

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Физический факультет

УТВЕРЖДАЮ:
декан физического факультета
С.Н. Филимонов

Рабочая программа дисциплины

Системная инженерия

по направлению подготовки

09.04.02 Информационные системы и технологии

Направленность (профиль) подготовки:
«Информационные системы и технологии в космической геодезии»

Форма обучения
Очная

Квалификация
Магистратура

Год приема
2024

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
Т.В.Бордовицына

Председатель УМК
О.М. Сюсина

Томск – 2024

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

- УК-2 – способность управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла;
- ОПК-3 – способность анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями;
- ОПК-6 – способность использовать методы и средства системной инженерии в области получения, передачи, хранения, переработки и представления информации посредством информационных технологий;
- ОПК-8 – способность осуществлять эффективное управление разработкой программных средств и проектов;

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИУК 2.1. Умение формулировать цель проекта, обосновывать его значимость и реализуемость;

ИУК 2.2. Знание, как разработать план действий по решению задач проекта с учетом имеющихся ресурсов и ограничений;

ИУК 2.3. Знание, как обеспечить выполнение проекта в соответствии с установленными целями, сроками и затратами;

ИОПК 3.1. Способность осуществлять сбор и обработку научно-технической информации, необходимой для решения профессиональных задач;

ИОПК 3.2. Умение работать с различными видами информации с помощью различных средств информационных и коммуникационных технологий;

ИОПК 3.3. Умение формулировать результаты, полученные в ходе решения исследовательских задач, в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями;

ИОПК 6.1. Знание методов и средств системной инженерии в области получения, передачи, хранения, переработки и представления информации;

ИОПК 6.2. Способность выбирать методы и средства системной инженерии, необходимые для решения поставленных задач;

ИОПК 6.3. Способность использовать методы и средства системной инженерии.

ИОПК 8.1. Владение знаниями об основных принципах, задачах и критериях результативности работы для разработки программных средств и проектов;

ИОПК 8.2. Способность обосновывать принимаемые управленческие решения;

ИОПК 8.3. Знания о том, как планировать, организовывать исполнение, контроль и анализ отклонений для эффективного достижения целей проекта в рамках утвержденных заказчиком требований, бюджета и сроков.

2. Задачи освоения дисциплины

- знакомство с ролью системного инженера при разработке систем;
- получение обучаемым знаний о методах, процессах и стандартах, обеспечивающих планирование и эффективную реализацию полного жизненного цикла систем;
- получение обучаемым способности к работе по созданию (развитию) систем различного вида и назначения.

3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы.

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Семестр 1, экзамен.

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 часов, из которых:

- лекции: 30 ч.;
- семинарские занятия: 0 ч.
- практические занятия: 30 ч.;
- лабораторные работы: 0 ч.

в том числе практическая подготовка: 0 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам

Тема 1. Основы системной инженерии

- Основные термины и определения
- Системная инженерия и современные системы
- Ландшафт системной инженерии
- Структура сложных систем
- Процесс разработки системы
- Управление системной инженерией

Тема 2. Стадия разработки концепции

- Анализ потребностей
- Исследование концепции
- Определение концепции
- Анализ и поддержка принятия решений

Тема 3. Стадия разработки инженерно-технических решений

- Эскизное проектирование
- Инженерия программных систем
- Техническое проектирование
- Комплексирование и аттестация

Тема 4. Постразработочная стадия

- Производство
- Эксплуатация и сопровождение

Тема 5. Подведение итогов

- Резюме курса.
- Разбор практических заданий
- Изучение учебного материала, выполнение самостоятельных практических заданий, подготовка сообщения
- Тема 6. Инженерия требований

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ, докладов студентов (в течение семестра каждый студент должен сделать не менее двух докладов), выполнения домашних заданий, и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

В случае пропуска занятия, студент получает задание по пропущенной теме.

Оценка текущей успеваемости определяется как среднее арифметическое из оценки учебной деятельности студента.

Оценивание текущей успеваемости

Оценка	Критерий оценивания
отлично	среднее арифметическое 4.7-5
хорошо	среднее арифметическое 3.7-4.6
удовлетворительно	среднее арифметическое 3-3.6
неудовлетворительно	среднее арифметическое <3

Доклад – это продукт самостоятельной или групповой работы студента (студентов), представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов, демонстрирующий способность студента осуществлять сбор и обработку научно-технической информации, умение работать с различными видами информации, умение формулировать результаты в виде обзоров с выводами.

