



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА
(РОСАВИАЦИЯ)**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ»**



УТВЕРЖДАЮ

Ректор

Ю.Ю. Михальчевский

«14» 06 2021 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Геоинформационные основы навигации

Специальность

**25.05.05 Эксплуатация воздушных судов и организация
воздушного движения**

Специализация

Организация аэронавигационного обеспечения полетов воздушных судов

Квалификация выпускника
инженер

Форма обучения
очная

Санкт-Петербург
2021

1 Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины являются:

- освоение студентами принципов построения применения систем координат и аэронавигационных карт, измерения времени и определения моментов естественного освещения;
- приобретение практических навыков решения задач аэронавигационного обеспечения, выполнения инженерных расчетов.

Задачами освоения дисциплины являются:

- изучение студентами понятий систем координат, картографической проекции, систем измерения времени, а также их характеристик, методов использования при выполнении аэронавигационных расчетов;
- формирование навыков инженерных расчетов, связанных с определением координат, расстояний и направлений на земной поверхности, оценкой искажений на картах, определением моментов естественного освещения.

Дисциплина обеспечивает подготовку выпускника к эксплуатационно-технологическому виду профессиональной деятельности.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Геоинформационные основы навигации» представляет собой дисциплину, относящуюся к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина базируется на результатах обучения, полученных при изучении дисциплин «Высшая математика», «Аэронавигация».

Дисциплина «Геоинформационные основы навигации» является обеспечивающей для дисциплин «Аэронавигационное обеспечение полетов», «Навигационное планирование полетов», производственной эксплуатационно-технологической практики.

Данная дисциплина изучается в 4 семестре.

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Код компетенции / индикатора	Результат обучения: наименование компетенции; индикаторы компетенции
ОПК-10	Способен использовать основные законы математических и естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, в том числе с использованием программных средств

Код компетенции / индикатора	Результат обучения: наименование компетенции; индикаторы компетенции
ИД ¹ _{ОПК10}	Знает и понимает основные законы математики и естественных наук и важность их использования в профессиональной деятельности.
ИД ² _{ОПК10}	Использует основные законы математики и естественных наук, в том числе для решения профессиональных задач, применяет программные средства.
ПК-3	Способен проводить предварительные и предполетные навигационные расчеты
ИД ¹ _{ПК3}	Подбирает необходимые данные, для выполнения навигационных расчетов
ИД ² _{ПК3}	Выполняет предварительные и предполетные навигационные расчеты
ПК-6	Способен обеспечивать качество аэронавигационных данных на этапах их создания и обработки
ИД ¹ _{ПК6}	Определяет значения элементов аэронавигационных данных с обеспечением требуемого уровня их качества
ИД ² _{ПК6}	Выполняет верификацию и валидацию аэронавигационных данных в процессе их обработки в целях обеспечения требуемого уровня качества
ПК-8	Способен и готов составлять навигационный план полета
ИД ¹ _{ПК8}	Выбирает оптимальный маршрут и профиль полета в соответствии с установленными требованиями и ограничениями
ИД ² _{ПК8}	Составляет навигационный план полета
ПК-10	Способен организовывать и осуществлять информационное обеспечение навигационных комплексов и систем
ИД ¹ _{ПК10}	Подбирает и систематизирует данные для автоматизированных навигационных систем
ИД ² _{ПК10}	Демонстрирует способность формировать, контролировать и обновлять базы аэронавигационных данных навигационных комплексов и систем

Планируемые результаты изучения дисциплины:

Знать:

- фигуру Земли и виды ее движения;
- основные системы отсчета и геодезические системы координат;
- свойства картографических проекций, применяемых в аэронавигации.
- понятие геодезической линии на эллипсоиде;
- основные понятия сферической тригонометрии;

- методы решения прямой и обратной геодезических задач;
- математическую основу аэронавигационных карт;
- способы изображения земного эллипсоида на сфере;
- методику вычисления направлений и расстояний на земной поверхности;
- уровни отсчета и виды высот;
- основные точки и линии на небесной сфере;
- системы небесных координат;
- системы измерения времени;
- структуру Солнечной системы и характер движения небесных светил;
- структуру гравитационного поля Земли;

Уметь:

- осуществлять подбор аэронавигационных карт;
- рассчитывать параметры линий положения на сфере;
- вычислять ортодромические направления, расстояния и координаты пунктов;
- рассчитывать параметры проекций;
- определять вид картографической проекции;
- производить расчет расстояний и направлений на земной поверхности;
- определять координаты пунктов;
- преобразовывать высоты к другим уровням отсчета;
- производить преобразование времени суток из одной системы в другую;
- определять условия естественного освещения.

Владеть:

- навыками работы с аэронавигационными картами;
- методами преобразования геодезических координат;
- способами преобразования угловых величин и расстояний;
- навыками применения калькуляторов и компьютеров для геодезических расчетов;
- навыками измерения расстояний и направлений на картах.

4 Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 академических часов.

