

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Горбунев Алексей Александрович

Должность: Заместитель начальника университета по учебной работе

Дата подписания: 09.07.2025 10:00:31

Уникальный программный ключ:

286e49ee1471d400cc1f45539d51ed7bbf0e9cc7

**ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России»**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА»**

**Специалитет по специальности  
21.05.04 «Горное дело»**

**направленность (профиль) «Технологическая безопасность и горноспасательное дело»**

Санкт-Петербург

## 1. Цели и задачи дисциплины

### Цель освоения дисциплины:

- развитие у обучающихся способности самостоятельно давать обоснованную инженерную оценку конструкции механизма или сооружения с точки зрения прочности, жесткости, устойчивости и надежности.

### Перечень компетенций, формируемых в процессе изучения дисциплины

Компетенции	Содержание
<b>ОПК-10</b>	Способен применять основные принципы технологий эксплуатационной разведки, добычи, переработки твердых полезных ископаемых, строительства и эксплуатации подземных объектов

### Задачи дисциплины:

- формирование знаний о динамическом и кинетостатическом анализе механизмов, методах структурного анализа и синтеза механизмов;
- формирование знаний о методах защиты механизмов от динамических нагрузок.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения дисциплины, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-10.1 Знает основные принципы технологий эксплуатационной разведки, добычи, переработки твердых полезных ископаемых, строительства и эксплуатации подземных объектов	Обучающийся должен знать: методы структурного, геометрического, кинематического и динамического анализа механизмов и машин; вибрационный процесс в механизмах и его параметры.
ОПК-10.2 Умеет применять основные принципы технологий эксплуатационной разведки, добычи, переработки твердых полезных ископаемых, строительства и эксплуатации подземных объектов	Обучающийся должен уметь применять методы анализа и синтеза исполнительных механизмов, методы силового расчета механизмов; решать задачи виброзащиты механической системы Обучающийся должен владеть: - навыками использования методов теории механизмов и машин при решении практических задач; - методами теоретического и экспериментального исследования в механике; - методами виброзащиты.

### 3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы по специальности 21.05.04 «Горное дело» (квалификация специалист).

### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы 108 часов.

#### 4.1 Распределение трудоемкости учебной дисциплины по видам работ по семестрам и формам обучения

для очной формы обучения

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	з.е.	час.	по семестрам	
			3	4
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>108</b>	
Контактная работа, в том числе:				
<b>Аудиторные занятия</b>		<b>54</b>	<b>54</b>	
Лекции (Л)		16	16	
Практические занятия (ПЗ)		38	38	
Семинарские занятия (СЗ)				
Лабораторные работы (ЛР)				
Консультации				
<b>Контроль</b> (форма контроля – зачет с оценкой)		+	+	
<b>Самостоятельная работа (СРС)</b>		<b>54</b>	<b>54</b>	

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

для очной формы обучения

№ п.п.	Наименование разделов и тем	Всего часов	Количество часов по видам занятий			Консультация	Контроль	Самостоятельная Работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Тема 1. Структурный анализ и синтез механизмов.	12	4	4				4
2	Тема 2. Кинематический и силовой анализ механизмов	50	4	6				40

3	Тема 3. Виброактивность и виброзащита машин	22	2	16				4
4	Тема 4. Метрический синтез типовых рычажных механизмов	10	2	6				2
5	Тема 5. Эвольвентная зубчатая передача	6	2					4
6	Тема 6. Промышленные роботы и манипуляторы	4	2	2				
	<b>Зачет с оценкой</b>			4				
	<b>Итого по дисциплине</b>	<b>108</b>	<b>16</b>	<b>38</b>				<b>54</b>

### 4.3 Содержание дисциплины для обучающихся: очной формы обучения

#### **ТЕМА 1 Структурный анализ и синтез механизмов**

**Лекции:** Инженерное проектирование. Машина и механизм Цель и задачи курса Прикладная механика. Понятие о технической системе и ее элементах. Машинный агрегат и его составные части.

Структура механизмов. Понятие о структурном анализе и синтезе механизмов. Классификация кинематических пар. Классификация машин и механизмов. Механизм и его свойства.

**Практические занятия:** Структурное исследование плоских рычажных механизмов.

Анализ и синтез рычажных механизмов.

**Самостоятельная работа.** Изучить: образование механических систем. Механизмы с избыточными связями и лишними степенями подвижности. Механизмы переменной структуры.

#### **Рекомендуемая литература:**

основная: [1];

дополнительная: [1].

