

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор

(подпись)

А.А. Каракозов

» 03 2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.07 Оптимизация энергозатрат в металлургических технологиях

Направление подготовки: 22.04.02 «Металлургия»

Направленность (профиль): Обработка металлов давлением

Программа: магистратура

Форма обучения: очная, заочная

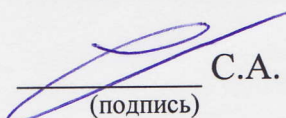
Форма обучения:	Очная	Заочная
Семестр(ы)	3	3
Общая трудоёмкость в з.е./часах	3/108	3/108
Контактная работа (час.)	53	12
Лекции (час.)	34	4
Лабораторные работы (час.)	-	-
Практические (семинарские) занятия (час.)	17	2
Самостоятельная работа (час.), в том числе	55	96
Курсовой проект(работа) (семестр/час.)	-	-
Контроль (экзамен, час./зачёт)	зачет	зачет

Донецк, 2023 г.

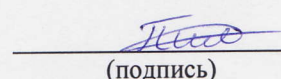
Рабочая программа дисциплины «Оптимизация энергозатрат в металлургических технологиях» составлена в соответствии с учебными планами по направлению подготовки 22.04.02 «Металлургия» направленность (профиль) «Обработка металлов давлением» для 2023 года приёма по очной и заочной формам обучения.

Составители:

заведующий кафедрой «Обработка металлов давлением», д.т.н., доцент


(подпись) С.А. Снитко

старший преподаватель кафедры «Обработка металлов давлением», к.т.н.


(подпись) В.В. Пилипенко

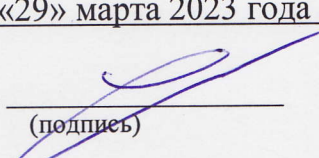
Рабочая программа **рассмотрена и принята** на заседании кафедры «Обработка металлов давлением».

Протокол от «13» марта 2023 года № 16

Заведующий кафедрой ОМД 
(подпись) Снитко С.А.
(Ф.И.О.)

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией** ДОННТУ по направлению подготовки 22.04.22 Металлургия.

Протокол от «29» марта 2023 года № 2

Председатель 
(подпись) Снитко С.А.
(Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры «Обработка металлов давлением».

Протокол от «__» _____ 20__ года № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры «Обработка металлов давлением».

Протокол от «__» _____ 20__ года № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры «Обработка металлов давлением».

Протокол от «__» _____ 20__ года № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

1. ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина рассматривает вопросы повышения эффективности металлургических процессов, касающихся получения и обработки металла, в части рационального использования энергетических ресурсов на различных стадиях жизненного цикла металлопродукции.

Цели дисциплины – ознакомление студентов с современными достижениями и перспективными направлениями в области оптимизации энергозатрат в металлургической отрасли.

В результате освоения дисциплины студент должен:

- знать возможные способы снижения затрат энергии при получении и обработке металлов на основе фундаментальных знаний в области металлургии;
- уметь применять фундаментальные знания в области металлургии для оптимизации энергозатрат при получении и обработке металлов;
- владеть основными методами решения задач оптимизации затрат энергии в различных металлургических процессах на основе фундаментальных знаний в области металлургии;

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций.

Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области металлургии (**ОПК-1**).

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Дисциплина относится к обязательной части Блока 1 дисциплин (модулей) учебного плана.

Базируется на знаниях и умениях, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин: методология и методы научных исследований, теория и практика научных исследований, инновационные решения в производстве и обработке металлов, технология процессов прессования, методы решения задач обработки металлов давлением, контролируемая прокатка сортов профилей, контролируемая прокатка толстых полос и листов, конечно-элементное моделирование технологических процессов обработки металлов давлением.

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при прохождении производственной практики: преддипломной и государственной итоговой аттестации.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов (очная/заочная)				
	Всего	В том числе			
		Лекции	Лабор.	Практ.	СРС
Тема 1. Вторичные энергетические ресурсы. Metallургическое предприятие как энергетическая система.	17/20	6/1	-	0/0	11/19
Тема 2. Методы энергосбережения при производстве чугуна, стали, и ее разливе	17/20	6/0	-	0/0	11/20
Тема 3. Энергосберегающие технологии нагрева металла в колodцах, методических и термических печах	26/20,5	8/1	-	7/0,5	11/19
Тема 4. Энергосберегающие технологии в прокатном производстве	29/21,5	8/1	-	10/1,5	11/19
Тема 5. Литейно-прокатные агрегаты	17/20	6/1	-	0/0	11/19
Контактная работа (дополнительная)	2/6				
Курсовая работа (проект)	0/0				0/0
Итого по видам занятий	108/108	34/4		17/2	55/96
Контроль	0/0				
Итого:	108/108				

Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на выработку компетенции
ОПК-1	Темы 1-5

3.2. Лекции

Тема 1 Вторичные энергетические ресурсы. Metallургическое предприятие как энергетическая система.