Наименование	Всего часов	Семестр
		4
Общая трудоемкость дисциплины	180	180
Контактная работа	74,5	74,5
Лекции	36	36
практические занятия	32	32
Семинары	-	-

лабораторные работы	-	-
курсовой проект (работа)	4	4
Самостоятельная работа студента	72	72
Промежуточная аттестация:	36	36
контактная работа	2,5	2,5
самостоятельная работа по подготовке к экзамену	33,5	33,5

5 Содержание дисциплины

5.1 Соотнесения тем дисциплины и формируемых компетенций

Темы дисциплины	Количество часов	Компетенции						
		ОПК-10	ПК-3	ПК-6	ПК-8	ПК-10	Образовательные технологии	Оценочные средства
Тема 1. Предмет и история дисциплины	4	+					ВК, Л, СРС	5МТ
Тема 2. Фигура и движение Земли	12	+	+		+	+	Л, ПЗ, ЛВ, СРС	У
Тема 3. Геодезические системы координат	18						Л, ВЛ, ПЗ, СРС	5МТ, У, ПрЗ,
Тема 4. Геодезические задачи на сфере	24						Л, ПЗ, СРС	У, ПрЗ,
Тема 5. Основы математической картографии	24				+	+	Л, ПЗ, СРС	У, ПрЗ
Тема 6. Картографические проекции аэронавигационных карт	34			+	+	+	Л, ПЗ, ЛВ, СРС	У, ПрЗ, 5МТ
Тема 7. Измерение времени	16	+	+			+	Л, ПЗ, ЛВ, СРС	У, ПрЗ
Тема 8. Определение моментов естественного освещения	12			+		+	Л, ПЗ, ЛВ, СРС	5МТ, Прз
Итого по дисциплине	144							
Промежуточная аттестация	36							
Всего по дисциплине	180							

Сокращения: Л – лекция, ЛВ – лекция-визуализация, ВЛ - видеолекция, 5МТ – пятиминутный тест, ПЗ – практическое занятие, ПрЗ – практическое

задание, У – устный опрос, СРС – самостоятельная работа студента, ВК – входной контроль.

5.2 Темы дисциплины и виды занятий

Наименование темы дисциплины	Л	ПЗ	С	ЛР	СРС	КР	Всего часов
Тема 1. Предмет и история дисциплины	2	–	–	–	2	–	4
Тема 2. Фигура и движение Земли	2	4	–	–	6	–	12
Тема 3. Геодезические системы координат	6	6	–	–	6	–	18
Тема 4. Геодезические задачи на сфере	6	8	–	–	8	2	24
Тема 5. Основы математической картографии	6	2	–	–	16	–	24
Тема 6. Картографические проекции аэронавигационных карт	10	6	–	–	18	–	34
Тема 7. Измерение времени	2	4	–	–	10	–	16
Тема 8. Определение моментов естественного освещения	2	2	–	–	6	2	12
Итого по дисциплине	36	32	–	–	72	4	144
Промежуточная аттестация							36
Всего по дисциплине							180

Условные сокращения: ЛР – лабораторная работа, С – семинар, КР – курсовая работа

5.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Предмет и история дисциплины

Предмет дисциплины «Геоинформационные основы навигации». Задачи высшей геодезии и картографии. Структура курса. Основные исторические этапы развития картографии и геодезии. Метод триангуляции. Понятие о геодезических сетях.

Тема 2. Фигура и движение Земли

Физическая поверхность Земли. Отвесная линия, направление силы тяжести. Уровенная поверхность. Геоид. Понятие о квазигеоиде. Основные сведения о гравитационном поле Земли. Аппроксимация земной поверхности с помощью эллипсоида вращения. Референц-эллипсоид. Вращение Земли вокруг своей оси и движение по орбите. Прецессия и нутация. Движение полюсов. Изменение скорости вращения Земли.

Тема 3. Геодезические системы координат

Виды прямоугольных земных систем координат. Геоцентрические системы координат: инерциальные и гринвичские. Сферическая система координат. Ортодромические координаты как косые сферические. Геодезическая система координат. Радиусы кривизны меридиана и первого вертикала, средний радиус кривизны. Понятие о гравитационном поле Земли. Понятия о системах высот. Квазигеоид. Ортометрическая, нормальная, геодезическая высоты. Понятие о системе отсчета. ITRS и ITRF. Основные геодезические системы и их связь (СК-42, СК-95, ПЗ-90.02, ПЗ-90.11, ГСК-2011, WGS-84). Преобразование геодезических координат. Прямая и обратная геодезические задачи, способы их решения.

Тема 4. Геодезические задачи на сфере

Аппроксимация земной поверхности (эллипсоида) сферой. Нормальная сферическая система координат. Основные понятия сферической тригонометрии. Сферические треугольники и их решение. Ортодромия, её уравнение и основные свойства. Путевой угол и длина ортодромии. Координаты полюса и вертекса ортодромии. Расчет промежуточных точек ортодромии. Угол схождения меридианов на сфере. Косая сферическая (ортодромическая) система координат. Вычисление ортодромических координат пунктов. Ортодромическая система координат на плоскости, условия её применения. Локсодромия, её уравнение и основные свойства. Боковое уклонение локсодромии от ортодромии, увеличение длины локсодромии по отношению к ортодромии. Линии положения на сфере: линия равных пеленгов самолета, линия равных пеленгов радиостанции, линия равных расстояний, линия равных разностей расстояний. Геодезическая линия на земном эллипсоиде. Понятие о вычислении азимутов и расстояний между пунктами на земном эллипсоиде.

Тема 5. Основы математической картографии

Картографическая проекция, её сущность, общий вид уравнений картографических проекций. Главный масштаб. Частный масштаб. Основы теории искажений при картографическом проектировании: искажение расстояний, направлений, углов, площадей. Главные направления на карте. Эллипс искажений. Частные масштабы по меридиану и параллели.

Классификация картографических проекций по характеру искажений и виду нормальной сетки, а также по расположению вспомогательной поверхности.