#### **ТЕМА 2 Кинематический и силовой анализ механизмов.**

**Лекции:** Геометрические и кинематические характеристики механизмов. Понятие о геометрических и кинематических характеристиках механизмов (функция положения и ее производные по времени и по обобщенной координате). Методы определения геометро-кинематических характеристик механизма.

Динамика машин и механизмов (силовой расчет). Силы в механизмах и их классификация. Силовой расчет механизмов.

**Практические занятия:** Кинематическое исследование типовых механизмов.

Кинематическое исследование механизмов передач.

Кинетостатический силовой расчет рычажного механизма.

**Самостоятельная работа.** Изучить: уравнения геометрического анализа. Особенности геометрического анализа механизмов, содержащих высшую кинематическую пару. Кинематический анализ пространственных рычажных ме-

ханизмов. Кинематика плоских передаточных механизмов. Точностной анализ механизма. Структурный анализ плоских механизмов с низшими кинематическими парами. Составление кинематической и структурной схемы и структурный анализ механизма. Конструкция и принцип работы автомобильного дифференциала, его кинематических и силовых характеристик. Кинематический и силовой анализ автомобильного дифференциала. Производственный метод оценки КПД винтовой пары. Оценка КПД винтовой пары. Силовой расчет шестизвенного кулисного механизма. Определение главных векторов и главных моментов сил инерции. Статический анализ механизмов. Аналитические методы определения сил в рычажных механизмах. Кинематический и силовой расчеты рычажного шестизвенника. Трение в кинематических парах. Модели кинематических пар с трением. Силовой расчёт механизмов с трением. Приведение сил и масс в механизмах. Рычаг Жуковского. Определение приведённых и уравновешивающих сил методом Жуковского.

**Рекомендуемая литература:**

основная: [1];

дополнительная: [1].

**ТЕМА 3 Виброактивность и виброзащита машин**

**Лекция.** Колебания в механизмах. Понятия о неуравновешенности звена и механизма, статической и динамической уравновешенности механической системы. Методы уравновешивания механизма. Ротор и виды его неуравновешенности.

**Практические занятия:** Определение статической неуравновешенности диска колеса легкового автомобиля и способы ее устранения.

Динамическая балансировка ротора.

Колебания в механизмах

Методы виброзащиты.

Неуравновешенность движения механизмов и машин.

**Самостоятельная работа.** Динамика механизмов с переменной массой звеньев. Динамика точки с переменной массой. Уравнение движения машинного агрегата с переменной массой звеньев.

**Рекомендуемая литература:**

основная: [1];

дополнительная: [1].

**ТЕМА 4 Метрический синтез типовых рычажных механизмов**

**Лекция.** Метрический синтез типовых рычажных механизмов. Структурные схемы простейших типовых механизмов. Методы метрического синтеза механизмов. Понятие о коэффициенте неравномерности средней скорости и о угле давления в рычажном механизме.

**Практические занятия:** Синтез кулачковых механизмов.

Синтез зубчатых механизмов.

**Самостоятельная работа.** Изучить: Задачи проектирования механизмов. Синтез трёхзвенного центроидного механизма. Условия, обеспечивающие передачу сил в механизмах. Механизм управления с кулачковым распределительным валом.

**Рекомендуемая литература:**

основная: [1];

дополнительная: [1].

### **ТЕМА 5 Эвольвентная зубчатая передача**

**Лекция.** Эвольвентное зубчатое колесо и его параметры. Толщина зуба колеса по окружности произвольного радиуса. Методы изготовления эвольвентных зубчатых колес. Эвольвентная цилиндрическая зубчатая передача и ее параметры. Основные уравнения эвольвентного зацепления.

**Самостоятельная работа.** Определение модуля зацепления. Определение опытным путем основных параметров цилиндрического прямозубого колеса внешнего эвольвентного зацепления.

Классификация эвольвентных зубчатых передач. Качественные показатели цилиндрической эвольвентной передачи.

**Рекомендуемая литература:**

основная: [1];

дополнительная: [1].

### **ТЕМА 6 Промышленные роботы и манипуляторы**

**Лекция.** Промышленные роботы и манипуляторы. Назначение и области применения. Классификация промышленных роботов. Принципиальное устройство промышленного робота.

**Практическое занятие.** Итоговая расчетно-графическая работа по дисциплине.

**Зачет с оценкой.**

**Рекомендуемая литература:**

основная: [1];

дополнительная: [1].

## **5. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины**

При реализации программы дисциплины используются такие виды занятий: лекция, практическое занятие.

### **Лекция**

Лекция составляет основу теоретического обучения и должна давать систематизированные основы научных знаний по дисциплине, раскрывать состояние и перспективы развития соответствующей области науки и техники, концентрировать внимание обучающихся на наиболее сложных и узловых вопросах, стимулировать их активную познавательную деятельность и способствовать формированию творческого мышления.