Содержание темы 1:

Потребление энергии в структуре предприятия. Вторичные энергетические ресурсы черной металлургии.

Литература к теме 1: [1,2,3].

Тема 2. Методы энергосбережения при производстве чугуна, стали, и ее разливке.

Содержание темы 2:

Доменное производство. Сталеплавильное производство. Непрерывная разливка стали.

Литература к теме 2: [1,3].

Тема 3. Энергосберегающие технологии нагрева металла в колодцах, методических и термических печах.

Содержание темы 3: Методы энергосбережения при нагреве слитков в колодцах. Горячий посад металла и прямая прокатка. Экономия энергоресурсов при нагреве металла в методических печах. Энергосберегающие технологии индукционного нагрева. Снижение расхода энергии в печах для термообработки.

Литература к теме 3: [1,2].

Тема 4. Энергосберегающие технологии в прокатном производстве.

Содержание темы 4: Методы энергосбережения на промежуточном рольганге ШСГП. Экранирование раската. Промежуточное перемоточное устройство. Низкотемпературная прокатка. Технология «сухой» прокатки. Оптимизация режима обжата полос на ШСГП. Оптимизация режимов обжатов на ТЛС. Асимметричная прокатка.

Литература к теме 4: [1,2,3,5].

Тема 5. Литейно-прокатные агрегаты.

Содержание темы 5: Преимущества литейно-прокатных агрегатов. Сортные литейно-прокатные агрегаты. Листовые литейно-прокатные агрегаты CSP. Листовые литейно-прокатные агрегаты ISP. Агрегат ВСТ с ленточной МНЛЗ. Валковая разливка-прокатка. Литейно прокатный агрегат СВР для производства балок.

Литература к теме 5: [1,2,3,4].

3.3. Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Тема занятия	Объем, час. (очн/заочн)	Литература
1	Энергоемкость нагрева заготовок	3/0,5	[1,2, 3]
2	Энергоемкость холодной листовой прокатки	3/0	[1,2, 3]
3	Энергоемкость горячей прокатки листовых полуфабрикатов из алюминия	4/0,5	[1,2, 3]
4	Энергоемкость сортовой прокатки	3/0,5	[1,2, 3]
5	Энергоемкость прессования и волочения	4/0,5	[1,2, 3]
Итого:		17/2	

3.4. Лабораторные работы

Лабораторные работы по дисциплине учебным планом не предусмотрены.

3.5. Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час.
1	Изучение лекционного материала	40/64
2	Подготовка к практическим занятиям	15/32
3	Подготовка к лабораторным работам	-
4	Выполнение курсового проекта	-
5	Выполнение курсовой работы	-
6	Выполнение индивидуального задания	-
Итого:		55/96

3.6. Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Курсовой проект (работа), индивидуальное задание по дисциплине учебным планом не предусмотрены.

4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

4.1. Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

Составляющая компетенции – полнота знаний

- нулевой уровень: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы / ответы на два вопроса из трех полностью отсутствуют. Уровень знаний ниже минимальных требований;

- минимальный уровень: даны не полные, не точные и аргументированные ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований. Допущено много грубых ошибок;

- пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;

- средний уровень: Даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;

- продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;

- высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей.

Составляющая компетенции – умения

- нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще;

- минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу. Не ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах;

- пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу. Слабо ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах;

- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;

- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;

- высокий уровень: Понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой зарубежный опыт, нормативно-правовые акты.

Составляющая компетенции – владение навыками

- нулевой уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;

- минимальный уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;

- пороговый уровень: владеет опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию на пороговом уровне. Трудовые действия выполняет медленно и некачественно;

- средний уровень: владеет средним опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Трудовые действия выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;

- продвинутый уровень: владеет опытом и достаточно выраженной личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия;

- высокий уровень: владеет опытом и выраженностью личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия.

Обобщенная оценка сформированности компетенций

- нулевой уровень: компетенции не сформированы;
- минимальный уровень: значительное количество компетенций не сформировано;
- пороговый уровень: все компетенции сформированы, но большинство на пороговом уровне;
- средний уровень: все компетенции сформированы на среднем уровне;
- продвинутый уровень: все компетенции сформированы на среднем или высоком уровне;
- высокий уровень: все компетенции сформированы на высоком уровне.

4.2. Вопросы к экзамену и пример экзаменационного билета

Экзамен по дисциплине учебным планом не предусмотрен.