Тема 6. Картографические проекции аэронавигационных карт

Прямые цилиндрические проекции. Простая цилиндрическая проекция. Прямая равноугольная цилиндрическая проекция Меркатора, уравнения и основные свойства. Поперечная равноугольная цилиндрическая проекция Гаусса-Крюгера. Прямоугольная система координат Гаусса-Крюгера. Топографические карты, их содержание. Измерение направлений и расстояний на топографических картах. Сближение меридианов, дирекционный угол. Прямые азимутальные проекции. Классификация азимутальных проекций, полученных по методу геометрической перспективы. Центральная полярная (гномоническая) проекция, её основные свойства. Полярная стереографическая проекция и её основные свойства. Прямые конические проекции. Прямая равноугольная коническая проекция Ламберта и её основные свойства. Поликонические проекции. Видоизмененная поликоническая (международная) проекция и её основные свойства. Информационные функции карты. Документы ИКАО, регламентирующие стандарты и рекомендуемую практику по аэронавигационным картам. Аэронавигационные карты ИКАО. Методика аэронавигационной характеристики карты.

Тема 7. Измерение времени

Небесная сфера. Системы небесных координат (горизонтальная, первая и вторая экваториальные). Параллактический треугольник. Часовой угол, звездное время, истинное солнечное время, среднее солнечное время, местное время, поясное, декретное, летнее времена. Преобразование времени. Понятие о часах. Поправка, ход, вариация, нестабильность часов. Атомное время. Всемирное координированное время. Календарь.

Тема 8. Определение моментов естественного освещения

Элементы естественного освещения: восход, заход, рассвет, наступление темноты, сумерки. Способы определения условий естественного освещения. Расчет по формулам. Авиационные астрономические ежегодники, календарные справочники. Определение элементов встречи с восходом и заходом, рассветом и темнотой.

5.4 Практические занятия

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (часы)
-----------------------	-------------------------------	---------------------

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (часы)
2	ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1. Техника расчетов на микрокалькуляторе	2
2	ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 2. Элементарные геодезические расчеты на микрокалькуляторе	2
3	ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №3. Расчет элементов эллипсоида	2
3	ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №4. Расчет координат порога ВПП	2
3	ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №5. Преобразование геодезических координат	2
4	ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №6. Преобразование геодезических координат в сферические	2
4	ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №7. Расчет путевого угла и длины ортодромии	2
4	ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №8. Расчет промежуточных точек ортодромии	2
4	ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №9. Расчет частноортодромических координат	2
5	ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №10. Анализ уравнений картографической проекции	2
6	ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №11. Анализ карт проекции Гаусса-Крюгера	2
6	ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №12. Расчет координат Гаусса-Крюгера и дирекционного угла	2
6	ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №13. Расчет частных масштабов в проекции Ламберта	2
7	ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №14. Системы небесных координат	2
7	ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №15. Преобразование времени	2
8	ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №16. Расчет элементов естественного освещения	2
	Итого по дисциплине	36

5.5 Лабораторный практикум

Лабораторный практикум учебным планом не предусмотрен.

5.6 Самостоятельная работа

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
1	Изучение теоретического материала. Предмет дисциплины. История геодезии и картографии [1], с.4-10.	2
2	Изучение теоретического материала. Фигура Земли. Геоид. Прецессия и нутация. Движение полюсов [1], с.11-18с.18-24, 35-83.	6
3	Изучение теоретического материала. Системы координат. Эллипсоид и его параметры. Гравитационное поле Земли. [1], с.18-24, 35-83. Подготовка к тесту, устному опросу и решению практических заданий.	6
4	Выполнение заданий курсовой работы [3], с 22-28. Изучение теоретического материала. Ортодромия. Локсодромия. Линии положения. [1], с.84-121 [3], с.6-23.	8
5	Изучение теоретического материала . Картографическая проекция. Масштаб. Основы теории искажений [1], с.127-148.	16
6	Изучение теоретического материала . Свойства карт в различных проекциях. [1], с.148-202, [2] с.31-60 Выполнение заданий курсовой работы [3], с. 28-35.	8
7	Изучение теоретического материала . Системы небесных координат. Измерение времени. [1], с.209-233, [2] с.61-79.	10
8	Изучение теоретического материала [1], с.233-240, [2], с.79-82 Выполнение заданий курсовой работы	6

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
	[3], с.16-21.	
Итого по дисциплине		44

5.7 Курсовые работы

Наименование этапа выполнения курсовой работы (проекта)	Трудоемкость (часы)
Этап 1. Выдача задания на курсовую работу. Выполнение задания 1 в соответствии с [3]	2
Этап 2. Выполнение заданий 8 и 9 в соответствии с [3]	16 (СРС)
Этап 3. Выполнение заданий 2-4 в соответствии с [3]	
Этап 4. Выполнение заданий 6 и 7 в соответствии с [3]	
Этап 5. Выполнение задания 5 в соответствии с [3]	
Защита курсовой работы	2
Итого за семестр:	20
самостоятельная работа студента, отведенная на выполнение курсовой работы	16
по учебному плану	4

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Сарайский, Ю. Н. **Геоинформационные основы навигации**: Учеб. пособ. для вузов. Допущ. УМО [электронный ресурс, текст] / Ю. Н. Сарайский. - СПб.: ГУ ГА, 2010. - 248с. Количество экземпляров 250.

2. **Геоинформационные основы навигации**:Метод.указ. по изучению дисциплины и выполнению контрольной работы. Для студентов ЗФ специализации ОЛР и профиля ЛЭГВС [электронный ресурс, текст] / Сарайский Ю.Н., сост. - 2-е изд.испр. и доп. - СПб. : ГУ ГА, 2015. - 95с. Количество экземпляров 380.

3. **Геоинформационные основы навигации**: Метод.указ. и задание на курсовую работу. Для студентов ФЛЭ [Текст] / Сарайский Ю.Н.,сост. - СПб. : ГУ ГА, 2013. - 38с. Количество экземпляров 120.

б) дополнительная литература

4. Аникин А.М. **Авиационная картография**: Учеб.пособ. Утв. УУЗ МГА [текст]/ Аникин А.М., Малишевский А.В. – Л.: ОЛАГА, 1987.- 72 с. Количество экземпляров 268.

