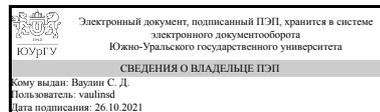


УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
Политехнический институт



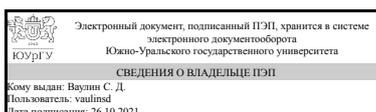
С. Д. Ваулин

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины П.1.В.07.02 Производство, контроль и испытание авиационной и ракетно-космической техники
для направления 24.06.01 Авиационная и ракетно-космическая техника
уровень аспирант тип программы
направленность программы
форма обучения очная
кафедра-разработчик Двигатели летательных аппаратов

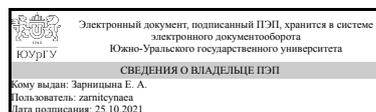
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.06.01 Авиационная и ракетно-космическая техника, утверждённым приказом Минобрнауки от 29.07.2014 № 890

Зав.кафедрой разработчика,
д.техн.н., проф.



С. Д. Ваулин

Разработчик программы,
старший преподаватель (-)



Е. А. Зарницына

1. Цели и задачи дисциплины

Цель: формирование теоретических знаний по производству, контролю и испытаниям ракетно-космической техники. Задачи: - формирование специализированных знаний по этапам проектно-конструкторской подготовки производства ракетно-космической техники, организации опытного производства; - изучение особенностей работ, выполняемых на стадиях жизненного цикла создания изделий и конструкции ракетно-космической техники.

Краткое содержание дисциплины

Организация опытного производства ракетно-космической техники на этапе разработки эскизного и технического проектов. Принципы организации опытного производства. Особенности разработки технологических процессов изготовления опытных образцов летательных аппаратов. Технологии прямого формообразования элементов деталей летательных аппаратов. Повышение технологичности мелкосерийных изделий снижением времени на механическую обработку. Технологии литейного производства. Технологии обработки давлением. Технологии последовательного лазерного спекания. Компьютеризированные технологии механической обработки деталей мелкосерийного производства. Электрофизические методы обработки поверхностей. Учёт методов обработки поверхностей при проектировании конструкции деталей и узлов ракетно-космической техники. Технологические процессы сборки агрегатов и изделий ракетно-космической техники. Методы обеспечения собираемости при агрегатной и общей сборке. Контроль геометрических параметров изделий ракетно-космической техники. Обеспечение массогеометрических характеристик изделий ракетно-космической техники. Технологии контроля и коррекции массогеометрических характеристик изделий. Испытания изделий ракетно-космической техники

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ПК-2.2 готовностью к разработке методов принятия обоснованных проектно-конструкторских и технологических решений для выбора состава, оптимальных параметров и организации процессов жизненного цикла ЛА, а также связи этих процессов со свойствами изделий, технико-экономическими и организационными характеристиками их производства	Знать: методы проектно-конструкторских и технологических решений для выбора, состава, оптимальных параметров и организации процессов жизненного цикла летательных аппаратов.
	Уметь: определять взаимосвязь реализации технологических процессов со свойствами изделия, технико-экономическими и организационными характеристиками их производства.
	Владеть: навыками проектно-конструкторских и технологических работ при проектировании летательных аппаратов.

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин,	Перечень последующих дисциплин,
------------------------------------	---------------------------------

видов работ учебного плана	видов работ
Нет	Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук (8 семестр), Производственная (по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности) практика (6 семестр), Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук (7 семестр), Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук (6 семестр)

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Нет

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		5	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<i>Аудиторные занятия:</i>	38	38	
Лекции (Л)	38	38	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	70	70	
Подготовка к экзамену	35	35	
Изучение и конспектирование монографий, учебных пособий, научных статей по тематике дисциплины	35	35	
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен	

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Организация опытного производства на этапе разработки эскизного и технического проектов	2	2	0	0
2	Технологии прямого формообразования элементов деталей летательных аппаратов	2	2	0	0