Данный вид деятельности участвует в формировании ОПК-3.

Примеры вопросов из контрольных работ:

1. Важнейшие разделы системной инженерии
2. Как называлась системная инженерия в СССР
3. Основные инструменты достижения успеха при создании крупномасштабных систем (Г. Гуд и Р. Макол)
4. Как А. Холл (Arthur D. Hall) в своей книге «Опыт методологии для системотехники» определил системную инженерию?
5. Как рассматривал системную инженерию Честнат? Chestnut H. Systems Engineering Tools. Wiley, New York, 1965.
6. Два основополагающих подхода системной инженерии
7. Основные шаги системного подхода
8. Первый нормативный документ по системной инженерии
9. Современные стандарты системной инженерии
10. Определение понятия «система»
11. Определение понятия «Элемент системы»
12. Определение понятия «Ключевые функции»
13. Назначение системной инженерии
14. Чем отличается системная инженерия от других инженерных дисциплин?
15. Что такое система?
16. Основные факторы, показывающие связь современной системной инженерии с ее истоками
17. Что такое комплексирование?
18. Признаки системы для разработки, испытания и применения которой нужны системный инженер и системная инженерия
19. Инженерно насыщенная или комплексная система
20. Примеры инженерно насыщенных комплексных систем: обработка сигналов и данных

21. Примеры инженерно насыщенных комплексных систем: материалы и энергетика
22. Как можно условно представить модель ориентации технического специалиста?
23. Представления в системной инженерии
24. Успешные системы
25. «Наилучшая» система
26. Сбалансированная система
27. Сбалансированная точка зрения
28. Предметные области, связанные с системами
29. Сферы деятельности, связанные с системной инженерией
30. Подходы системной инженерии
31. Системная инженерия. Действия и результаты
32. Иерархия сложных систем
33. Составные части системы
34. Окружение системы
35. Интерфейсы и взаимодействия
36. Сложность в современных системах
37. Применение системной инженерии на протяжении жизненного цикла системы
38. Жизненный цикл системы
39. Эволюционные характеристики процесса разработки....
40. Метод системной инженерии
41. Испытания на протяжении разработки системы
42. Иерархическая структура работ
43. План управления системной инженерией
44. Управление риском
45. Организация системной инженерии
46. Системный анализ
47. Анализ функционирования
48. Оценка осуществимости
49. Валидация потребностей
50. Разработка требований к системе
51. Анализ требований назначения
52. Определение требований к показателям функционирования.
53. Исследование концепций реализации
54. Валидация требований к показателям функционирования
55. Определение концепции системы
56. Анализ требований к показателям функционирования
57. Анализ функционирования и формирование
58. функциональных требований
59. Привязка функций
60. Выбор концепции
61. Валидация концепции
62. Планирование разработки системы
63. Построение архитектуры системы
64. Языки моделирования систем: UML и SysML
65. Моделе-ориентированная системная инженерия
66. Спецификация функциональных требований к системе...
67. Принятие решений
68. Моделирование на протяжении разработки системы
69. Моделирование для принятия решений
70. Имитационное моделирование
71. Анализ компромиссов
72. Методы оценивания

Примеры задач:

1. На контекстной диаграмме мастер-ремонтник обычно является внешним объектом, оказывающим воздействие на систему (например, осуществляющим техническое обслуживание и ремонт) и предоставляющим материалы (например, запасные части), в то время как система предоставляет мастеру диагностические данные. Опишите природу интерфейсов, относящихся к обслуживанию и ремонту, а также возможные взаимодействия системы с пользователем в процессе ремонта и обслуживания со стороны пользователя.

2. На основе табличных данных, показывающих эволюцию моделей системы в ходе ее разработки, опишите, как эволюция документов с требованиями иллюстрирует процесс материализации системы.

3. Выберите один из перечисленных ниже бытовых приборов:

-посудомоечная машина;

-стиральная машина;

- телевизор;

- робот-пылесос.

а) Назовите функции, которая он выполняет в рабочем цикле. Укажите основную среду (сигналы, данные, материалы или энергия) на каждом шаге и основную функцию, реализуемую в этой среде.

