка. Съемка горизонтированной камерой. Платформы для выполнения съемки. Особенности обработки данных съемки)</p> <p>Тема 2.4. Использование авиационного и спутникового дистанционного зондирования для оценки характеристик лесных насаждений (Задачи, решаемые с помощью дистанционного зондирования. Методы зондирования. Платформы. Сенсоры. Возможности оценки отдельных характеристик леса в разных диапазонах спектра при активном и пассивном зондировании. Технологии обработки</p>

	данных дистанционного зондирования. Методы анализа и интерпретации изображений. Примеры решения отдельных задач оценки параметров лесных насаждений по данным дистанционного зондирования)
3	<p>Раздел 3. Создание и использование моделей систем зеленых насаждений</p> <p>Тема 3.1. Геометрическое моделирование фитоэлементов и растительных организмов (Моделирование фитоэлементов. Способы воспроизведения геометрии фитоэлементов: использование полигональных сетей, параметрических трехмерных моделей, воксельных структур. Моделирование листовых пластинок. Создание цифровых векторных образов листьев с помощью дигитайзеров и сканеров листьев. Создание полигональных моделей растений на основе облаков точек, полученных в ходе трехмерного сканирования. Аппроксимация поверхностями и телами для создания параметрических моделей фитоэлементов. Применение L-систем для описания геометрии растительного организма. Аксиомы и продукционные правила. Проблема взаимной координации моделей фитоэлементов. Создание моделей в виде воксельных структур на основе данных фотосъемки.)</p> <p>Тема 3.2. Моделирование развития растительных организмов и лесных насаждений (Процессы роста растительных организмов. Моделирование роста с помощью генеративной графики. Терминальные модели роста. Секционные модели деревьев. Динамика веточной структуры дерева. Развитие лесных экосистем. Моделирование динамики фитомассы. Применение таблиц хода роста. Двумерные и трехмерные модели растительных сообществ. Модели возобновления. Модели конкуренции. Клеточно-автоматные модели популяций растений. Мозаика Вороного. Синхронная секционная модель сообщества деревьев. Применяемые на практике модели сукцессионной динамики)</p> <p>Тема 3.3. Моделирование функционирования растений в составе природно-технических систем (Объемно-пространственные решения с применением растительности. Моделирование влияния лесных насаждений на перенос вещества. Моделирование влияния растений на микроклимат. Моделирование переноса излучения. Моделирование усвоения ФАР. Моделирование в ENVI-met. Моделирование с помощью 4SAIL2. Моделирование условий освещения под кронами деревьев. Метод фотонных карт. Особенности подготовки геометрических моделей для симуляции функционирования)</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
Семестр 4					
1	Горизонтальная и вертикальная структура зеленых насаждений	Занятие по моделированию реальных условий	2	2	1
2	Оценка применимости моделей растений разных типов для решения задач техносферной безопасности	Занятие по моделированию реальных условий	2	2	2
3	Оценка пропускания света растительным пологом	Занятия по моделированию реальных условий	2	2	2
4	Определение высоты и диаметра деревьев с помощью дальномеров и средств компьютерного зрения	Занятия по моделированию реальных условий	2	2	2
5	Определение ориентации фитоэлементов	Занятия по моделированию реальных условий	2	2	2
6	Создание модели фитоэлемента	Занятия по моделированию реальных условий	2	2	3
7	Создание модели дерева на основе L-системы	Занятия по моделированию реальных условий	3	3	3
8	Использование модели дерева для симуляции переноса излучения	Занятия по моделированию реальных условий	2	2	3
Всего			17	17	