### **Практическое занятие**

Практическое занятие проводится в целях: выработки практических умений и приобретения навыков, закрепления пройденного материала по соответствующей теме дисциплины. Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками.

**Самостоятельная работа обучающихся** направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточной аттестации.

## **6 Оценочные материалы по дисциплине**

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины, проводится в соответствии с содержанием дисциплины по видам занятий в форме опроса, тестирования, написания расчетно-графической работы.

Промежуточная аттестация обеспечивает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине, проводится в форме зачета с оценкой.

### **6.1. Примерные оценочные материалы:**

#### **6.1.1 Текущего контроля**

**Устный опрос** проводится в начале практического занятия. Продолжительность опроса до 10 минут. При проведении опроса используются вопросы, рассмотренные на предыдущем практическом занятии (лекции), в ходе опроса определяется степень усвоения пройденного материала. Опрос проводится таким образом, чтобы охватить максимальное количество обучающихся в установленный период времени. Оценка за ответы выставляется в соответствии с показателями и критерии оценивания текущей и промежуточной аттестации (пункт 6.2).

**Тестирование** проводится в письменном виде, в начале практического занятия. Продолжительность тестирования до 15 минут. При проведении опроса используются индивидуальные задания, состоящие из пяти вопросов с вариантами ответов. В задания включаются вопросы по наиболее сложным темам, а также вопросы содержащие графическую часть. В ходе тестирования определяется степень усвоения пройденного материала. Тестирование проводится со 100 % охватом обучающихся. Оценка за ответы выставляется в соответствии с показателями и критерии оценивания текущей и промежуточной аттестации (пункт 6.2).

#### **Типовые (примерные) задания для тестирования:**

Для чего предназначен механизм?

1. для передачи движения
2. для преобразования движения
3. для преобразования энергии

4. для совершения полезной работы

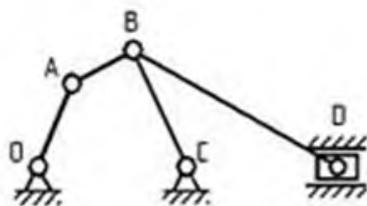
Чему равна степень подвижности группы Ассура?

1. двум
2. единице
3. нулю
4. трем

Что входит в задачи кинематического анализа механизмов?

1. Определение положений звеньев и траекторий точек
2. Определение линейных скоростей и ускорений точек
3. Определение угловых скоростей и ускорений звеньев
4. Определение размеров звеньев механизма

Чему равна степень подвижности механизма?



1. Четырем
2. Единице
3. Двум
4. Трем

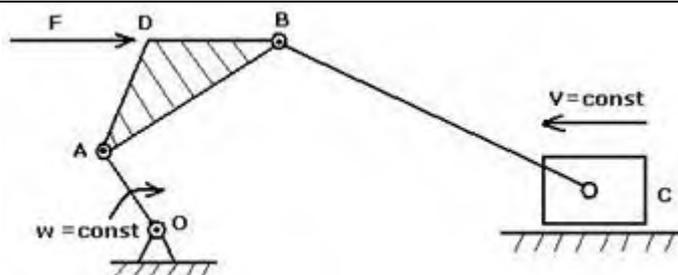
Полный перечень заданий для тестирования смотрите в приложении к программе дисциплины (диск CD-R прилагается).

**Расчетно-графическая работа** выполняется в аудитории под контролем преподавателя. В случае если обучающийся отсутствовал на учебном занятии во время проведения расчетно-графической работы, он обязан выполнить ее самостоятельно и отдать на проверку преподавателю кафедры до проведения зачета с оценкой. Для выполнения расчетно-графической работы используются индивидуальные задания, выполненные в виде карточек с графическим материалом. В индивидуальные задания включены задачи, направленные на практическое закрепление теоретического материала, полученного ранее. Расчетно-графическая работа является итоговой, по ее результатам оценивания определяется степень усвоения пройденного материала. Оценка за выполнение графических работ выставляется в соответствии с показателями и критерии оценивания текущей и промежуточной аттестации (пункт 6.2).

### Типовое (примерное) задание для расчетно-графической работы

#### Билет 1

Для заданного механизма



1. Выполнить структурный анализ.
  2. Построить планы скоростей и ускорений.
- Дано: 1)  $w$   
 2)  $V$   
 3) линейные размеры всех звеньев  $l_i$  ( $i=1, 2, \dots, 5$ )
3. Выполнить силовой расчёт при условии: все  $m_i=0$ ,  $l_{si}=0$  ( $i=1, 2, \dots, 5$ ), известна сила  $F$ .