б) Опишите физические элементы выбранного прибора, участвующие в реализации каждой из названных функций.

4. Допустим, вы системный инженер в проекте разработки новой системы, причем задействованные в нем конструкторы никогда не разрабатывали таких подсистем и компонентов, какие нужны в новой системе. Очевидно, что здесь имеется зона риска. Что бы вы порекомендовали сделать на ранних этапах разработки, чтобы смягчить технические риски? Для каждого предложенного вида деятельности укажите, снизит ли он вероятность риска, последствия риска или то и другое одновременно.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

До экзамена допускаются студенты, сделавшие не менее 2-х докладов (докладами проверяется освоение индикаторов ИОПК 3.1-3.3) и 80% всех заданий, включая задания за пропущенные занятия.

Экзамен проводится в устной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из двух частей (двух теоретических вопросов и задачи). Продолжительность экзамена 1,5 часа.

На экзаменах теоретическими вопросами проверяются результаты освоения дисциплины по индикаторам: ИУК-2.2–2.3, ИОПК-6.1, ИОПК-8.1, 8.3.

После ответа на теоретические вопросы обучающийся получает практическое задание, для выполнения которого разрешается использование компьютера и сеть интернет. Практическими заданиями проверяются результаты освоения дисциплины по индикаторам: ИУК-2.1, ИОПК-6.2–6.3, ИОПК-8.2.

Каждая выполняемая часть экзаменационного билета оценивается по системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценка теоретического вопроса

Оценка	Критерий оценивания
Отлично	86-100% правильности и полноты ответа
Хорошо	71-85% правильности и полноты ответа
Удовлетворительно	50-70 % правильности и полноты ответа
Неудовлетворительно	< 50% правильности и полноты ответа

Оценка промежуточной аттестации определяется как среднее арифметическое из оценок за выполнение заданий билета и оценки текущей успеваемости, в соответствии с

таблицей приведенной ниже, при условии, что все оценки не ниже «удовлетворительно». В случае, если одна из оценок «неудовлетворительно», общая оценка не может быть выше «удовлетворительно».

Оценивание промежуточной аттестации

Оценка	Критерий оценивания
отлично	среднее арифметическое 4.7-5
хорошо	среднее арифметическое 3.7-4.6
удовлетворительно	среднее арифметическое 3-3.6 и/или одна из оценок на экзамене и итоговая за текущий контроль - «неудовлетворительно»
неудовлетворительно	среднее арифметическое <3, (от двух и более оценок «неудовлетворительно»)

Примеры вопросов на экзамене:

1. Этапы истории развития системной инженерии
2. Системная инженерия и современные системы
3. Ландшафт системной инженерии
4. Структура сложных систем
5. Процесс разработки системы
6. Управление системной инженерией
7. Подготовка предложения и техническое задание
8. Управление риском
9. Оценка осуществимости и валидация потребностей
10. Стадия разработки концепции
11. Анализ потребностей
12. Составление сметы и контроль ее исполнения
13. Исследование концепции
14. Определение концепции
15. Анализ и поддержка принятия решений
16. Стадия разработки инженерно-технических решений
17. Эскизное проектирование
18. Снижение риска
19. Инженерия программных систем
20. Техническое проектирование
21. Комплексование и аттестация
22. Постразработочная стадия
23. Производство с точки зрения системного инженера
24. Эксплуатация и сопровождение системы

Примеры задач:

1. По представленному образцу изобразите иерархию, состоящую из подсистем, компонентов, субкомпонентов и деталей для 1) системы управления воздушным движением в зоне аэропорта; 2) персонального компьютера; 3) автомобиля; 4) электростанции. Для каждой системы достаточно указать по одному элементу на каждом уровне.

2. Распишите какие характеристики самолета вы отнесли бы к системе в целом, а не к совокупности ее частей? Обоснуйте свой ответ.

3. Возьмите какой-нибудь пример очень крупной и сложной системы систем и объясните, как системостроение могло бы помочь в отыскании полезных решений, которые нашли бы широкую поддержку во многих сообществах.