#### 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
Учебным планом не предусмотрено				
Всего				

#### 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 4, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	20	20
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	3	3
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	15	15
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)
<a href="https://e.lanbook.com/book/254705">https://e.lanbook.com/book/254705</a>	Минаев, В. Н. Таксация леса : учебное пособие для вузов / В. Н. Минаев, Л. Л. Леонтьев, В. Ф. Ковязин. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 240 с. — ISBN 978-5-507-44722-0. — Текст : электронный. — Режим доступа: для авториз. пользователей.	-
<a href="https://e.lanbook.com/book/413465">https://e.lanbook.com/book/413465</a>	Ерофеева, Т. В. Таксация леса. Практикум : учебное пособие для вузов / Т. В. Ерофеева, Г. А. Кононова, Г. Н. Фадькин. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 124 с. — ISBN 978-5-507-47731-9. — Текст : электронный. — Режим доступа: для авториз. пользователей.	-
<a href="https://e.lanbook.com/book/171778">https://e.lanbook.com/book/171778</a>	Зубова, С. С. Мониторинг лесных экосистем : учебное пособие / С. С. Зубова. — Екатеринбург : УГЛТУ, 2020. — 89 с. — ISBN 978-5-94984-772-5. — Текст : электронный. — Режим доступа: для авториз. пользователей.	-
<a href="https://znanium.com/catalog/product/2093421">https://znanium.com/catalog/product/2093421</a>	Динамика поглощающей способности в управляемых экосистемах трансграничных лесов Евразии в условиях глобального	-

	энергоперехода: технологический аспект : монография / А. В. Мехренцев, В. А. Усольцев, В. А. Азаренок [и др.]. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. - 84 с. - ISBN 978-5-9729-1150-9. - Текст : электронный. – Режим доступа: по подписке.	
<a href="https://e.lanbook.com/book/417659">https://e.lanbook.com/book/417659</a>	Григулецкий, В. Г. Цифровые технологии в АПК. Цифровые модели роста и продуктивности сельскохозяйственных растений : учебное пособие для вузов / В. Г. Григулецкий. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 316 с. — ISBN 978-5-507-49433-0. — Текст : электронный. — Режим доступа: для авториз. пользователей.	-
<a href="https://e.lanbook.com/book/360185">https://e.lanbook.com/book/360185</a>	Учение о лесе и основы лесопаркового хозяйства : учебное пособие / А. А. Коровин, Т. Г. Зеленская, С. В. Окрут [и др.]. — Ставрополь : СтГАУ, 2022. — 104 с. — Текст : электронный. — Режим доступа: для авториз. пользователей.	-

#### 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
<a href="https://www.minstroyrf.gov.ru/docs/14465/">https://www.minstroyrf.gov.ru/docs/14465/</a>	СП 42.13330.2016 Планировка и застройка городских и сельских поселений (С Изменением №3 с 10.07.2022 и Изменением № 4 с 31.05.2022)
<a href="http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201804230049">http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201804230049</a>	Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 29 марта 2018 года N 122 «Об утверждении Лесоустроительной инструкции»

#### 8. Перечень информационных технологий

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

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
-------	--------------

1	Программное обеспечение для обработки изображений Fiji (лицензия GNU GPL)
2	Программная среда R (лицензия GNU GPL)
3	Библиотека для моделирования переноса излучения foursail2 (лицензия GNU GPL)
4	Программное обеспечение для светотехнических расчетов (свободно распространяемое ПО)

8.2. 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	Лекционная аудитория, оснащенная проектором	
2	Специализированная учебная лаборатория «Мониторинг и контроль природно-технических систем», оснащенная вычислительными машинами с установленным программным обеспечением и оборудованием для исследования лесных насаждений	51-07 (БМ)

## 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	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	

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

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	1. Перечислите основные параметры древостоев и характеристики полога	ПК-3.3.1

