Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Артеменков Михаил Николаевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 16.11.2026 11:57:59
Уникальный программный ключ:
a63b74166e8f4fc17bd1e0462725f79e393bfdf9

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Смоленский государственный университет»

Кафедра биологии и химии

***«Утверждаю»***
Проректор по учебно-
методической деятельности
_____Ю.А. Устименко
«10» сентября 2026 г.

**Рабочая программа дисциплины**
**Б1.О.19 Прикладная экология**

Направление подготовки: 25.03.01 Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей
Направленность (профиль): Конструкция, технология эксплуатации и ремонта авиационной техники

Форма обучения: очная
Курс – 2
Семестр – 4
Всего зачетных единиц – 3; часов – 108
Форма аттестации – зачет

Смоленск
2026

## 1. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина Б1.О.19 Прикладная экология относятся к обязательной части учебного плана образовательной программы по направлению подготовки 25.03.01 Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей.

Современная гражданская авиация жестко регулируется международными экологическими стандартами (в первую очередь ИКАО), поэтому будущий инженер должен уметь минимизировать техногенную нагрузку на окружающую среду при обслуживании техники. Авиация в процессе эксплуатации оказывает мощное комплексное воздействие на биосферу: выбросы продуктов сгорания в верхние слои атмосферы, шум, вибрация, а также образование специфических опасных отходов при обслуживании на земле. Изучение дисциплины необходимо, чтобы будущий специалист умел: контролировать токсичность выбросов, управлять опасными отходами, грамотно утилизировать отработанные авиационные масла, спецжидкости, остатки противообледенительных реагентов и аккумуляторы, снижать шумовое загрязнение.

«Прикладная экология» является междисциплинарным предметом и тесно переплетена со всей программой подготовки инженера. Дисциплина опирается на Химию, Общую физику. Курс тесно связан с такими дисциплинами как Авиационное материаловедение, Специальные главы безопасности жизнедеятельности, Основы теории технической эксплуатации ЛА.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

| Компетенции | Индикаторы достижения |
|---|---|
| ОПК – 8 Способен применять технические средства и технологии для минимизации негативных экологических последствий, обеспечения безопасности и улучшения условий труда в сфере профессиональной деятельности | Знать: законодательство РФ и международные стандарты (включая требования ИКАО) в области охраны окружающей среды, авиационной экологии, охраны труда и пожарной безопасности авиапредприятий; основные источники опасных и вредных производственных факторов при эксплуатации летательных аппаратов и авиационных двигателей (акустический шум, вибрация, токсичные компоненты авиационных топлив, масел и спецжидкостей, электромагнитные поля, работа на высоте); устройство и правила применения средств защиты коллективной (вентиляция, шумоизоляция испытательных стендов) и индивидуальной (СИЗ органов дыхания, слуха, спецодежда); методы и технологии утилизации и обезвреживания промышленных отходов авиапредприятий (отработанных ГСМ, противообледенительных жидкостей, спецотходов).<br><br>Уметь: оценивать состояние рабочих мест авиатехников и инженеров на соответствие требованиям санитарных норм и правил (СанПиН) и безопасности труда; безопасно эксплуатировать технические средства наземного обслуживания воздушных судов и технологическое оборудование цехов технического обслуживания и ремонта, минимизируя риск аварийных ситуаций; применять технологии снижения техногенного воздействия на окружающую среду, включая контроль эмиссии вредных веществ двигателей и предотвращение проливов химикатов; оперативно и правильно действовать в чрезвычайных ситуациях (техногенный пожар, выброс гидрожидкости, разгерметизация систем под давлением) для защиты персонала и авиатехники. |

| | |
|---|---|
| | Владеть: навыками подбора и использования средств индивидуальной и коллективной защиты в зависимости от специфики выполняемых работ по техническому обслуживанию и ремонту летательных аппаратов и авиационных двигателей; методиками проведения инструктажей по технике безопасности и контроля соблюдения авиационным персоналом правил производственной санитарии и пожарной безопасности; технологиями безопасного сбора, хранения и первичной обработки опасных отходов, образующихся в процессе эксплуатации планера и силовых установок; опытом оформления документации по охране труда, учету производственного травматизма и контролю экологических показателей деятельности авиационно-технической базы. |

## 3. Содержание дисциплины

Введение в авиационную экологию и нормативно-правовое регулирование.

