Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 16.07.2025 11:54:03
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет машиностроения

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета машиностроения
_____ /Е.В. Сафонов/
«27» _февраля__ 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Законы развития технических систем

Направление подготовки
27.03.05 «Инноватика»

Образовательная программа (профиль подготовки)
«Аддитивные технологии»

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва, 2025 г.

Разработчик(и):

Доцент, к.т.н., доцент /П.А. Петров/

Согласовано:
Заведующий кафедрой «ОМДиАТ» _____ / Матвеев А. Г. /

Программа согласована с руководителем образовательной программы «Аддитивные технологии» по направлению подготовки 27.03.05 «Инноватика»

_____/ Сапрыкин Б. Ю./

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 6
3. Структура и содержание дисциплины 6
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 9
5. Материально-техническое обеспечение 10
6. Методические рекомендации 11
7. Фонд оценочных средств 12

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины **«Законы развития технических систем»** является формирование у студентов четвертого курса компетенций в области создания инновационных продуктов и услуг, в том числе для аддитивного производства, с применением инструментов методической системы инновационного проектирования «ТРИЗ».

К **основным задачам** освоения дисциплины «Законы развития технических систем» следует отнести:

- изучение системы законов развития технических систем (ЗРТС),
- практическое применение решательных инструментов ТРИЗ: вепольного анализа и вепольных моделей, стандартов и алгоритмов решения изобретательских задач (АРИЗ),
- изучение взаимосвязей системы законов развития технических систем с аналитическими и решательными инструментами ТРИЗ,
- овладение теоретическими знаниями и практическими навыками анализа технических систем (ТС) посредством применения ЗРТС,
- получение практических навыков применения аналитическими и решательных инструментов ТРИЗ для анализа и синтеза ТС.

Обучение по дисциплине «**Законы развития технических систем**» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-3 способность использовать фундаментальные знания для решения базовых задач управления в технических системах с целью совершенствования в профессиональной деятельности	**знать:** • основные законы и понятия физики и естествознания, математики, химии и материаловедения; • основные методы и подходы теории управления, а также теоретической инноватики для решения задач профессиональной деятельности; **уметь:** • применять знания математики, физики и естествознания, химии и материаловедения, а также основные закономерности инновационного развития для решения задач профессиональной деятельности; **владеть:** • навыками решения конкретных задач из разных областей математики, физики и естествознания, химии и материаловедения, теории управления в инновационной деятельности, на уровне, соответствующем требованиям общепрофессиональной подготовки бакалавра по направлению
ОПК-5 способность решать задачи в области инновационных процессов в	**знать:**

науке, технике и технологии с учетом нормативно-правового регулирования в сфере интеллектуальной собственности	• методы и инструменты теории решения изобретательских задач (ТРИЗ), применяемые при разработке проектов реализации инноваций на основе анализа и синтеза технических систем; **уметь:** • применять методы и инструменты теории решения изобретательских задач (ТРИЗ) при разработке проектов реализации инноваций на основе анализа и синтеза технических систем; **владеть:** • навыками применения законов (закономерностей) развития технических систем и связанных с ними методов и инструментов ТРИЗ при разработке проектов реализации инноваций на основе анализа и синтеза технических систем
ПК-1 способность к организации анализа и оптимизации процессов управления жизненным циклом проектирования научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	**знать:** • особенности применения законов развития технических систем, методов и инструментов ТРИЗ на этапе анализа и синтеза технических систем (продуктов, технологий, операций, оборудования, информационных систем) при разработке и реализации инновационных стратегий, программ, планов и проектов; **уметь:** • применять механизмы законов развития технических систем, методов и инструментов ТРИЗ на этапе анализа и синтеза технических систем (продуктов, технологий, операций, оборудования, информационных систем) при разработке и реализации инновационных стратегий, программ, планов и проектов; **владеть:** • навыками анализа и синтеза технических систем (продуктов, технологий, операций, оборудования, информационных систем) с учетом механических, технологических, конструкторских, эксплуатационных, эстетических, экономических, управленческих параметров при разработке и реализации инновационных стратегий, программ, планов и проектов.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина **«Законы развития технических систем»** относится к Б1.2 - части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 «Дисциплины (модули)», включена в Модуль «Инструменты создания нововведений и изобретений» и входит в основную образовательную программу подготовки бакалавра по направлению подготовки 27.03.05 «Инноватика», профиль «**Аддитивные технологии**» очной формы обучения.

Дисциплина **«Законы развития технических систем»** взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами ООП:

В Блок 1. Дисциплины (модули):

- Промышленные технологии и инновации;
- Защита авторских прав и интеллектуальной собственности.