Контрольные вопросы:

1. Приведите структуру энергопотребления металлургического предприятия и назовите основные виды топлив, которые потребляются в металлургии.
2. Что называется энергоемкостью продукции? Какое из металлургических производств наиболее энергоемкое?
3. Чему соответствует 1 тонна условного топлива?
4. Что такое вторичные энергоресурсы и на какие виды они делятся? Назовите вторичные энергоресурсы, которые вырабатываются в металлургических агрегатах и где они используются.
5. Приведите основные пути снижения расхода кокса, назовите его заменители.
6. Перечислите основные способы экономии энергоносителей в конвертерном и электросталеплавильном производстве.
7. Опишите процесс непрерывной разливки стали и назовите основные методы энергосбережения в нем.
8. Назовите основные методы энергосбережения в нагревательных колодцах и методических печах.
9. Дайте определения понятиям «горячий посад» и «прямая прокатка», опишите их сущность.
10. Опишите технологию индукционного нагрева, приведите ее преимущества.
11. Назовите основные пути снижения расхода энергии в печах для термообработки.
12. Назовите основные типы тепловых экранов, которые применяются на ШСГП, их преимущества и недостатки.
13. Дайте описание работы промежуточного перемоточного устройства.
14. Дайте описание технологии низкотемпературной прокатки, назовите ее преимущества. Что необходимо сделать для реализации этой технологии?
15. В чем состоит технология «сухой» прокатки?
16. Как влияет толщина подката на промежуточном ролланге на потребление энергоносителей на ШСГП?

17. Назовите основные пути оптимизации режима обжаты на ШСГП.
18. Что такое асимметричная прокатка и где она применяется?
19. Приведите преимущества литейно-прокатных агрегатов и опишите основные схемы совмещения МНЛЗ и прокатного стана.
20. Дайте описание конструкции сортовых литейно-прокатных модулей.
21. Назовите существующие листовые литейно-прокатные агрегаты.
22. В чем сущность валковой прокатки и ленточной МНЛЗ?
23. Опишите конструкцию литейно-прокатного агрегата для производства балок.

4.3. Критерии оценивания

Оценка испытания по 100-балльной шкале формируется как сумма баллов набранных за ответы на два контрольных вопроса. По каждому вопросу:

– «50 баллов» – выставляется, если при ответе на вопрос студент обнаружил умение свободно, логично, четко и ясно предоставлять грамотные, правильные ответы на поставленный вопрос с использованием терминологии и символики в необходимой логической последовательности, а также сведений из других дисциплин и знаний, приобретенных ранее; твердые практические навыки с творческим применением полученных теоретических знаний; использование и предоставление полного обоснования наиболее эффективных и рациональных методов поиска решения; умение использовать приобретенные знания и навыки в нестандартных ситуациях, требующих выхода на иной, более высокий уровень знаний;

– «40 баллов» – выставляется, если при ответе на вопрос студент проявил высокий уровень знаний при ответе на вопрос, показал умение применять теоретические знания для решения поставленной задачи, четко владеет и применяет аналитические зависимости для условий задачи, умеет формулировать выводы, однако при ответе допустил некоторые неточности;

– «30 баллов» – выставляется, если при ответе на вопрос студент обнаружил умение свободно предоставлять правильные ответы на поставленные вопросы с использованием терминологии, а также знаний, приобретенных ранее; наличие несущественных недостатков или нарушения последовательности изложения; использование не самых рациональных методов поиска решения;

– «20 баллов» – выставляется, если при ответе на вопрос студент обнаружил базовые знания по вопросу, знание основных закономерностей, описывающих заданный процесс, однако допустил существенные ошибки при ответе, не смог систематизировать исходные данные и сформулировать выводы;

– «10 баллов» – выставляется, если при ответе на вопрос студент обнаружил владение основными положениями материала, но фрагментарно и непоследовательно дает ответы на поставленные вопросы; имеет слабые практические навыки;

– «0 баллов» – выставляется, если при ответе на вопрос студент обнаружил незначительный общий объем знаний, фрагментарно и непоследовательно дает ответы на поставленные вопросы с принципиальными ошибками;

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по государственной шкале и шкале ECTS:

Сумма баллов по 100-балльной шкале	Оценка по шкале ECTS	Оценка по государственной шкале
90-100	A	зачтено
80-89	B	зачтено
75-79	C	
70-74	D	
60-69	E	зачтено
35-59	FX	
0-34	F*	
		не зачтено

* – с обязательным повторным изучением дисциплины.

Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины в семестре проводится в форме экзамена в соответствии с «Положением об организации учебного процесса в Донецком национальном техническом университете».

Текущий контроль знаний студентов производится по результатам контрольных опросов в ходе проведения практических занятий.

4.4 Пример текущего опроса на практических (семинарских) занятиях

1. Каким образом можно уменьшить потери тепла при транспортировке раската по рольгангу?
2. От чего зависит количество тепла, необходимого для нагрева заготовки?
3. Что характеризует коэффициент полезного действия нагревательного устройства?
4. От каких факторов зависит энергоемкость формоизменения металла?
5. Каким образом силы контактного трения могут влиять на энергоемкость прокатки?