5. Аникин А.М. **Авиационная картография**: Учеб.пособ. Утв. УУЗ МГА [текст]/ Аникин А.М., Малишевский А.В. – Л.: ОЛАГА, 1988.- 66 с. Количество экземпляров 115.

в) перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

6. «**Геодезия и картография**» – сайт журнала «Геодезия и картография» [Электронный ресурс]/Режим доступа: <http://geocartography.ru/>, свободный (дата обращения 17.12.2020).

7. «**Навигатор геодезиста**» - сайт [Электронный ресурс] /Режим доступа: <http://www.geodezist.info/test/literatura/literatura.php>, свободный (дата обращения 9.01.2018).

г) программное обеспечение (лицензионное), базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

8. Автоматизированная система «Брифинг». (Госконтракт № 8852 от 03.12.2008, бессрочное пользование).

7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование дисциплины, практик в соответствии с УП	Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Геоинформационные основы навигации	Ауд. 312 «Компьютерный класс»	- сервер (с монитором), обеспечивающий выход в Интернет, - компьютеры Celeron 3 (системные блоки и ЖК-мониторы), объединенные в сеть – 13 шт., - мультимедиапроектор SANYO, - аудиосистема YAMAHA, - кондиционер DALKIN, - автоматический экран Bardnet, - лазерный принтер HP	Microsoft Windows Server 2003 Standard Edition (лицензия № 46231032 от 4 декабря 2009 года) Microsoft Windows XP Professional (лицензия № 43471843 от 07 февраля 2008 года) Kaspersky Anti-Virus Suite для WKS и FS (лицензия № 1D0A170720092603110550 от 20 июля 2017 года)

		P2014	
Геоинформационные основы навигации	Ауд. 315 «Мультимедийная аудитория»	<ul style="list-style-type: none"> - интерактивная доска QOMO, - проектор NEC U310W с возможностью выводить объемные 3D-изображения, - презентационный компьютер - FTP-сервер, - компьютеры (ноутбуки) Lenovo с установленным программным обеспечением UltraVNC – 25 шт., - документ-камера QOMO QD3700, - интерактивный планшет, - планшетный компьютер SamsungGalaxyTab GT-P1010, - видеокамера SONY EVI-070p, - беспроводная микрофонная гарнитура Beyerdynamic OPUS 650, - громкоговоритель потолочного монтажа APART, - устройство записи EriphonLecturerecorder, - многофункциональный стол-сейф преподавателя, - кондиционер LESSAR, - магнитомаркерная доска Magnetoplan, - моторизованные раздвижные шторы 	<p>Microsoft Windows 7 Professional (лицензия № 46231032 от 4 декабря 2009 года)</p> <p>Microsoft Windows 10 Professional (лицензия № 66373655 от 28 января 2016 года)</p> <p>Microsoft Windows Office Professional Plus 2007 (лицензия № 47653847 от 9 ноября 2010 года)</p> <p>Acrobat Professional 9 (лицензия № 4400170412 от 13 января 2010 года)</p> <p>Kaspersky Anti-Virus Suite для WKS и FS (лицензия № 1D0A170720092603110550 от 20 июля 2017 года)</p>
Геоинформационные основы навигации	Ауд. 309 «Класс авиационной картографии»	<p>Комплект учебной мебели</p> <p>Настенные стенды и плакаты</p> <p>Аэронавигационный глобус</p>	

8 Образовательные и информационные технологии

Входной контроль проводится в форме теста с целью оценивания остаточных знаний по ранее изученным дисциплинам или разделам изучаемой дисциплины.

При изучении дисциплины используются как традиционные лекции, так и интерактивные лекции.

Лекция - логически стройное систематизированное изложение учебного материала в последовательной, ясной, доступной форме. В лекции делается акцент на реализацию главных идей и направлений в изучении дисциплины, дается установка на последующую самостоятельную работ

Интерактивные методы обучения – методы обучения, основанные на взаимодействии обучающегося с учебным окружением (другими обучающимися, преподавателем, компьютерной системой и т.п.). Они позволяют интенсифицировать процесс понимания, усвоения и творческого применения знаний при решении практических задач. При активном обучении студент выступает в большей степени субъектом учебной деятельности.

В дисциплине «Геоинформационные основы навигации» интерактивные методы обучения используются в форме лекции-визуализации, видеолекции.

Лекция-визуализация учит студентов преобразовывать устную и письменную информацию в визуальную форму, что формирует у них профессиональное мышление за счет систематизации и выделения наиболее значимых, существенных элементов содержания обучения. В данном типе лекции передача преподавателем информации студентам сопровождается показом различных рисунков, структурно-логических схем, опорных конспектов, диаграмм и т. п. с помощью ТСО и ЭВМ (слайды, видеозапись, дисплеи, интерактивная доска и т. д.). В процессе проведения лекции преподаватель, опираясь на аудиовизуальные материалы, осуществляет их развернутое комментирование и вводит дополнительную информацию по теме лекции. Используются разные способы аудиовизуализации, например, презентации, выполненные с помощью соответствующих компьютерных программ. Лекции-визуализации используются при проведении занятий по темам № 2, 6, 7, 8.

Видеолекция – представляет собой видеозапись лекции «Современные системы координат», сопровождающейся демонстрацией слайдов,

Практические занятия – это метод репродуктивного обучения, обеспечивающий связь теории и практики, содействующий выработке у студентов умений и навыков применения знаний, полученных на лекции и в ходе самостоятельной работы.

Самостоятельная работа студента проводится с целью закрепления и совершенствования осваиваемых компетенций, предполагает сочетание самостоятельных теоретических занятий и самостоятельное выполнение практических заданий, описанных в рекомендованной литературе.