В части, формируемой участниками образовательных отношений:

- Проектная деятельность;
- Аналитические инструменты ТРИЗ;
- Прогнозирование и экспертиза инновационных проектов с применением ТРИЗ.

В части элективных дисциплин:

- Оформление заявок на патенты в аддитивном производстве/ Оформление заявок на промышленный образец в аддитивном производстве.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(е) единиц(ы) (72 часов).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

3.1.1. Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
			7 (седьмой)	-
1	**Аудиторные занятия**	**54**	54	-
	В том числе:			
1.1	Лекции	18	18	-
1.2	Семинарские/практические занятия	36	36	-
1.3	Лабораторные занятия	0	0	-
2	**Самостоятельная работа**	**18**	18	-
	В том числе:			
2.1	индивидуальные задания по лекциям	4	4	
2.2	индивидуальные задания по практическим занятиям	5	5	
2.3	РГР	8	8	
2.4	тестирование	1	1	
3	**Промежуточная аттестация**			
	Зачет/диф.зачет/экзамен	**зачет**	зачет	-
	Итого	**72**	72	-

3.2 Тематический план изучения дисциплины

3.2.1. Очная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	Раздел 1. ЗРТС						
1.1	Тема 1. Общая структура законов развития технических систем		2	2			2
1.2	Тема 2. Закон повышения полноты частей технической системы		2	2			2
1.3	Тема 3. Закон вытеснения человека из технической системы		2	2			2
1.4	Тема 4. Закон перехода в надсистему		2	2			2
1.5	Тема 5. Закон повышения согласованности		2	2			2
1.6	Тема 6. Закон повышения управляемости. Закон повышения динамичности		2	2			2
1.7	Тема 7. Закон неравномерности развития частей технической системы. Закон повышения свернутости		2	2			2
1.8	Тема 8. Закон повышения эффективности потоков		2	2			2
1.9	Тема 9. Связь законов развития технических систем с методами и инструментами ТРИЗ		2	2			2
2	Раздел 2. Взаимосвязь ЗРТС с инструментами ТРИЗ						
2.1	Тема 1. Аналитические методы ТРИЗ, в т.ч. вепольный анализ, функциональный анализ, потоковый анализ			2			
2.2	Тема 2. Система стандартных решений изобретательских задач.			2			
2.3	Тема 3. Стандарты построения и разрушения веполей			2			
2.4	Тема 4. Стандарты развития веполей			2			
2.5	Тема 5. Стандарты перехода к надсистеме и на микроуровень			2			
2.6	Тема 6. Стандарты на обнаружение и измерение систем			2			
2.7	Тема 7. АРИЗ – основная логика метода. Основные механизмы АРИЗ			2			
	Итого	**72**	**18**	**36**	**0**	**0**	**18**

3.3 Содержание дисциплины

Раздел 1. ЗРТС

Тема 1. Общая структура законов развития технических систем

Модель, моделирование - что это такое? Модель в ТРИЗ. Примеры моделей задач в ТРИЗ. Повторение понятий ТРИЗ: изобретательская задача и т.п. Модель ЗРТС+ИКР+ФМ+Противоречия+Тримминг. Вводное о ЗРТС в ТРИЗ: история, определение "закона", требование к закону. Модель ТС и иерархия ЗРТС, как следствие совершенствования модели ТС

Тема 2. Закон повышения полноты частей технической системы

Формулировка, характеристика, механизм реализации, особенности; с какими методами и инструментами ТРИЗ совместим.

Тема 3. Закон вытеснения человека из технической системы

Формулировка, характеристика, механизм реализации, особенности; с какими методами и инструментами ТРИЗ совместим.

Тема 4. Закон перехода в надсистему

Формулировка, характеристика, механизм реализации, особенности; с какими методами и инструментами ТРИЗ совместим.

Тема 5. Закон повышения согласованности

Формулировка, характеристика, механизм реализации, особенности; с какими методами и инструментами ТРИЗ совместим.

Тема 6. Закон повышения управляемости. Закон повышения динамичности

Формулировка, характеристика, механизм реализации, особенности; с какими методами и инструментами ТРИЗ совместим.

Тема 7. Закон неравномерности развития частей технической системы. Закон повышения свернутости

Формулировка, характеристика, механизм реализации, особенности; с какими методами и инструментами ТРИЗ совместим.

Тема 8. Закон повышения эффективности потоков

Формулировка, характеристика, механизм реализации, особенности; с какими методами и инструментами ТРИЗ совместим.