**Введение. Гражданская авиация и устойчивое развитие.** Объект, предмет и задачи прикладной экологии. Роль воздушного транспорта в глобализации и его техногенный след. Понятие устойчивого развития гражданской авиации.

**Нормативно-правовая база и международные стандарты ИКАО.** Национальное экологическое законодательство (Водный, Воздушный и Земельный кодексы РФ). Международное регулирование охраны среды. Структура и требования Приложения 16 к Чикагской конвенции ИКАО (Том I — Авиационный шум, Том II — Эмиссия авиационных двигателей, Том III — Выбросы $CO2$).

Эмиссия авиационных двигателей и защита атмосферы

**Физико-химические процессы горения топлив и образование вредных веществ.** Химический состав традиционных авиационных керосинов (ТС-1, РТ). Стехиометрическое уравнение горения. Кинетика и механизмы образования токсичных компонентов: оксидов азота $NOx$), монооксида углерода ($CO$), несгоревших углеводородов ($CH$) и дисперсных частиц (сажи) в камерах сгорания ГТД.

**Глобальные климатические эффекты авиационных выбросов.** Взаимодействие продуктов сгорания с озоновым слоем стратосферы. Антропогенный парниковый эффект. Физика формирования инверсионных (конденсационных) следов самолетов, их влияние на облачность циррусового типа и радиационный баланс Земли.

**Перспективные малоэмиссионные технологии и альтернативные топлива.** Конструктивные методы снижения эмиссии: малоэмиссионные камеры сгорания (DAC, Lean-Burn). Экологические аспекты внедрения возобновляемого биотоплива (Sustainable Aviation Fuel — SAF). Перспективы применения водородной энергетики и электрических силовых установок.

Акустическое загрязнение и методы снижения шума ВС

**Природа, источники и нормирование авиационного шума.** Физические характеристики звука. Источники шума воздушного судна: шум струи, вентилятора, турбины, компрессора и аэродинамический шум планера. Санитарно-экологические нормы шума на приаэродромных территориях.

**Методы борьбы с авиационным шумом.** Конструктивные методы: применение звукопоглощающих конструкций (ЗПК) в гондолах

двигателей, шевронов на соплах, снижение оборотов вентилятора. Эксплуатационные методы: оптимизация траекторий взлета и посадки (снижение шума на местности), введение ночных ограничений на полеты в аэропортах.

Экологические аспекты эксплуатации аэропортов и наземного обслуживания ВС

**Воздействие объектов аэропорта на гидросферу и литосферу.** Источники загрязнения сточных вод аэропортов. Состав и токсичность противообледенительных жидкостей (ПОЖ) на основе этилен- и пропиленгликоля. Влияние смывов нефтепродуктов, поверхностно-активных веществ (ПАВ) и ГСМ с перронов и мест стоянки на грунтовые воды и прилегающие почвы.

**Обращение с опасными отходами и очистка стоков при ТОиР.**

Классификация отходов, образующихся при техническом обслуживании и ремонте воздушных судов. Сбор, хранение и регенерация отработанных авиационных масел, гидравлических жидкостей (НГЖ-5У, Skydrol). Технологии очистки сточных вод на авиаремонтных заводах. Экологические регламенты утилизации элементов планера (цветных сплавов и композитов).

Мониторинг, сертификация и ликвидация чрезвычайных ситуаций

**Экологическая сертификация ВС и мониторинг среды.** Процедура проведения экологической сертификации воздушных судов и двигателей перед запуском в серийное производство. Организация систем автоматизированного мониторинга шума и загрязнения воздуха в окрестностях гражданских аэропортов.

**Действия инженера в экологических чрезвычайных ситуациях.** Экологические последствия вынужденного аварийного слива топлива в воздухе. Нормативы и методы ликвидации последствий разливов ГСМ на перроне: применение сорбентов, боновых заграждений. Персональная ответственность инженерно-технического состава за нарушение природоохранных регламентов.