Самостоятельная работа студента проявляется в систематизации, планировании, контроле и регулировании его учебно-профессиональной деятельности, а также собственных познавательных-мыслительных действий без непосредственной помощи и руководства со стороны преподавателя. Основной целью самостоятельной работы студента является формирование навыка самостоятельного приобретения им знаний по некоторым несложным вопросам теоретического курса, закрепление и углубление полученных знаний, умений и навыков во время лекций и практических занятий. Самостоятельная работа подразумевает выполнение студентом поиска, анализа информации, проработку на этой основе учебного материала, подготовку к устному опросу, а также подготовку докладов.

9 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Устный опрос: предназначен для выявления уровня текущего усвоения компетенций обучающимся по мере изучения дисциплины. Проводится на практических занятиях в течение 10 минут с целью контроля усвоения теоретического материала, излагаемого на лекции. Перечень вопросов определяется уровнем подготовки учебной группы, а также индивидуальными особенностями обучающихся. Также устный опрос проводится для входного контроля по вопросам, перечисленным в п. 9.4.

5-ти минутный тест: предназначен для проверки студентов на предмет освоения материала предыдущей лекции.

Курсовая работа: это квалификационное письменное задание, выполняемое студентом в течение семестра для более глубокого ознакомления с проблематикой дисциплины. Цель курсовой работы - закрепление и углубление теоретических знаний, полученных при изучении учебных дисциплин ОПОП, формирование у студентов профессиональных компетенций и навыков самостоятельного решения профессиональных задач. В ходе выполнения курсовой работы студент осваивает нормы ведения научно-исследовательской деятельности, учится сортировать и анализировать материал, проводить самостоятельные изыскания, а затем системно излагать и правильно оформлять их, чтобы наглядно и убедительно продемонстрировать результаты своего труда.

Практические задания предназначены для закрепления полученных знаний, а также выработки необходимых умений и навыков. Проводятся с использованием микрокалькуляторов, специальных компьютерных программ, наглядных пособий и аэронавигационных карт. Контроль выполнения **практического задания** предназначен для оценки уровня сформированности навыков и умений, коррекции действий студента при выполнении задания.

Экзамен: промежуточная аттестация, оценивающая уровень освоения компетенций за семестр и за весь период изучения дисциплины. Билет включает 2 вопроса: теоретический и практический.

9.1 Балльно-рейтинговая оценка текущего контроля успеваемости и знаний студентов

Балльно-рейтинговая система не применяется.

9.2 Методические рекомендации по проведению процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Оценивание знаний, умений и навыков студента, характеризующих этапы формирования компетенций, проводится путем входного контроля, текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (экзамена).

Текущий контроль - основной вид систематической проверки знаний, умений, навыков студентов. К его достоинствам относятся систематичность, постоянный мониторинг качества обучения. Он позволяет получать первичную информацию о ходе и качестве усвоения учебного материала, а также стимулировать регулярную целенаправленную работу студентов.

Текущий контроль по дисциплине «Геоинформационные основы навигации» проводится в формах устного опроса, контроля выполнения практического задания и курсовой работы, пятиминутного теста.

Устный опрос позволяет оценить знания и кругозор студента, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки. Опрос - важнейшее средство развития мышления и речи. Он обладает большими возможностями воспитательного воздействия преподавателя. Обучающая функция состоит в выявлении деталей, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий.

Устный опрос проводится, как правило, в течение 10 минут. Перечень вопросов определяется уровнем подготовки учебной группы, а также индивидуальными особенностями обучающихся.

Ответы студентов при устном опросе оцениваются преподавателем с записью в журнале учета успеваемости. При оценке опросов анализу подлежит точность формулировок, связность изложения материала, обоснованность суждений, опора на учебную литературу. Также анализируется понимание обучающимся конкретной ситуации, правильность применения практических методов и приемов, способность обоснования выбранной точки зрения, глубина проработки практического материала.

Пятиминутный тест. Тестирование проводится, как правило, в течение 4-7 минут по темам в соответствии с данной программой и предназначено для проверки обучающихся на предмет освоения материала предыдущей лекции. Тест считается успешно пройденным, если правильные ответы даны не менее,

чем на 70% вопросов. Результаты теста фиксируются в журнале преподавателя и учитываются им при выборе дополнительных вопросов на экзамене.

Практическое задание. Самостоятельная работа подразумевает выполнение практических заданий. Все задания, выносимые на самостоятельную работу, выполняются студентом либо в конспекте, либо на отдельных листах формата А4 (по указанию преподавателя). Контроль выполнения заданий, выносимых на самостоятельную работу, осуществляет преподаватель.

Контроль с помощью практического задания обладает следующими достоинствами:

- экономия времени преподавателя;
- возможность поставить всех студентов в одинаковые условия;
- возможность разработки равноценных по трудности вариантов вопросов;
- уменьшение субъективного подхода к оценке подготовки студента, обусловленного его индивидуальными особенностями.

Оценка практического задания заключается в сравнении полученного студентом результата с правильным (эталонным). Оценка за задание не ставится – оно может быть либо зачтено, либо не зачтено.

Студенту предоставляется возможность повторно выполнить незачтенное задание. Все задания до начала экзаменационной сессии должны быть выполнены, в противном случае студент должен выполнить их во время экзамена.

Защита курсовой работы. Курсовая работа является важным средством формирования компетенций. При защите проверяются:

- правильность численных результатов;
- понимание студентом смысла выполняемого задания;
- последовательность выполнения заданий курсовой работы;
- способность применить полученные теоретические знания на практике.

Экзамен позволяет оценить уровень освоения компетенций за весь период изучения дисциплины. Проведение экзамена состоит из ответов на вопросы билета. Экзамен предполагает ответ на теоретический вопрос из перечня вопросов, вынесенных на экзамен, и выполнение практического задания. К моменту сдачи экзамена должны быть благополучно пройдены предыдущие формы контроля. Методика формирования результирующей оценки в обязательном порядке учитывает активность студентов на занятиях, посещаемость занятий, оценки за практические работы и тесты.