	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Укажите экологическую роль компонентов лесного насаждения.</li> <li>3. Назовите подходы к исследованию структуры растительного покрова.</li> <li>4. Перечислите способы изучения пространственных и временных вариаций индекса листовой поверхности</li> <li>5. Опишите роль лесных насаждений в формировании экологического каркаса территорий.</li> <li>6. Приведите примеры использования методов компьютерного зрения для определения параметров древостоев</li> <li>7. Приведите классификацию методов исследования растительности.</li> <li>8. Перечислите задачи лесоведения, решаемые с помощью дистанционного зондирования.</li> <li>9. Приведите примеры оценки отдельных характеристик леса в разных диапазонах спектра при активном и пассивном зондировании.</li> <li>10. Расскажите, как создаются цифровые векторных образов листьев.</li> <li>11. Перечислите инструменты, с помощью которых могут быть созданы полигональные модели растений на основе облаков точек, полученных в ходе трехмерного сканирования.</li> <li>12. Приведите примеры параметрических моделей фитоэлементов.</li> <li>13. Перечислите и кратко охарактеризуйте программные продукты для моделирования переноса излучения.</li> <li>14. Расскажите, что из себя представляет мозаика Вороного.</li> <li>15. Дайте определение L-системы</li> </ol>	
2	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сравните друг с другом инструменты для оценки высоты деревьев (определите цель, выберите критерии и выполните сравнение альтернатив).</li> <li>2. Сравните друг с другом инструменты для измерения параметров крон (определите цель, выберите критерии и выполните сравнение альтернатив).</li> <li>3. Сравните друг с другом инструменты для оценки формы листьев (определите цель, выберите критерии и выполните сравнение альтернатив).</li> <li>4. Сравните друг с другом инструменты для оценки диаметра дерева (определите цель, выберите критерии и выполните сравнение альтернатив).</li> <li>5. Выберите подход к оценке распределения фитоэлементов по углам наклона для указанной преподавателем системы зеленых насаждений</li> <li>6. Выберите подход к оценке пропускания света растительным пологом</li> <li>7. Определите тип модели дерева, которая позволит решить указанную преподавателем задачу</li> </ol>	ПК-3.У.1

	техносферной безопасности.	
3	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Опишите схему измерения высоты дерева с помощью лазерного дальномера-угломера.</li> <li>2. Создайте цифровую трехмерную твердотельную модель листа указанного дерева.</li> <li>3. Внедрите модель дерева в предоставленную сцену для оценки пропускания света пологом</li> <li>4. Выполните симуляцию переноса излучения на основе имеющейся геометрической модели.</li> <li>5. Оцените ослабление светового потока пологом.</li> <li>6. Составьте алгоритм обработки изображений с горизонтированной камеры для получения оценок ориентации фитоэлементов</li> <li>7. Определите набор спутниковых продуктов для решения конкретной задачи оценки состояния растительности</li> <li>8. Сгенерируйте двумерную L-систему</li> </ol>	ПК-3.В.1

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												
	<p>1. Прочитайте текст и напишите развернутый обоснованный ответ. Определите значение коэффициента формы ствола сосны для <math>\frac{1}{4}</math> высоты дерева, если диаметр на этой высоте составляет 18 см, а диаметр на высоте 1,3 м равен 21 см. Округлите ответ до сотых. Запишите ответ и обоснование.</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 типы моделей лесных насаждений. Для каждого типа выберите характерное для моделей этого типа преимущество из списка, приведенного в правом столбце.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Аббревиатура</th> <th colspan="2">Расшифровка</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>А</td> <td>Модель Ламберта-Бера</td> <td>1</td> <td>Позволяет максимально точно воспроизвести геометрию поверхности фитоэлементов</td> </tr> <tr> <td>Б</td> <td>Модель в виде облака точек</td> <td>2</td> <td>Позволяет с наименьшими затратами вычислительных</td> </tr> </tbody> </table>	Аббревиатура		Расшифровка		А	Модель Ламберта-Бера	1	Позволяет максимально точно воспроизвести геометрию поверхности фитоэлементов	Б	Модель в виде облака точек	2	Позволяет с наименьшими затратами вычислительных	ПК-3.3.1
Аббревиатура		Расшифровка												
А	Модель Ламберта-Бера	1	Позволяет максимально точно воспроизвести геометрию поверхности фитоэлементов											
Б	Модель в виде облака точек	2	Позволяет с наименьшими затратами вычислительных											