## 4. Тематический план и виды образовательной деятельности

| № п/п | Темы лекционных занятий / практических занятий / лабораторных работ/ самостоятельной работы студента | Формы занятий | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Всего часов | Лекционные занятия | Практические занятия | Лабораторные работы | Самостоятельная работа |
| 1. | **Раздел 1. Введение в авиационную экологию и правовое регулирование** | **16** | **4** | **2** | **2** | **8** |
| 2. | *Тема 1.1.* Введение. Гражданская авиация и концепция устойчивого развития. | 6 | 2 | 0 | 2 | 2 |
| 3. | *Тема 1.2.* Международные экологические стандарты ИКАО | 10 | 2 | 2 | 0 | 6 |
| 4. | **Раздел 2. Эмиссия авиационных двигателей и защита атмосферы** | 34 | 8 | 2 | 6 | 18 |
| 5. | *Тема 2.1.* Процессы горения топлив и механизмы образования вредных веществ | 14 | 2 | 0 | 6 | 6 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6. | *Тема 2.2.* Глобальные эффекты выбросов: озоновый слой, парниковый эффект, инверсионные следы ВС. | 8 | 2 | 2 | 0 | 4 |
| 7. | *Тема 2.3.* Малоэмиссионные технологии ГТД и альтернативные экологичные топлива (SAF, водород). | 12 | 4 | 0 | 0 | 8 |
| 8. | **Раздел 3. Акустическое загрязнение и методы снижения шума ВС** | **18** | **4** | **2** | **2** | **10** |
| 9. | *Тема 3.1.* Природа, источники авиационного шума и методы его снижения (ЗПК, шевроны) | 8 | 2 | 2 | 0 | 4 |
| 10. | *Тема 3.2.* Нормирование шума на местности и оптимизация траекторий взлета/посадки. | 10 | 2 | 2 | 0 | 6 |
| 11. | **Раздел 4. Эксплуатация аэропортов и наземное обслуживание ВС** | **24** | **6** | **2** | **4** | **12** |
| 12. | *Тема 4.1.* Загрязнение гидросферы и литосферы | 12 | 2 | 2 | 0 | 8 |
| 13. | *Тема 4.2.* Обращение с опасными отходами ТОиР (масла, гидрожидкости). Утилизация планеров ВС. | 12 | 4 | 0 | 4 | 4 |
| **14.** | **Раздел 5. Сертификация, мониторинг и экологическая безопасность** | **16** | **2** | **2** | **2** | **10** |
| 15. | *Тема 5.1.* Процедура экологической сертификации ВС. Автоматизированный мониторинг приаэродромных зон. | 8 | 1 | 2 | 2 | 3 |
| 16 | *Тема 5.2.* Действия инженера при аварийных разливах ГСМ и сливе | 8 | 1 | 0 | 0 | 7 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | топлива в полете. | | | | | |
| **Итого по дисциплине** | | **108** | **24** | **10** | **16** | **58** |

## 5. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации (перечень)

Уровень и качество знаний обучающихся оцениваются по результатам текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины. Текущий контроль успеваемости включает устные опросы, тесты, лабораторные работы, практические работы.

**1. Тест** предназначен для проверки студентов на предмет освоения теоретического и практического материала и проводится в конце изучения раздела, включающего несколько тем.

### Пример тестовых заданий

*1. На каком режиме работы авиационного газотурбинного двигателя (ГТД) фиксируется наибольшая концентрация и массовый выброс оксидов азота (NOx) в атмосферу?*

А) На режиме малого газа (при рулении ВС по аэродрому).

Б) На режиме взлета и максимальной мощности.

В) На крейсерском режиме полета.

Г) Концентрация $NOx$ неизменна на всех режимах работы двигателя.

*2. Каким образом требования Тома I Приложения 16 к Конвенции об ИКАО («Авиационный шум») влияют на летную эксплуатацию воздушных судов в районе гражданских аэропортов?*

А) Они обязывают экипаж полностью выключать один двигатель при заходе на посадку.