4. На основе рис., иллюстрирующего применение закона убывающей доходности к поиску оптимального значения показателя функционирования системы/компонента и, как следствие, необходимость находить баланс между функциональными возможностями и стоимостью; назовите еще две пары характеристик (помимо функциональных возможностей и стоимости), оптимизация одной из которых вступает в противоречие с другой. Обоснуйте, почему так происходит.

5. Распределите основные детали пассажирского автомобиля по четырем подсистемам и их компонентам. (Не включайте такие дополнительные функции, как охрана окружающей среды и развлечения.) Сгруппируйте компоненты подсистем, относящиеся к каждой из основных функций. При определении компонентов используйте принципы значимости (выполняет важную функцию), уникальности (относится по преимуществу к отдельной дисциплине) и унифицированности (встречается в системах разных типов). Укажите места, в которых сомневаетесь. Нарисуйте блок-схему, показав на ней связи подсистем и компонентов с системой и друг с другом.

11. Учебно-методическое обеспечение

- а) Электронный учебный курс по дисциплине в среде электронного обучения iDO
- б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.
- в) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

- а) основная литература:
 - Косяков А.. Системная инженерия. Принципы и практика / Косяков А., Свит У.. - Москва : ДМК Пресс. - 624 с. URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=66484
 - Шамие К. Системная инженерия для "чайников" / Кэтлин Шамие. - [Б. м. : б. и., 2014?]. - 1 онлайн-ресурс (67 с.): ил. URL: <http://sun.tsu.ru/limit/2018/000625627/000625627.pdf>
 - Батоврин В. К.. Системная и программная инженерия. Словарь-справочник : учебное пособие для вузов / Батоврин В. К.. - Москва : ДМК Пресс, 2010. - 280 с. URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_cid=25&p11_id=1097
 - Косяков, А. Системная инженерия. Принципы и практика: учебное пособие / А. Косяков, У. Свит. — Москва : ДМК Пресс, 2014. — 624 с. — ISBN 978-5-97060-122-8. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/66484>.
 - Системная инженерия. Принципы и практика / Косяков А., Свит У., Сэмюэль Дж. Сеймур, Стивен М. Бимер ; [пер. с англ. под ред. В. К. Батоврина ; гл. ред. Мовчан Д. А. ; Рус. ин-т системной инженерии]. - 2-е изд.. - Москва : ДМК Пресс, 2014. - 1 онлайн-ресурс (623 с.): ил. - (Библиотека по системной инженерии) URL: <http://sun.tsu.ru/limit/2018/000625615/000625615.pdf>
 - Системный анализ: учебник и практикум для вузов / В. В. Кузнецов [и др.] ; под общей редакцией В. В. Кузнецова. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 270 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-8591-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт. — URL: <https://urait.ru/bcode/470643>.
 - ГОСТ Р 57193-2016 Системная и программная инженерия. Процессы жизненного цикла систем (на основе ISO/IEC/IEEE 15288:2015 Systems and software engineering — System life cycle processes)

– ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-2010 Информационная технология. Системная и программная инженерия. Процессы жизненного цикла программных средств (см. ISO/IEC 12207:2008)

б) дополнительная литература:

– Халл Э., Джексон К., Джереми Д. Инженерия требований / Пер. с англ. под ред. В. К. Батоврина. — М.: ДМК Пресс. — 2017. — 224 с. ISBN 978-5-97060-214-0

– Печников А.Н.; Остроумова Ю. С. Системная инженерия как методологическое основание проектирования локальных систем обучения// Человек и образование. 2021 (3):13-20; Институт управления образованием Российской академии образования URL: <https://elibrary-ru.ez.lib.tsu.ru/item.asp?id=47198660>

–

– Заграновская, А. В. Системный анализ: учебное пособие для вузов / А. В. Заграновская, Ю. Н. Эйссер. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 424 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13893-1. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/467205>

в) ресурсы сети Интернет:

– открытые онлайн-курсы

– <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=24960>

– Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>

– Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <https://elibrary-ru.ez.lib.tsu.ru/>

– <https://e-lanbook-com.ez.lib.tsu.ru/>

13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office OneNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);

– публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

– Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>

– Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>

– ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>

– ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>

– Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>

– ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>

– ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

15. Информация о разработчиках

Александрова Анна Геннадьевна, к.ф.-м.н.

Галушина Татьяна Юрьевна, к.ф.-м.н.