3	Технологии литейного производства	2	2	0	0
4	Технологии обработки давлением	2	2	0	0
5	Технологии последовательного лазерного спекания	2	2	0	0
6	Компьютеризированные технологии механической обработки деталей мелкосерийного производства	2	2	0	0
7	Электрофизические методы обработки поверхностей	2	2	0	0
8	Учёт методов обработки поверхностей при проектировании конструкции деталей и узлов ракетно-космической техники.	2	2	0	0
9	Технологические процессы сборки агрегатов и изделий ракетно-космической техники	4	4	0	0
10	Методы обеспечения собираемости при агрегатной и общей сборке	4	4	0	0
11	Контроль геометрических параметров изделий ракетно-космической техники	2	2	0	0
12	Обеспечение массогеометрических характеристик изделий ракетно-космической техники	4	4	0	0
13	Технологические процессы испытаний изделий ракетно-космической техники	2	2	0	0
14	Особенности технологических процессов изготовления деталей, узлов и агрегатов ракетно-космической техники	6	6	0	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Организация опытного производства на этапе разработки эскизного и технического проектов. Принципы организации опытного производства. Особенности разработки технологических процессов изготовления опытных образцов летательных аппаратов.	2
2	2	Технологии прямого формообразования элементов деталей летательных аппаратов. Повышение технологичности мелкосерийных изделий снижением времени на механическую обработку.	2
3	3	Технологии литейного производства. Литьё в керамические формы по выплавляемым моделям. Литьё по газифицируемым моделям.	2
4	4	Технологии обработки давлением. Холодное объёмное деформирование. Холодное последовательное деформирование. Горячее деформирование, горячее прессование.	2
5	5	Технологии последовательного лазерного спекания. Послойное лазерное спекание металлических порошков. Лазерная и газоплазменная наплавка. Учёт размерной усадки при наплавке.	2
6	6	Компьютеризированные технологии механической обработки деталей мелкосерийного производства. Методы проектирования программ обработки с использованием САМ систем. Особенности многоосевой обработки.	2
7	7	Электрофизические методы обработки поверхностей. Плазменное напыление. Газофазное осаждение. Лазерный раскрой и резка заготовок. Электроэрозионная обработка	2
8	8	Учёт методов обработки поверхностей при проектировании конструкции деталей и узлов ракетно-космической техники. Формирование параметрической модели изделия с учётом способа обработки.	2
9	9	Технологические процессы сборки агрегатов и изделий ракетно-космической техники. Сборка узлов и панелей методом сварки. Сварка электронно-лучевая. Сварка трением с перемешиванием.	2

10	9	Технология пайки твердыми припоями. Пайка камер сгорания ЖРД. Пайка сотовых панелей. Особенности паяных соединений. Точность геометрических параметров ракетно-космической техники при агрегатной и общей сборке. Принципы согласования размеров, формы и взаимного расположения поверхностей сборочных единиц. Требования к геометрическим параметрам сборочных единиц. Принципы компенсации погрешностей при сборке узлов и агрегатов. Размерный анализ сборочных единиц.	2
11	10	Методы обеспечения собираемости при агрегатной и общей сборке. Сборка жестких элементов конструкции по базовой модели. Сборка по разметке. Сборка по сборочным отверстиям.	2
12	10	Сборка жесткого каркаса с применением сборочного приспособления. Сборка нежестких элементов конструкций. Сборка роторных систем узлов ракетно-космической техники. Сборка и балансировка жестких роторов турбонасосных агрегатов. Сборка и балансировка гибких роторов турбонасосных агрегатов. Классы точности балансировки	2
13	11	Контроль геометрических параметров изделий ракетно-космической техники. Контроль на стационарных координатно-измерительных машинах. Контроль с помощью переносных измерительных манипуляторов. Бесконтактные методы контроля – лазерные трекеры, фотограмметрические методы.	2
14	12	Обеспечение массогеометрических характеристик изделий ракетно-космической техники. Понятие массогеометрических характеристик (МГХ). Необходимость обеспечения заданных значений МГХ. Контроль МГХ изделий ракетно-космической техники. Методы и средства контроля МГХ на этапе общей сборки. Основные типы оборудования для контроля МГХ изделий ракетно-космической техники.	2
15	12	Коррекция МГХ изделий ракетно-космической техники. Коррекция МГХ добавлением, отделением балансировочных грузов. Необходимое и достаточное количество корректирующих грузов. Методика расчёта величины и места установки корректирующих грузов. Коррекция МГХ изделий ракетно-космической техники. Коррекция МГХ перемещением элементов конструкции. Бортовая система динамических измерений. Методы и средства идентификации МГХ на этапе лётных испытаний.	2
16	13	Технологические процессы испытаний изделий ракетно-космической техники. Испытания на герметичность. Гидравлические испытания. Автоматизация обработки результатов испытаний.	2
17	14	Особенности технологических процессов изготовления деталей, узлов и агрегатов ракетно-космической техники. Технология изготовления обшивок и обечаек (вафельных в том числе). Технология изготовления баков и емкостей, трубопроводов, сильфонов, корпусов и сопел, солнечных батарей	2
18	14	Технология изготовления теплоизоляционных и теплозащитных покрытий, конструкций с сотовым наполнителем, узлов панелей и отсеков с наполнителем в виде пенопласт	2
19	14	Технология изготовления камер сгорания, турбонасосных агрегатов, газогенераторов, двигательных установок	2