4.5 Курсовое проектирование

Учебным планом курсовое проектирование не запланировано.

5. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1 Основная литература

1. Жук В. Л. Оптимизация энергозатрат в металлургических технологиях [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / В. Л. Жук, В. И. Заика, И. В. Тупилко ; под ред. А. А. Троянского. - 5 Мб. - Донецк : ГОУВПО "ДОННТУ", 2018. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader.
<http://ed.donntu.ru/books/19/cd8427.pdf>
2. Кашаев, В. В. Оптимизация энергозатрат в металлургии : учеб. пособие / В. В. Кашаев. – Донецк : ДонНТУ, 2016. – 107 с. – Режим доступа: <http://ed.donntu.ru/books/cd3761.pdf>.

3. Совмещенные процессы при обработке металлов давлением [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Е.А. Руденко, В.Е. Гончаров, Ю.И. Юрченко, С.А. Будакова ; ГОУВПО "ДОННТУ". - 9 Мб. - Донецк : ГОУВПО "ДОННТУ", 2019. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.ru/books/19/cd9050.pdf>

II Дополнительная литература

4. Перспективные металлургические и технологические процессы производства конструкционных материалов : монография / В. И. Муравьев, П. В. Бахматов, А. В. Фролов, В. В. Григорьев. – Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 328 с. – ISBN 978-5-9729-0740-3. – Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/115154.html>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

5. Контролируемая прокатка толстых листов и полос [Электронный ресурс] : учебное пособие для обучающихся образовательных учреждений высшего профессионального образования / [Е.А. Руденко, В.Е. Гончаров, С.В. Закарлюка, С.А. Будакова] ; ГОУВПО "ДОННТУ". - 3 Мб. - Донецк : ГОУВПО "ДОННТУ", 2018. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.ru/books/19/cd8868.pdf>

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебно-методические издания, разработанные в ДОННТУ:

5. Методические указания к проведению практических занятий по дисциплине "Оптимизация энергозатрат в металлургических технологиях" [Электронный ресурс] : направление подготовки: 22.04.02 "Металлургия" : магистерская программа: "Обработка металлов давлением" : (для обучающихся очной и заочной форм обучения) / ГОУВПО "ДОННТУ", Каф. обраб. металлов давлением ; сост. Ю. И. Юрченко. - 487 Кб. - Донецк : ГОУВПО "ДОННТУ", 2019. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.ru/books/21/m5752.pdf>

6. Методические указания к самостоятельной работе студентов по дисциплине "Оптимизация энергозатрат в металлургических технологиях" [Электронный ресурс] : направление подготовки: 22.04.02 "Металлургия" : магистерская программа: "Обработка металлов давлением" : (для обучающихся очной и заочной форм обучения) / ГОУВПО "ДОННТУ", Каф. обраб. металлов давлением ; сост. Ю. И. Юрченко. - 336 Кб. - Донецк : ГОУВПО "ДОННТУ", 2019. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.ru/books/21/m5753.pdf>

Электронно-информационные ресурсы

ЭБС ДОННТУ – <http://donntu.ru/library>

ЭБС IPR SMART - <http://iprbookshop.ru>

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Учебная аудитория № 5.350 для проведения занятий лекционного (мультимедийное оборудование: компьютер, мультимедийный проектор, экран; специализированная мебель: доска аудиторная, парты, демонстрационные плакаты. ПК: Монитор LG Flatron F 700B 17", Компьютер IntelCore 2Duo E8400 3.0 Ghz, операционная система Linux Ubuntu 18.04, пакет программ LibreOffice 6.3.0).

2. Учебная аудитория № 5.350 для проведения практических занятий (мультимедийное оборудование: компьютер, мультимедийный проектор, экран; специализированная мебель: доска аудиторная, парты, демонстрационные плакаты. ПК: Монитор LG Flatron F 700B 17", Компьютер IntelCore 2Duo E8400 3.0 Ghz, операционная система Linux Ubuntu 18.04, пакет программ LibreOffice 6.3.0).

3. Помещения для самостоятельной работы с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации: читальные залы, учебные корпуса 2,3. (Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС ДОННТУ) и электронно-библиотечную систему (ЭБС IPRbooks), а также возможностью индивидуального неограниченного доступа обучающихся в ЭБС и ЭИОС посредством Wi-Fi с персональных мобильных устройств. ОС- Microsoft Windows 7, OpenOffice 2.0.3 – общественная лицензия MPL 2.0/ Grub loader for ALT Linux - лицензия GNU LGPL v3/ Mozilla Firefox - лицензия MPL2.0, Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) - лицензия GNU GPL.