			ресурсов оценить пропускание света пологом	
В	Полигональная модель	3	Может стать основой для гибридных моделей лесного полога	
Г	Воксельная модель	4	Оптимальна для моделирования переноса излучения на обширных участках земной поверхности	
Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами				
А	Б	В	Г	
	<p>1. Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов. Укажите, с помощью какого оборудования может быть получено облако точек, пригодное для создания на его основе полигональной модели дерева.</p> <p>А) лидар Б) фотокамера В) реласкоп Г) мерная вилка.</p> <p>2. Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа. Укажите, что является неотъемлемой частью описания L-системы:</p> <p>А) количество ветвей Б) теорема В) аксиома Г) фактор</p>			ПК-3.У.1
	<p>1. Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо. Напишите, в каком порядке необходимо выполнить указанные действия, чтобы получить простейшую объемную модель листа на основе трех точек (от самого раннего к самому позднему).</p> <p>А) Преобразование линии в полигон Б) Построение эллипса, проходящего через три точки В) Выдавливание на заданную высоту Г) Настройка текстуры поверхности</p>			ПК-3.В.1

*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.

Структура предоставления лекционного материала:

1. Последовательность рассмотрения материала в течение семестра:

– Тема 1.1. Общие сведения о лесных насаждениях,

– Тема 2.1. Общие сведения о методах и инструментах исследования лесных насаждений

– Тема 2.2. Оценка размеров и формы элементов лесных насаждений

– Тема 2.3. Исследование ориентации фитоэлементов в пологе

– Тема 2.4. Использование авиационного и спутникового дистанционного зондирования для оценки характеристик лесных насаждений

– Тема 3.1. Геометрическое моделирование фитоэлементов и растительных организмов

– Тема 3.2. Моделирование развития растительных организмов и лесных насаждений

– Тема 3.3. Моделирование функционирования растений в составе природно-технических систем

2. Структура лекции:

– Рассмотрение плана лекции;

– Устное изложение материала лекции, сопровождаемое демонстрацией презентационных материалов;

– 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 прохождению практических занятий

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса и заключается в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является приобретение умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимся практических занятий:

– закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;

– развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;

– овладение новыми методами и методиками изучения дисциплины;

– выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;

– обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Функции практических занятий:

- познавательная;
- развивающая;
- воспитательная.

Практические занятия по дисциплине проводятся в интерактивной форме (занятия по моделированию реальных условий).

Занятия по моделированию реальных условий необходимы для ознакомления студентов с приемами работы с оборудованием для оценки параметров систем зеленых насаждений и программным обеспечением для создания и использования моделей и получения навыков работы с программными продуктами. Данная форма проведения занятий предполагает имитацию рабочей обстановки и моделирование процессов использования информации, программных и аппаратных средств для решения профессиональных задач.

#### Требования к проведению практических занятий

Для прохождения курса практических занятий студент должен:

- знакомиться с планом проведения каждого занятия,
- перед каждым занятием изучать теоретический материал, необходимый для выполнения предусмотренных планом заданий, анализировать исследуемые проблемы и готовить вопросы по теме занятия,
- в установленные сроки выполнять индивидуальные практические задания и участвовать в дискуссиях и коллективном решении поставленных задач,
- следовать ходу управляемой дискуссии и указаниям преподавателя.

Задание к выполнению практической работы выдается преподавателем в начале занятия в соответствии с планом занятий. Темы практических работ приведены в табл. 5 данной программы.

Отчет о практической работе, если его подготовка предусмотрена в конкретной работе, должен содержать: титульный лист, основную часть, выводы по результатам работы.

На титульном листе должны быть указаны: название дисциплины, название практической работы, фамилия и инициалы преподавателя, фамилия и инициалы студента, номер его учебной группы и дата защиты работы.

Основная часть должна содержать задание, результаты решения задач работы, расчетно-аналитические материалы (при необходимости), листинг кода/скрин экрана (при необходимости).

Раздел «Выводы» должны содержать основные результаты работы.

#### Требования к оформлению отчета о практической работе

Титульный лист отчета должен соответствовать шаблону, приведенному в секторе нормативной документации ГУАП <https://guap.ru/regdocs/docs/uch>

Оформление основной части отчета должно быть оформлено в соответствии с ГОСТ 7.32-2017. Требования приведены в секторе нормативной документации ГУАП <https://guap.ru/regdocs/docs/uch>

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/regdocs/docs/uch>

### 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 выполнения практических работ. 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 (8 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 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](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