5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Подготовка к экзамену	См. основную и дополнительную литературу	35
Изучение и конспектирование монографий, учебных пособий, научных статей по тематике дисциплины	Методические пособия для самостоятельной работы студента, для преподавателя. Учебно-методические материалы в электронном виде	35

6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Лекция-беседа или диалог	Лекции	На лекции учебный материал проблемного содержания дается аспирантам в диалогическом общении двух преподавателей между собой. Моделируются профессиональные дискуссии разными специалистами, например, теоретиком и практиком, сторонником и противником определенной концепции. Диалог преподавателей демонстрирует культуру совместного поиска решений задач. Аспиранты вовлекаются в общение, высказывают собственную позицию.	10

Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: нет

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНы	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Все разделы	ПК-2.2 готовностью к разработке методов принятия обоснованных проектно-конструкторских и технологических решений для выбора состава, оптимальных параметров и организации процессов жизненного цикла ЛА, а также связи этих процессов со свойствами изделий, технико-экономическими и организационными характеристиками их производства	Экзамен	1-59

7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
Экзамен	<p>С целью контроля знаний, полученных аспирантами после изучения дисциплины проводится экзамен. Во время проведения экзамена аспирантом выбирается билет с вопросами по изученным темам. Аспирант отвечает на них письменно или устно.</p>	<p>Отлично: владение знаний предмета в полном объеме учебной программы; аспирант достаточно глубоко осмысливает дисциплину; самостоятельно, в логической последовательности и исчерпывающе отвечает на все вопросы билета, подчеркивал при этом самое существенное, умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделять в нем главное: устанавливать причинно-следственные связи; четко формирует ответы.</p> <p>Хорошо: владение знаний дисциплины почти в полном объеме программы (имеются пробелы знаний только в некоторых, особенно сложных разделах); аспирант самостоятельно и отчасти при наводящих вопросах дает полноценные ответы на вопросы билета; не всегда выделяет наиболее существенное, не допускает вместе с тем серьезных ошибок в ответах</p> <p>Удовлетворительно: владение знаний основного объема знаний по дисциплине; аспирант проявляет затруднения в самостоятельных ответах, оперирует неточными формулировками; в процессе ответов допускаются ошибки по существу вопросов</p> <p>Неудовлетворительно: аспирант не освоил обязательного минимума знаний предмета, не способен ответить на вопросы билета даже при дополнительных наводящих вопросах экзаменатора</p>

7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
Экзамен	<p>Типовые вопросы к экзамену</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Организация опытного производства на этапе разработки эскизного и технического проектов. Принципы организации опытного производства. 2. Особенности разработки технологических процессов изготовления опытных образцов летательных аппаратов. 3. Технологии прямого формообразования элементов деталей

летательных аппаратов

4. Технологии литейного производства

5. Литьё в керамические формы по выплавляемым моделям.

6. Литьё по газифицируемым моделям.

7. Технологии обработки давлением.

8. Холодное объёмное деформирование.

9. Холодное последовательное деформирование.

10. Горячее деформирование, горячее прессование.

11. Технологии последовательного лазерного спекания.

Послойное лазерное спекание металлических порошков.

12. Лазерная и газоплазменная наплавка.