Б) Они регламентируют использование специальных траекторий набора высоты с пониженной тягой (процедуры снижения шума на местности — NADP).

В) Они запрещают полеты гражданских самолетов на высотах ниже 10 000 метров.

Г) Они требуют обязательного десантирования части груза перед посадкой для облегчения ВС.

*3. Продукты разложения каких спецжидкостей, применяемых при техническом обслуживании воздушных судов, представляют наибольшую экологическую опасность (токсичность) для персонала ангаров и почвы из-за содержания фосфорорганических соединений?*

**А)** Противообледенительные жидкости на основе пропиленгликоля.

**Б)** Авиационные топлива марок ТС-1 и РТ.

**В)** Синтетические гидравлические жидкости типа НГЖ-5У / Skydrol.

**Г)** Минеральные амортизационные масла типа АМГ-10.

### 2. Лабораторная работа (пример)

***Лабораторная работа №4. Исследование эффективности сорбционных материалов при ликвидации аварийных разливов авиационного керосина.***

Цель работы: Экспериментально оценить сорбционную емкость различных материалов, применяемых на перронах и в ангарах ТОиР для оперативной ликвидации проливов нефтепродуктов и защиты почвы.

Оборудование и материалы: образцы сорбентов (природные: торф, опилки; синтетические: маты из полипропиленового микроволокна), мерные цилиндры, весы, делительные воронки, авиационный керосин марки ТС-1 (или РТ) и вода.

### Ход работы

1. Студенты моделируют разлив ГСМ на сухой и влажной поверхностях, определяя гидрофобность и олеофильность предложенных сорбционных материалов.

2. Путем взвешивания образцов до и после насыщения топливом рассчитывается статическая сорбционная емкость каждого материала (количество граммов керосина, удерживаемое 1 граммом сорбента).
3. Оценивается скорость поглощения и удерживающая способность (отсутствие десорбции под небольшим давлением).

**Результаты и выводы**

1. Оформление отчета с расчетом эффективности сорбентов и обоснованным инженерным заключением о том, какой тип материала целесообразно закладывать в аварийные комплекты (киты) конкретного авиапредприятия.
2. Ответы на контрольные вопросы.

## 3. Практическая работа (пример)

***Практическая работа №2. Расчет массового выброса загрязняющих веществ в атмосферу на этапе взлетно-посадочного цикла (ВПЦ) воздушного судна.***

Цель работы: Научиться рассчитывать массу эмиссии токсичных газов ($NOx$, $C$, $CH$) и сажи, выделяющихся при выполнении полета в районе аэродрома, для оценки техногенного ущерба авиапредприятия.

Оборудование и материалы: методические указания по расчету эмиссии, нормативные справочники (Банк данных ИКАО по эмиссии авиадвигателей — *ICAO Aircraft Engine Emissions Databank*), калькулятор.

**Ход работы**

1. Студенты изучают структуру стандартного взлетно-посадочного цикла ИКАО, который включает 4 фиксированных этапа: взлет (0,7 мин), набор высоты (2,2 мин), заход на посадку (4,0 мин) и малый газ/руление (26,0 мин).
2. Каждый студент получает индивидуальный вариант с типом воздушного судна и моделью двигателя (например, *Boeing 737 с двигателями CFM56* или *МС-21 с двигателями ПД-14*).
3. Используя базы данных ИКАО, студент находит расходы топлива и удельные индексы эмиссии (г/кг топлива) для каждого режима работы ГТД. По формулам рассчитывается суммарная масса каждого загрязняющего вещества, выброшенного за один цикл ВПЦ.

**Результат и выводы**

1. Оформленная расчетно-текстовая работа с итоговыми таблицами выбросов и графическим анализом того, на каком этапе полета выделяется больше всего конкретного токсиканта.
2. Ответы на контрольные вопросы.