### 6.1.2. Промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация обеспечивает оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине, проводится в форме зачета с оценкой. Зачет с оценкой проводится в устной форме, по заранее подготовленным билетам. В состав билета для зачета с оценкой включается два теоретических вопроса по темам дисциплины и один практический вопрос, направленный на демонстрацию практических навыков.

Оценка за ответ на зачете с оценкой выставляется в соответствии с показателями и критерии оценивания текущей и промежуточной аттестации (пункт 6.2).

#### Примерный перечень вопросов, выносимых на зачет с оценкой

1. Цель и задачи курса Прикладная механика.
2. Понятие о технической системе и ее элементах. Машинный агрегат и его составные части.
3. Понятие о структурном анализе и синтезе механизмов.
4. Классификация кинематических пар.
5. Техническая система и ее элементы.
6. Классификация машин и механизмов. Механизм и его свойства.
7. Машинный агрегат и его составные части. Подвижности и связи в механизмах.
8. Структурная классификация механизмов по Асуру и по Артоблеву.
9. Понятие об избыточных связях и местных подвижностях.
10. Методы определения и устранения избыточных связей и местных подвижностей
11. Основные понятия кинематического анализа механизмов
12. Методы определения геометро-кинематических характеристик механизма.
13. Связь между кинематическими и геометрическими параметрами.
14. Динамика машин и механизмов.
15. Силы в механизмах и их классификация.
16. Силовой расчет механизмов.
17. Кинематический анализ плоских рычажных механизмов.

18. Кинематический анализ кулачковых механизмов.
19. Геометрические элементы зубчатых колес. Геометрия эвольвентных профилей.
20. Механические характеристики машин.
21. Трение в механизмах. Силы в КП без учета трения.
22. Статический и кинетостатический силовой расчет типовых механизмов.
23. Методы силового расчета (графоаналитический – планов сил, аналитический – метод проекций на оси координат)
24. Понятия о неуравновешенности звена и механизма, статической и динамической уравновешенности механической системы.
25. Методы уравновешивания механизма.
26. Ротор и виды его неуравновешенности.
27. Теория уравновешивания.
28. Статическое уравновешивание.
29. Последовательность статической балансировки.
30. Понятие статического момента уравновешивающей массы или дисбаланса звена.
31. Выявление величины и плоскости действия момента неуравновешенных сил инерции звена. Устранение влияния этого момента путем изменения массы звена.
32. Структурные схемы простейших типовых механизмов.
33. Методы метрического синтеза механизмов.
34. Понятие о коэффициенте неравномерности средней скорости и о угле давления в рычажном механизме.
35. Динамический синтез кулачковых механизмов.
36. Построение профиля кулачка
37. Параметры эвольвентного зубчатого колеса. Толщина зуба колеса по окружности произвольного радиуса.
38. Методы изготовления эвольвентных зубчатых колес. Эвольвентная цилиндрическая зубчатая передача и ее параметры. Основные уравнения эвольвентного зацепления.
39. Определение модуля зацепления
40. Определение опытным путем основных параметров цилиндрического прямозубого колеса внешнего эвольвентного зацепления.
41. Назначение и области применения. Классификация промышленных роботов.

## **6.2 Шкала оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок**

Система оценивания включает:

Оценочные средства	Показатели оценивания	Критерии выставления оценок	Шкала оценивания
опрос	правильность и полнота ответа	дан правильный, полный ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; могут	отлично

		быть допущены недочеты, исправленные самостоятельно в процессе ответа.	
		дан правильный, недостаточно полный ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи; могут быть допущены недочеты, исправленные с помощью преподавателя.	хорошо
		дан недостаточно правильный и полный ответ; логика и последовательность изложения имеют нарушения; в ответе отсутствуют выводы.	удовлетворительно
		ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу; присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения; дополнительные и уточняющие вопросы не приводят к коррекции ответа на вопрос.	неудовлетворительно
тестирование	процент правильных ответов	100%	отлично
		более 80%	хорошо
		более 60%	удовлетворительно
		менее 60 %	неудовлетворительно
расчетно-графическая работа	содержание и правильность выполнения	- работа выполнена в соответствии с заданием в полном объеме; - решение задачи записано подробно и аккуратно, со всеми вычислениями и вспомогательными чертежами, сопровождается краткими пояснениями; - чертежи расчетных схем и эпюр выполняются крупно, строго в масштабе, с указанием всех размеров, числовых данных и осей, используемых в расчетах; - полученные результаты обработаны правильно, не допущено ошибок, выводы лаконичны и соответствуют проделанной работе	отлично
		- работа выполнена в соответствии с заданием в полном объеме; - решение задачи записано подробно и аккуратно, со всеми вычислениями и вспомогательными чертежами, сопровождается краткими пояснениями; - чертежи расчетных схем и эпюр выполняются крупно, строго в масштабе, с указанием всех размеров, числовых данных и осей, используемых в расчетах;	хорошо