13. Учёт размерной усадки при наплавке.

14. Компьютеризированные технологии механической обработки деталей мелкосерийного производства. Методы проектирования программ обработки с использованием САМ систем.

15. Электрофизические методы обработки поверхностей.

Плазменное напыление.

16. Газофазное осаждение.

17. Лазерный раскрой и резка заготовок.

18. Электроэрозионная обработка

19. Учёт методов обработки поверхностей при

проектировании конструкции деталей и узлов ракетно-космической техники.

20. Формирование параметрической модели изделия с учётом способа обработки.

21. Технологические процессы сборки агрегатов и изделий ракетно-космической техники. Сборка узлов и панелей методом сварки.

22. Сварка электронно-лучевая.

23. Сварка трением с перемешиванием.

24. Технология пайки твердыми припоями. Пайка камер сгорания ЖРД.

25. Пайка сотовых панелей.

26. Особенности паяных соединений.

27. Точность геометрических параметров ракетно-космической техники при агрегатной и общей сборке.

28. Принципы согласования размеров, формы и взаимного расположения поверхностей сборочных единиц.

29. Требования к геометрическим параметрам сборочных единиц.

30. Принципы компенсации погрешностей при сборке узлов и агрегатов.

31. Методы обеспечения собираемости при агрегатной и общей сборке.

32. Сборка жестких элементов конструкции по базовой модели.

33. Сборка по разметке.

34. Сборка и балансировка жёстких роторов турбо-насосных агрегатов.

35. Сборка и балансировка гибких роторов турбо-насосных агрегатов. Классы точности балансировки.

36. Контроль геометрических параметров изделий ракетно-космической техники.

37. Контроль на стационарных координатно-измерительных машинах.

38. Контроль с помощью переносных измерительных манипуляторов.

<p>39. Бесконтактные методы контроля – лазерные трекары, фотограмметрические методы.</p> <p>40. Обеспечение массогеометрических характеристик изделий ракетно-космической техники. Понятие массогеометрических характеристик (МГХ).</p> <p>41. Необходимость обеспечения заданных значений МГХ.</p> <p>42. Контроль МГХ изделий ракетно-космической техники.</p> <p>43. Методы и средства контроля МГХ на этапе общей сборки.</p> <p>44. Основные типы оборудования для контроля МГХ изделий ракетно-космической техники.</p> <p>45. Коррекция МГХ изделий ракетно-космической техники. Коррекция МГХ добавлением, отделением балансировочных грузов.</p> <p>46. Необходимое и достаточное количество корректирующих грузов.</p> <p>47. Методика расчёта величины и места установки корректирующих грузов.</p> <p>48. Коррекция МГХ изделий ракетно-космической техники.</p> <p>49. Коррекция МГХ перемещением элементов конструкции.</p> <p>50. Бортовая система динамических измерений.</p> <p>51. Методы и средства идентификации МГХ на этапе лётных испытаний</p> <p>52. Технологические процессы испытаний изделий ракетно-космической техники.</p> <p>53. Испытания на герметичность.</p> <p>54. Гидравлические испытания.</p> <p>55. Автоматизация обработки результатов испытаний</p> <p>56. Особенности технологических процессов изготовления деталей, узлов и агрегатов ракетно-космической техники. Технология изготовления обшивок и обечаек (вафельных в том числе).</p> <p>57. Технология изготовления баков и емкостей, трубопроводов, сильфонов, корпусов и сопел, солнечных батарей.</p> <p>58. Технология изготовления теплоизоляционных и теплозащитных покрытий, конструкций с сотовым наполнителем, узлов панелей и отсеков с наполнителем в виде пенопласт</p> <p>59. Технология изготовления камер сгорания, турбонасосных агрегатов, газогенераторов, двигательных установок</p>
--

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Автоматизация процесса контроля и сборки в машиностроении [Текст] текст лекций М. М. Тверской, М. С. Кувшинов, Д. В. Каленик и др.; Челябин. политехн. ин-т им. Ленинского комсомола, Каф. Автоматизация механо-сбороч. пр-ва ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЧПИ, 1985. - 51 с.
2. Беляков, И. Т. Технология сборки и испытаний космических аппаратов Учеб. для втузов Под общ. ред. И. Т. Белякова, И. А. Зернова. - М.: Машиностроение, 1990. - 352 с. ил.
3. Справочник по балансировке [Текст] под ред. М. Е. Левита. - М.: Машиностроение, 1992. - 461 с. ил.