Тема 9. Связь законов развития технических систем с методами и инструментами ТРИЗ

Примеры построения моделей решения изобретательских задач.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

Раздел 2. Взаимосвязь ЗРТС с инструментами ТРИЗ

Тема 1. Аналитические методы ТРИЗ, в т.ч. вепольный анализ, функциональный анализ, потоковый анализ

Тема 2. Система стандартных решений изобретательских задач

Тема 3. Стандарты построения и разрушения веполей

Тема 4. Стандарты развития веполей

Тема 5. Стандарты перехода к надсистеме и на микроуровень

Тема 6. Стандарты на обнаружение и измерение систем

Тема 7. АРИЗ – основная логика метода. Основные механизмы АРИЗ

3.4.2. Лабораторные занятия

Лабораторные работы по дисциплине «Законы развития технических систем не предусмотрены» не предусмотрены.

3.5 Тематика расчетно-графической работы

1. Анализ развития продукта из области аддитивных технологий. Синтез решений с применением законов развития технических систем, методов и инструментов ТРИЗ.
2. Анализ развития технологии аддитивного производства. Синтез решений с применением законов развития технических систем, методов и инструментов ТРИЗ.
3. Анализ развития оборудования (узлов, элементов) для аддитивного производства. Синтез решений с применением законов развития технических систем, методов и инструментов ТРИЗ.
4. Анализ развития областей применения материалов для аддитивных технологий. Синтез решений с применением законов развития технических систем, методов и инструментов ТРИЗ.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. Нормативные документы и ГОСТы отсутствуют.

4.2 Основная литература

1. Петров В. М. Теория решения изобретательских задач – ТРИЗ: учебник по дисциплине «Алгоритмы решения нестандартных задач». М: Солон-Пресс, 2017. – 500 с. (Серия «Библиотека создания инноваций».) ISBN: 978-5-91359-207-1 Режим доступа: http://www.solon-press.ru/katalog/delovaya-literatura/teoriya-resheniya-izobretatelskix-zadach-%E2%80%93-triz:-uchebnik-po-disczipline-%C2%ABalgoritmyi-resheniya-nestandartnyix-zadach%C2%BB

2. Альтшуллер Г. Найти идею: Введение в ТРИЗ — теорию решения изобретательских задач / Генрих Альтшуллер. — 4-е изд. — М.: Альпина Паблишерз, 2011. — 400 с. Режим доступа: https://f.ua/statik/files/products/515946/nayti-ideyu-vvedenie-v-triz-teoriyu-reshenija-izobretatelskih-zadach-9785961442892_7188.pdf

3. Петров В. М. Законы развития систем: ТРИЗ ТРИЗ. Изд. 2-е, испр. и дополненное / Владимир Петров. [б. м.]: Издательские решения, 2019. — 922 с. — ISBN 978-5-4490-9985-3 Режим доступа: https://www.litres.ru/vladimir-petrov-15202224/zakony-razvitiya-sistem-triz/chitat-onlayn/

4.3 Дополнительная литература

1. «Поиск новых идей, От озарения к технологии». Альтшуллер Г.С., Злотин Б.Л., Зусман А.В., Филатов В.И., Кишинев, Картя Молдовеняскэ, 1989г. Режим доступа: http://nashol.com/2017071895421/poisk-novih-idei-ot-ozareniya-k-tehnologii-altshuller-g-s-zlotin-b-l-zusman-a-v-filatov-v-i-1989.html

2. Глазунов В. Н. Поиск принципов действия технических систем. М.: Речной транспорт, 1990 Режим доступа: http://www.method.ru/production/liter/method/

3. Гин А. А., Кудрявцев А. В., Бубенцов В. Ю., Серединский А. Теория решения изобретательских задач: учебное пособие I уровня: Учеб.-методич. пособие. — М.: Народное образование, 2009. — 62 с.: ил. ISBN 978-5-87953-259-3; Модерн, 2017 — 90 с. ISBN: 978-5-94193-024-1 Режим доступа: https://portal.tpu.ru/SHARED/s/SHOB/study/TIPS/TR1/Gin_Kudravzev_TRIZ.pdf

4. Шпаковский Н. А. ТРИЗ. Анализ технической информации и генерация новых идей. учеб. пособие / Н. А. Шпаковский. — 2-е изд., стереотип. — М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2019. — 264 с. — (Высшее образование: Бакалавриат) — ISBN 978-5 — 00091-424-3. Режим доступа: https://fileskachat.com/download/95437_bf3fc3b9e95a92f1d5c69c998f55437d.html

5. Проектирование систем: изобретательство, анализ и принятие решений. Джон Диксон. - М.:Мир, 1969. - 440 с. http://www.twirpx.com/file/344952/

4.4 Электронные образовательные ресурсы

1. ЭОР «Законы развития технических систем»:
https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=12327

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. Программное обеспечение не предусмотрено, за исключением ПО для демонстрации презентаций.