		- полученные результаты имеют не- существенные ошибки в формули- ровке категорий и понятий, неболь- шие шероховатости в аргументации	
		- работа выполнена в соответствии с заданием не в полном объеме; - решение задачи сопровождается краткими пояснениями не в полном объеме; - неаккуратное выполнение чертежей расчетных схем; - допускаются неточности в раскры- тии части категорий, несущественные ошибки математического плана при решении задач	удовлетворительно
		- значительные отклонения от зада- ния; - большое количество существенных ошибок в решении задач; - решение задачи не сопровождается краткими пояснениями; - неаккуратное выполнение чертежей расчетных схем; - не выполнил работу.	неудовлетворительно
зачет с оценкой	правильность и полнота ответа	дан правильный, полный ответ на по- ставленный вопрос, показана сово- купность осознанных знаний по дис- циплине, доказательно раскрыты ос- новные положения вопросов; могут быть допущены недочеты, исправ- ленные самостоятельно в процессе ответа	отлично
		дан правильный, недостаточно пол- ный ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить суще- ственные и несущественные призна- ки, причинно-следственные связи; могут быть допущены недочеты, ис- правленные с помощью преподавате- ля	хорошо
		дан недостаточно правильный и пол- ный ответ; логика и последователь- ность изложения имеют нарушения; в ответе отсутствуют выводы	удовлетворительно
		ответ представляет собой разрознен- ные знания с существенными ошиб- ками по вопросу; присутствуют фрагментарность, нелогичность из- ложения; дополнительные и уточня- ющие вопросы не приводят к коррек- ции ответа на вопрос	неудовлетворительно

## 7. Ресурсное обеспечение дисциплины

### 7.1. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства:

- Astra Linux Common Edition релиз Орел [ПО-25В-603] - Операционная система общего назначения "Astra Linux Common Edition" [Коммерческая (Full Package Product). Номер в Едином реестре российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных - 4433]

- Яндекс Браузер для организаций (бесплатный функционал) [ПО-С52-373] - Браузер позволяет общаться с Голосовым помощником Алисой, фильтрует рекламу, защищает личные данные. [Бесплатная. Номер в Едином реестре российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных - 3722]

- МойОфис Образование [ПО-41В-124] - Полный комплект редакторов текстовых документов и электронных таблиц, а также инструментарий для работы с графическими презентациями [Свободно распространяемое. Номер в Едином реестре российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных - 4557]

- nanoCAD - Двух- и трёхмерная система автоматизированного проектирования и черчения.

### 7.2. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/>, доступ только после самостоятельной регистрации

- Библиографические базы данных ИНИОН РАН [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://inion.ru/resources/bazy-dannykh-inion-ran/>, доступ только после самостоятельной регистрации

- Справочная правовая система «КонсультантПлюс: Студент» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://student.consultant.ru/>, свободный доступ

- Информационно-правовой портал «Гарант» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.garant.ru/>, свободный доступ

- Электронная библиотека университета <http://elib.igps.ru> (авторизованный доступ);

- Электронно-библиотечная система «ЭБС IPR BOOKS» <http://www.iprbookshop.ru> (авторизованный доступ).

### 7.3. Литература

**Основная:**

1. Тимофеев Г.А. Теория механизмов и машин. Курс лекций. – М.: Высшее образование, 2009, с. 352.

<http://elib.igps.ru/?6&type=document&did=ALSFR-47938506-fc55-4efd-85b8-e56d487ba25a>

**Дополнительная:**

1. Теория механизмов и машин: учебник для втузов/ К.В. Фролов, С.А. Попов, А.К. Мусатов и др: Под ред. К.В. Фролова, 4-е изд.- М.: Высш.шк., 2003. – 496с. <http://elib.igps.ru/?9&type=document&did=ALSFR-5c7d92b5-b400-48bd-acee-434d27460c43>

**7.4. Материально-техническое обеспечение:**

Для проведения и обеспечения занятий используются помещения, которые представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой специалитета, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: автоматизированное рабочее место преподавателя, маркерная (меловая) доска, мультимедийный проектор, документ-камера, посадочные места обучающихся.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде университета.

**Авторы:** кандидат технических наук, доцент Иванов К.С.