9.3 Темы курсовых работ (проектов) по дисциплине

При изучении дисциплины «Геоинформационные основы навигации» выполняется курсовая работа «Геоинформационные задачи в аэронавигационном обеспечении полетов» по вариантам.

Исходные данные для выполнения курсовой работы определяются по правилам, изложенным в методических указаниях по выполнению курсовой работы [3].

9.4 Контрольные вопросы для проведения входного контроля остаточных знаний по обеспечивающим дисциплинам

Пример тестового задания, оценивающего готовность студента к освоению дисциплины «Геоинформационные основы навигации».

1. Как найти катет прямоугольного треугольника, если известны гипотенуза и противолежащий угол?
2. Каким образом производится умножение матрицы на вектор-столбец?
3. Каков физический смысл производной?
4. Каким образом можно определить экстремум функции?
5. Каков геометрический смысл определенного интеграла?
6. Чему равен косинус нуля градусов?
7. Какие Вы знаете доказательства того, что земля круглая?
8. Как найти определенный интеграл функции?
9. Вычислите значения следующих математических выражений:

$$\cos(\alpha + \beta) =$$

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x} =$$

10. Что такое потенциал гравитационного поля?

9.5 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Компетенции	Показатели оценивания (индикаторы достижения) компетенций	Критерии оценивания
I этап		
ОПК-10 ПК-3 ПК-6 ПК-8 ПК-10	ИД ¹ _{ОПК10} ИД ² _{ОПК10} ИД ¹ _{ПК3} ИД ² _{ПК3} ИД ¹ _{ПК6} ИД ² _{ПК6} ИД ¹ _{ПК8} ИД ² _{ПК8} ИД ¹ _{ПК10} ИД ² _{ПК10}	Знать: - фигуру Земли и виды ее движения; - основные системы отсчета и геодезические системы координат; - свойства картографических проекций, применяемых в аэронавигации. - понятие геодезической линии на эллипсоиде; - основные понятия сферической тригонометрии; - методы решения прямой и обратной геодезических задач; - математическую основу аэронавигационных карт; - способы изображения земного эллипсоида на сфере; - методику вычисления направлений и расстояний на земной поверхности; - уровни отсчета и виды высот. Уметь: - осуществлять подбор аэронавигационных карт;

		<ul style="list-style-type: none"> - рассчитывать параметры линий положения на сфере; - вычислять ортодромические направления, расстояния и координаты пунктов; - рассчитывать параметры проекций; - определять вид картографической проекции; - производить расчет расстояний и направлений на земной поверхности; - определять координаты пунктов; - преобразовывать высоты к другим уровням отсчета. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками работы с аэронавигационными картами; - методами преобразования геодезических координат; - способами преобразования угловых величин и расстояний.
II этап		
<p>ОПК-10 ПК-3 ПК-6 ПК-8 ПК-10</p>	<p>ИД¹_{ОПК10} ИД²_{ОПК10} ИД¹_{ПК3} ИД²_{ПК3} ИД¹_{ПК6} ИД²_{ПК6} ИД¹_{ПК8} ИД²_{ПК8} ИД¹_{ПК10} ИД²_{ПК10}</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные точки и линии на небесной сфере; - системы небесных координат; - системы измерения времени; - структуру Солнечной системы и характер движения небесных светил; - структуру гравитационного поля Земли. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - производить преобразование времени суток из одной системы в другую; - определять условия естественного освещения. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками применения калькуляторов и компьютеров для геодезических расчетов; - навыками измерения расстояний и направлений на картах.

Шкала оценивания курсовой работы

«Отлично» – в курсовой работе студент логично и последовательно излагает материал, демонстрирует умение поиска, оценки и использования необходимой информации. Расчеты в курсовой работе обоснованы и выполнены правильно на 90-100 %. Выводы грамотно сформулированы и обоснованы. Курсовая работа оформлена аккуратно согласно требованиям к оформлению без орфографических и грамматических ошибок, выполнена и сдана на проверку своевременно. Студент при защите курсовой работы доступно и ясно представляет ее результаты, всесторонне оценивает и интерпретирует полученные результаты, доказывает их значимость и валидность, а также демонстрирует самостоятельное и творческое мышление. Грамотно и аргументировано полемизирует

«Хорошо» – в курсовой работе студент допускает маленькое число недочетов и смысловых ошибок, логика и последовательность изложения материала незначительно нарушены. Студент демонстрирует умения поиска, оценки и использования необходимой информации с незначительными

недочетами. Расчеты в курсовой работе обоснованы и выполнены правильно. Выводы сформулированы с небольшими неточностями. Курсовая работа оформлена аккуратно согласно требованиям к оформлению с небольшим количеством орфографических и грамматических ошибок, выполнена и сдана на проверку своевременно. Студент доступно и ясно представляет результаты курсовой работы. Ответы на вопросы полные. Студент оценивает и интерпретирует полученные результаты с незначительными неточностями, доказывает их значимость и валидность. Демонстрирует самостоятельное мышление. Владеет навыками полемики.

«Удовлетворительно» – в курсовой работе студент допускает значительные недочеты и смысловые ошибки. Студент излагает материал, нарушая последовательность и логику изложения, и использует недостаточный объем необходимой информации. Расчеты в курсовой работе обоснованы и выполнены правильно на 80-90%. Выводы сформулированы со значительными неточностями или не все выводы сформулированы. Курсовая работа оформлена неаккуратно с большим количеством орфографических и грамматических ошибок. Курсовая работа выполнена и сдана на проверку позже указанного срока. Во время защиты курсовой работы студент с трудом докладывает ее результаты. Ответы на вопросы неполные. Студент не может оценить полученные результаты и интерпретирует их со значительными неточностями.