Самостоятельная работа студентов способствует развитию ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального (в том числе научного) уровня. Основными видами самостоятельной образовательной деятельности студентов являются: предварительная подготовка к аудиторным занятиям, в том числе и к тем, на которых будет изучаться новый, незнакомый материал; самостоятельная работа при прослушивании лекций, осмысление учебной информации, сообщаемой преподавателем, ее обобщение и краткая запись, а также своевременная доработка конспектов лекций; выяснение наиболее сложных, непонятных вопросов и их уточнение во время консультаций; подготовка к лабораторным занятиям, проверочным работам, зачету; выполнение собственных научных исследований, участие в научных исследованиях, проводимых в масштабе кафедры, факультета; систематическое изучение периодической печати, научных монографий, поиск и анализ

дополнительной информации. В качестве самостоятельной работы студенту также предлагаются темы для докладов. Доклад предназначен для развития способности к восприятию, анализу, критическому осмыслению, систематизации информации из области профессиональной деятельности и отработки навыков грамотного и логичного изложения материала. Некоторые вопросы тем вынесены на самостоятельное изучение.

Промежуточная аттестация по итогам изучения дисциплины проводится в форме зачета. К моменту сдачи зачета должны быть успешно пройдены все предшествующие формы контроля.

## 6. Перечень основной и дополнительной литературы

### 6.1 Основная литература


1. Жиров, А. И. Прикладная экология : учебник для вузов / А. И. Жиров, В. В. Дмитриев, А. Н. Ласточкин ; под редакцией А. И. Жирова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 657 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20095-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/569263 (дата обращения: 04.07.2025).
2. Мейсурова, А. Ф. Прикладная экология и устойчивое природопользование : учебник и практикум для вузов / А. Ф. Мейсурова. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 131 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-19761-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/580942 (дата обращения: 04.07.2025).
3. Третьякова, Н. А. Основы экологии : учебник для вузов / Н. А. Третьякова ; под научной редакцией М. Г. Шишова. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 111 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09560-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/564238 (дата обращения: 04.07.2025).


### 6.2. Дополнительная литература


1. Alan Beeby-«Applying Ecology», Boom KoninklijkeUitgevers;
2. Jim Hone-«Applied Population and Community Ecology», Wiley Blackwell;
3. Matthias Richter, Ulrike Weiland- «APPLIED URBAN ECOLOGY : A GLOBAL FRAMEWORK», Wiley-Blackwell (an imprint of John Wiley & Sons Ltd);
4. S. A. Levin, T. G. Hallam-«Applied Mathematical Ecology», Springer Verlag Berlin and Heidelberg Gmb H & Co. K;
5. Walter E. Westman-«Ecology, Impact Assessment and Environmental Planning», Paperback published January 1985 in United States


## 7. Материально - техническое обеспечение

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, в том числе: стандартная учебная мебель (60 посадочных мест); стол и стул для преподавателя (по 1 шт.); портативный микропроцессорный анализатор (1 шт.); насос-пробоотборник НП-3М (1 шт.); иономер Эксперт 001 (1 шт.); термостат (1 шт.); весы лабораторные ВЛТЭ-500 (1 шт.); весы химические ВЭУ-150-50 (1 шт.); pH-метр 150 милевольтметр (1 шт.); прибор ТКА-0113. Люксметр (2 шт.); люксметр ТКА. Люкс (1 шт.); дозиметр радиометр МКС-151 (3 шт.); дозиметр Квартекс (3 шт.); гигрометр ВИТ-1 (3 шт.); термометры водные (5 шт.); метеорологические термометры

ТМ-2 (3 шт.); термометры почвенные (2 шт.); барометр (1 шт.); анемометр АСЦ-3 (1 шт.); водяная баня (2 шт.).

Помещение для самостоятельной работы, оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду организации, в том числе: компьютеры (12 шт.); компьютерный студенческий стол (12 шт.); стол и стул для преподавателя (по 1 шт.); доска настенная трехэлементная (1 шт.).

## 8. Программное обеспечение

Microsoft Open License (Windows XP, 7, 8, 10, Server, Office 2003-2016), лицензия 66975477 от 03.06.2016 (бессрочно).

Обучающимся обеспечен доступ к ЭБС «Юрайт», а также доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.