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Каждый студент обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронным библиотекам университета, представленным на сайте Мосполитеха в разделе:

1. «Библиотека. Электронные ресурсы» http://lib.mami.ru/lib/content/elektronnyy-katalog
2. «Библиотека. Электронно-библиотечные системы» http://lib.mami.ru/lib/ebs
3. ЭБС «Издательства Лань» - https://e.lanbook.com/
4. Методолог - Сайт посвящен изобретательским задачам и методам их решения. www.metodolog.ru
5. Сайт Официального Фонда Г.С. Альтшуллера http://www.altshuller.ru
6. Методы проектирования. Дж. К. Джонс http://www.ozon.ru/context/detail/id/2513137/

5. Материально-техническое обеспечение

Лекционные аудитории общего университетского аудиторного фонда, оснащенные мультимедийными проекторами для показа видеофильмов и презентаций.

Для проведения практических занятий задействуются аудитории общего университетского аудиторного фонда, оснащенные мультимедийными проекторами.

6. Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Основное внимание при изучении дисциплины **«Законы развития технических систем»** следует уделять изучению основных законов развития технических систем, анализу пределов развития, изучению признаков этапов развития и специфических для каждого этапа рекомендаций.

Теоретическое изучение основных вопросов разделов дисциплины должно завершаться практическими занятиями.

Для активизации учебного процесса при изучении дисциплины эффективно применение презентаций по различным темам лекций и практическим занятиям, в том числе по тем, для которых студентам выдаются индивидуальные задания.

Для проведения занятий по дисциплине используются средства обучения:

- учебники и учебные пособия, информационные ресурсы Интернета;
- разработанные презентации по различным разделам курса;
- методические указания для выполнения индивидуальных заданий для самостоятельной работы студента.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов, рассматриваемых в рамках раздела 3 данной дисциплины.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию. Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия. Выполненные задания загружаются студентом в курс ЭОР для последующей проверки преподавателем.

Задачи самостоятельной работы студента:

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;
- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к зачету.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- подготовка к практическим занятиям;
- выполнение индивидуальных заданий по закреплению тем
- подготовка расчетно-графической работы по теме связанной с тематикой дисциплины.

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
-осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы и корректировка выполнения работы;
- рефлексия;
- презентация работы.

7. Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

До даты проведения промежуточной аттестации студент должен выполнить все работы, предусмотренные настоящей рабочей программой дисциплины. Перечень обязательных работ и форма отчетности представлены в таблице.

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1.	Устный опрос (З -зачет)	Диалог преподавателя со студентом, цель которого – систематизация и уточнение имеющихся у студента знаний, проверка его индивидуальных возможностей усвоения материала	Комплект билетов и контрольных вопросов
2.	Практические работы (ПР)	Средство проверки навыков применять полученные знания на практических заданиях по заранее определенной методике при выполнении конкретного задания по разделу дисциплины либо по дисциплине в целом	Задание для выполнения практической работы
3.	Доклады по индивидуальной теме (Д)	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.	Темы докладов

4	Тестирование (Т)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Вопросы (примерные) для подготовки к тестированию

*Если не выполнен один или более видов учебной работы, указанных в таблице, преподаватель имеет право выставить неудовлетворительную оценку.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

К промежуточной аттестации студенты должны выполнить следующие виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «**Законы развития технических систем»** (выполнение и защита практических работ, выполнение заданий на самостоятельную подготовку, а также выполнение курсового проекта и тестовых заданий с учетом вышеописанных требований).

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности, не испытывает затруднений при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации. Допускаются: - незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации; - значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных рабочей программой. Студент демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент не может оперировать знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

Текущий контроль включает: проверку выполнения индивидуальных заданий по лекциям и по практическим занятиям, а также проверку расчетно-графических работ и тестовых заданий.

Для проведения текущего контроля успеваемости по отдельным разделам (темам) дисциплины могут применяться тестовые задания или контрольные задания с ответами «верно-неверно» или соответствия на ввод численного значения. Раздел дисциплины (тема) зачитывается студенту как освоенная «зачтено», если количество правильных ответов 60% и более. Если правильных ответов меньше 60% ставится «не зачтено» и назначается повторное тестирование. На дату проведения промежуточной аттестации в форме экзамена по всем тестовым заданиям студент должен получить зачёт; все индивидуальные задания и расчетно-графическая работа должны быть также иметь статус «зачтено».

7.3.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачёта проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».