«Неудовлетворительно» – в курсовой работе отсутствует актуальность и новизна работы, цели и задачи курсовой работы определены неверно. Изложение материала в курсовой работе непоследовательно и нелогично. Расчеты не обоснованы и выполнены правильно менее, чем на 70 %. Выводы не сформулированы. Использованные источники не соответствуют теме и содержанию курсовой работы. Оформление курсовой работы не соответствует требованиям. Большое количество орфографических и грамматических ошибок. Студент не может представить результаты курсовой работы. Не отвечает на вопросы или отвечает неверно.

Результатирующая оценка за экзамен и защиту курсовой работы является средневзвешенной оценкой по результатам оценивания знаний, умений и навыков студента, проявленных им на экзамене (защите курсовой работы).

9.6 Типовые контрольные задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам обучения по дисциплине

Примерный перечень контрольных вопросов для проведения текущего контроля успеваемости

1. Какую форму имеет Земля? Что такое геоид, квазигеоид, эллипсоид?
2. Что такое геодезические широта и долгота? Чем они отличаются от сферических?
3. Что такое ортодромия? Каковы ее основные свойства?

4. В какой системе координат представлена информация на картах и в документах аэронавигационной информации России? В какой системе координат она должна быть представлена по требованиям ИКАО?
5. Разъясните, что такое картографическая проекция?
6. Что называется главным масштабом?
7. Что такое частный масштаб?
8. Что называют эллипсом искажений?
9. Каков физический смысл эллипса искажений?
10. Сколько главных и частных масштабов существует в каждой точке карты?
11. Как классифицируются проекции по характеру искажений?
12. Каким должно быть соотношение частных масштабов по меридиану и параллели, чтобы проекция была равноугольной, равнопромежуточной?
13. Что такое нормальная картографическая сетка?
14. Как классифицируются проекции по виду нормальной сетки?
15. Какой вид имеет эллипс искажений в равноугольных и в равнопромежуточных проекциях? Как он изменяется с изменением широты точки?
16. Как выглядит сетка меридианов и параллелей в проекциях Меркатора, Ламберта?
17. В какой проекции ортодромия изображается прямой линией?
18. В какой проекции локсодромия изображается прямой линией?
19. Что за линии нанесены вместо меридианов и параллелей на картах в проекции Гаусса-Крюгера?
20. Как строится сетка международной проекции?
21. В какой проекции составлены отечественные радионавигационные карты? В каком месте на этих картах искажения минимальны?
22. Какие проекции карт используются для изображения полярных районов?
23. Какие проекции карт используются для морской навигации?
24. Как называется время, которое у Вас на часах?
25. Каково сейчас местное время на меридиане 23° западной долготы?
26. Что такое часовой угол светила, склонение светила, высота светила?
27. Разъясните, что такое UTC?
28. Что называется видимым восходом и заходом? Почему они отличаются от истинных?
29. Что такое сумерки?

Типовые примеры практических заданий

1. Преобразуйте широту $\rho 245' 36,76''$ в градусы и десятичные доли градусов, а также в радианы.
2. Определите по карте геодезические координаты указанной точки.

3. Рассчитайте с точностью до седьмого знака после запятой первую сфероидическую функцию и радиус кривизны меридиана на эллипсоиде WGS-84 для широты $62^{\circ} 35' 36,86''$.

4. Рассчитайте расстояние между точками со следующими координатами:

1) 37° с.ш. 29° в.д.

2) 41° с.ш. 26° в.д.

5. Рассчитайте максимальное искажение углов, если в данной точке карты частные масштабы по меридиану и параллели составляют соответственно 1,005 и 0,976.

6. Определите картографическую проекцию и главный масштаб представленной карты по внешнему виду координатной сетки.

7. Рассчитайте путевой угол ортодромии, проходящей через точки со следующими координатами:

1) 67° ю.ш. 20° в.д.

2) 61° ю.ш. 26° в.д.

8. Определите гринвичское и местное время в точке с координатами 41° с.ш. 26° в.д., если московское время 16.17.

9. Рассчитайте моменты восхода и захода Солнца по UTC 17 апреля в точке с координатами 67° ю.ш. 20° в.д.

10. Рассчитайте угол схождения меридианов между точками с координатами

1) 37° с.ш. 29° з.д.

2) 41° с.ш. 26° з.д.

Пример типового пятиминутного теста

Пятиминутный тест может проводиться преподавателем в виде устных вопросов с записью ответов студентами на бумаге, либо с использованием автоматизированной системы «Брифинг».

Задание: за время, пока преподаватель дважды читает вопрос, запишите ответ на него в виде одного-двух слов или чисел.

1. На эллипсоиде параллели имеют форму...

2. Радиус кривизны первого вертикала обозначается буквой...

3. В прямоугольной системе координат ось OZ направлена...

4. Верно ли, что через любые две точки на сфере можно провести только один большой круг?

5. На южном полюсе широта равна...

6. Если ВС летит с путевым углом 300, то широта увеличивается или уменьшается?

7. В какой геодезической системе ИКАО требует публиковать координаты?

8. Линия, перпендикулярная к геоиду, называется...

9. Морская миля равна...

10. Если эксцентриситет эллипсоида равен единице, то он имеет форму...