4. Автоматизация расчета и контроля параметров изделий в машиностроении [Текст] сб. науч. тр. редкол.: М. М. Тверской и др.; Челябин. гос. техн. ун-т ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЧГТУ, 1995. - 95, [1] с. ил.
5. Размерный анализ технологических процессов В. В. Матвеев, М. М. Тверской, Ф. И. Бойков и др.; Редкол.: Ю. В. Соломенцев (пред.) и др. - М.: Машиностроение, 1982. - 263 с. ил.
6. Матвеев, В. В. Размерный анализ технологических процессов изготовления деталей машин [Текст] учеб. пособие В. В. Матвеев, Ф. И. Бойков, Ю. Н. Свиридов ; Челяб. политехн. ин-т им. Ленинского комсомола, Каф. Технология машиностроения ; ЮУрГУ. - Челябинск: ЧПИ, 1977. - 47 с. ил.
7. Тверской, М. М. Автоматизированный контроль и коррекция распределения масс изделий машиностроения ЧГТУ ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЧГТУ, 1997. - 184 с. ил.
8. Федоров, В. Б. Контроль и коррекция массогеометрических характеристик летательных аппаратов Ч. 1 Текст лекций В. Б. Федоров; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Автоматизация механосбороч. пр-ва; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2004. - 114, [1] с.
9. Федоров, В. Б. Технология ракетостроения Ч. 1 Текст лекций В. Б. Федоров; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Автоматизация механосборочного пр-ва; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2004. - 147, [1] с.
10. Гардымов, Г. П. Технология ракетостроения Учеб. пособие Г. П. Гардымов, Б. А. Парфенов, А. В. Пчелинцев. - СПб.: Специальная литература, 1997. - 319,[1] с. ил.
11. Федоров, В. Б. Технология сборки изделий авиационной техники Конспект лекций В. Б. Федоров; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Автоматизация механосбороч. пр-ва; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Автоматизация механосбороч. пр-ва; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2003. - 47,[2] с. ил., табл. электрон. версия

б) дополнительная литература:

1. Савельев, А. А. Программирование и наладка фрезерного станка модели EMCOMILL 300 с устройством ЧПУ Sinumerik учеб. пособие по направлению "Конструкт.-технол. обеспечение машиностр. пр-в" А. А. Савельев, П. Г. Мазеин, С. Р. Сайфутдинов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Станки и инструмент ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2012. - 106, [2] с. ил. электрон. версия
2. Мазеин, П. Г. Пятиосевая обработка на станках с ЧПУ [Текст] учеб. пособие по специальности 151002.65 "Металлообрабатывающие станки и комплексы" и др. специальностям П. Г. Мазеин, В. В. Батуев ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Станки и инструмент ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2010. - 43, [2] с. ил. электрон. версия
3. Мазеин, П. Г. Высокоскоростная обработка на станках с ЧПУ [Текст] учеб. пособие по специальности 151002.65 "Металлообрабатывающие станки и комплексы" и др. специальностям П. Г. Мазеин, В. В. Батуев ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Станки и инструмент ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2010. - 42, [2] с. ил. электрон. версия

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:
Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Андриюшкин, А.Ю. Производство сварных конструкций в ракетно-космической технике: учебное пособие. [Электронный ресурс] / А.Ю. Андриюшкин, О.О. Галинская, А.Б. Сигаев. — Электрон. дан.— СПб. : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2015. — 104 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/75169> — Загл. с экрана.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Андриюшкин, А.Ю. Производство сварных конструкций в ракетно-космической технике: учебное пособие. [Электронный ресурс] / А.Ю. Андриюшкин, О.О. Галинская, А.Б. Сигаев. — Электрон. дан.— СПб. : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2015. — 104 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/75169> — Загл. с экрана.

Электронная учебно-методическая документация

Нет

9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых информационных справочных систем:

1. -Информационные ресурсы ФИПС(бессрочно)

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	308 (2)	Проектор, компьютер