Примерные теоретические вопросы, выносимые на экзамен

- 1 Задачи картографии и геодезии. Земля и ее движение.
- 2 Основы теории искажений.
- 3 Основы сферической тригонометрии.
- 4 Цилиндрические проекции. Простая цилиндрическая проекция.
- 5 Небесная сфера и системы небесных координат.
- 6 Понятие о картографической проекции. Масштаб.
- 7 Измерение времени. Календарь.
- 8 Классификация картографических проекций.
- 9 Определение элементов естественного освещения.
- 10 Линии положения на сфере.
- 11 Классификация систем координат. Прямоугольная система координат.
- 12 Проекция Меркатора.
- 13 Геодезическая система координат и элементы земного эллипсоида.
- 14 Азимутальные проекции и их классификация.
- 15 Преобразование геодезических координат.
- 16 Центральная полярная проекция.
- 17 Сферические системы координат.
- 18 Равноугольная коническая проекция.
- 19 Система измерения высот.
- 20 Стереографическая проекция.
- 21 Изображение эллипсоида на сфере.
- 22 Конические проекции. Простая коническая проекция.
- 23 Ортодромия и ее свойства.
- 24 Преобразование нормальных сферических координат в ортодромические.
- 25 Определение элементов ортодромии (путевой угол, длина, координаты вертекса и промежуточных точек).
- 26 Поликонические проекции. Международная проекция.
- 27 Определение расстояний и направлений на поверхности эллипсоида.
- 28 Проекция и система координат Гаусса-Крюгера.
- 29 Локсодромия: свойства, путевой угол и длина.
- 30 Разграфка и номенклатура карт.

Примерные практические вопросы, выносимые на экзамен

1. Рассчитать путевой угол и длину ортодромии, проходящей через две заданные точки.
2. Рассчитать частноортодромические координаты радиомаяка.
3. Рассчитать путевой угол и длину локсодромии, проходящей через две заданные точки.
3. Преобразовать геодезические координаты точки из одной системы координат в другую.

4. Рассчитать координаты заданной точки в системе координат Гаусса-Крюгера и дирекционный угол ортодромии.
5. Определить направление на север и примерное истинное время при заданном расположении небесных светил.
6. Рассчитать местное и гринвичское время по известным координатам и поясному времени пункта.
7. Подобрать аэронавигационные карты для полета по заданному маршруту.
8. Рассчитать моменты восхода, захода, рассвета и наступления темноты, продолжительность сумерек для заданной точки на заданную дату.
9. Оценить картографическую проекцию и масштаб предъявленной карты.
10. Преобразовать расстояние, выраженное в морских милях, в расстояние выраженное в километрах.
11. Преобразовать координаты, выраженные в градусах, минутах и секундах, в координаты, выраженные в радианах.
12. Измерить расстояние и направление на карте.

10 Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

В процессе изучения дисциплины студент должен не только изучить теоретический материал, но и уметь выполнить сложные численные расчеты с требуемой точностью. Для этого он должен получить навыки практических расчетов на микрокалькуляторах.

Может оказаться так, что часть студентов не изучали в средней общеобразовательной школе предмет «Астрономия». Таким студентам необходимо уделить на самостоятельной работе время для знакомства со строением Вселенной.

В начале изучения дисциплины студентам следует повторить основные математические понятия: тригонометрические функции, формулы приведения, единицы измерения углов (градус, радиан), дифференцирование и интегрирование, правила нахождения экстремума функции одной переменной.

Во время всех видов занятий основное внимание следует уделять рассмотрению принципов создания карт и систем координат, а также места применения изучаемого материала.

В ходе лекции преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия, а также соответствующие теоретические и практические проблемы, дает задания и рекомендации для практических занятий, а также указания по выполнению обучающимся самостоятельной работы.

Значимым фактором полноценной и плодотворной работы обучающегося на лекции является культура ведения конспекта. Принципиально неверным, но получившим в наше время достаточно широкое распространение, является отношение к лекции как к «диктанту», который обучающийся может аккуратно и дословно записать. Слушая лекцию, необходимо научиться выделять и фиксировать ее ключевые моменты, записывая их более четко и выделяя каким-либо способом из общего текста.

Полезно применять какую-либо удобную систему сокращений и условных обозначений (из известных или выработанных самостоятельно, например, систему координат обозначать буквами СК). Применение такой системы поможет значительно ускорить процесс записи лекции. Конспект лекции предпочтительно писать в одной тетради, а не на отдельных листках, которые потом могут затеряться. Рекомендуется в конспекте лекций оставлять свободные места, или поля, например, для того, чтобы была возможность записи необходимой информации при работе над материалами лекций.

На самостоятельное изучение выносятся наиболее простые вопросы изучаемых тем. Самостоятельное изучение позволяет привить навык поиска интересующих вопросов в источниках, в том числе и дополнительных. Для этого можно использовать как дополнительную литературу, так и ресурсы всемирной сети.

Проведение практических занятий осуществляется после прочтения на лекциях соответствующего теоретического материала, и служит средством закрепления полученных знаний и формирования навыков и умений. При выполнении расчетов студент должен хорошо понимать смысл выполняемого задания и добиться получения правильного результата с требуемой точностью.

Практические занятия призваны обеспечить получение студентами практических навыков и умений по проведению геодезических расчетов, работе с аэронавигационными картами.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 25.05.05 «Эксплуатация воздушных судов и организация воздушного движения».

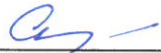
Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры №15 «Аэронавигации» «12» мая 2021 г., протокол № 10.

Разработчики:

К.т.н, доц. _____  Сарайский Ю.Н.

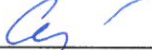
К.т.н. _____  Алешков И.И.

Заведующий кафедрой №15 «Аэронавигации»

К.т.н, доц. _____  Сарайский Ю.Н.

Программа согласована:

Руководитель ОПОП

К.т.н, доц. _____  Сарайский Ю.Н.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании Учебно-методического совета Университета «16» июня 2021 г., протокол № 7.